



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RENATA ROMAGNOLLI

**METODOLOGIA PRELIMINAR DE AVALIAÇÃO  
AMBIENTAL, COM BASE NO CICLO DA ÁGUA, APLICADA  
AO PLANEJAMENTO URBANO EM MUNICÍPIOS DE  
PEQUENO PORTE NO NORTE DO PARANÁ**

---

Londrina  
2010

RENATA ROMAGNOLLI

**METODOLOGIA PRELIMINAR DE AVALIAÇÃO  
AMBIENTAL, COM BASE NO CICLO DA ÁGUA, APLICADA  
AO PLANEJAMENTO URBANO EM MUNICÍPIOS DE  
PEQUENO PORTE NO NORTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao curso de  
Mestrado em Engenharia de Edificações e  
Saneamento da Universidade Estadual de  
Londrina para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia de Edificações e Saneamento.

Orientador: Profa. Dra. Deize Dias Lopes  
Co-Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes

Londrina  
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

R756m Romagnolli, Renata.

Metodologia preliminar de avaliação ambiental, com base no ciclo da água, aplicada em municípios de pequeno porte no Norte do Paraná / Renata Romagnolli. – Londrina, 2010.

173 f. : il.

Orientador: Deize Dias Lopes.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia sanitária – Teses. 2. Impacto ambiental – Avaliação – Teses. 3. Abastecimento de água nas cidades – Teses. 4. Desenvolvimento sustentável – Teses. I. Lopes, Deize Dias. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 628.4

RENATA ROMAGNOLLI

**METODOLOGIA PRELIMINAR DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL, COM  
BASE NO CICLO DA ÁGUA, APLICADA AO PLANEJAMENTO  
URBANO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NO NORTE DO  
PARANÁ**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Deize Dias Lopes  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Carlos Hardt  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof<sup>ª</sup>. Milena Kanashiro  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 10 de Março de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

*A àquelas pessoas que me incentivaram  
e permaneceram ao meu lado  
em todos os momentos,  
principalmente você!*

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os amigos e professores do mestrado de Engenharia de Edificações e Saneamento que direta ou indiretamente contribuíram para conclusão deste trabalho.

Em particular ao Professor Fernando Fernandes que como co-orientador foi o responsável pela viabilização e concretização deste trabalho, agradeço pela confiança depositada e o incentivo quando tudo parecia incerto.

Às pessoas que estiveram presentes em momentos distintos e me fizeram avançar pela ajuda que me dispensaram.

A Deus, por ter aberto as portas e mostrado o caminho. Quem me sustentou nas horas mais difíceis.

Meu noivo Fernando que de forma particular, incentivou, deu força, chorou junto.

Meus pais, minha avó, minha irmã e meu cunhado.

*DAS UTOPIAS*

*Se as coisas são inatingíveis... ora  
Não é motivo para não querê-las..  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!*

**(Mario Quintana)**

ROMAGNOLLI, Renata. **Metodologia preliminar de avaliação ambiental, com base no ciclo da água, aplicada em municípios de pequeno porte no norte do Paraná.** 2010. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.

## RESUMO

Embora haja uma diversidade de procedimentos metodológicos para realização de diretrizes e planejamentos urbanos, estes exibem poucas informações acerca dos critérios considerados para avaliação do meio ambiente. A adoção de estratégia formal para avaliação do meio ao qual se pretende planejar pode criar condições objetivas para a troca de experiências e auxílio a planejadores e tomadores de decisão. Com base nessas considerações, este trabalho tem como objetivo principal propor uma metodologia de auxílio à avaliação ambiental, que de ênfase ao ciclo da água e ao saneamento básico. Os materiais utilizados para elaboração da metodologia foram retirados de estudos, pesquisas e bibliografias sobre o tema proposto somado a consulta a professores especialistas na área de saneamento básico, Como resultado da metodologia proposta, tabelas de avaliação ambiental foram geradas, em seguida as mesmas foram aplicadas em estudo de caso em municípios de pequeno porte do Norte do Paraná. A escolha destes municípios se deu devido à carência de recursos financeiros e pessoal qualificado para a implementação de técnicas que visem a preservação e conservação ambiental nos mesmos. Os dados relativos à aplicação do material foram obtidos através de consulta às prefeituras, aos responsáveis técnicos pelo serviço de abastecimento de água dos municípios, às empresas locais e visitas *in situ*. De maneira geral o estudo foi capaz de evidenciar tendências rumo à sustentabilidade dos sistemas de saneamento básico, apontou os setores carentes de ações e investimentos voltados a conservação do sistema e meio e, sobretudo mostrou-se capaz de auxiliar a elaboração de estudos e avaliações ambientais de forma fácil, prática e eficaz.

**Palavras-Chave:** Desenvolvimento sustentável. Sustentabilidade. Avaliação ambiental. Indicadores de sustentabilidade.

ROMAGNOLLI, Renata. **Preliminary Methodology of environmental evaluation, based on water cycle, applied in small towns in the north of the state of Paraná.** 2010. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.

## **ABSTRACT**

Although there's a diversity of methodological procedures for the execution of urban planning and directives, such procedures show little information about the criteria considered to evaluate the environment. The use of formal strategy to evaluate the area where one's planning to build may create objective conditions for the exchange of experiences and assist the planners and decision makers. Based on such considerations, this work has as its main objective propose a methodology to aid in environmental evaluation with emphasis on the cycle of water and basic sanitation. The materials utilized in the elaboration of this methodology were extracted from studies, researches and bibliographies about the proposed theme and also from the consultation of experts on sanitation. As a result of this methodology, environmental evaluation tables were created and were applied in case studies in small towns in the north of the state of Paraná. These towns were chosen due to their lack of financial resources and qualified labor for the implementation of techniques that aim at preserving and conserving their environment. Data related to the application of the material were obtained from city halls, technicians responsible for the water supply system in the towns studied in this work, local companies and through *in situ* visits. This work was able to evidence the tendencies towards the sustainability of sanitation systems, to point out the sectors that are in need of courses of actions and investments concerning the preservation of the environment and above all it proved capable of aiding in the elaboration of environmental studies and evaluations in an easy, practical and efficient manner.

**Keywords:** Sustainable development. Sustainability. Environmental evaluation. Sustainability indicators.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Modelo PSR (Pressure - State - Response) da OCDE - Estrutura Conceptual .....	36
<b>Figura 2</b> - Esquema da sequência metodológica empregada .....	40
<b>Figura 3</b> - Vista do Córrego da Fraternidade – Assentamento às Margens do Rio.....	82
<b>Figura 4</b> - Problemas de erosão na pavimentação da área urbana de Santa Cecília do Pavão provocados pelo escoamento da água pluvial.....	84
<b>Figura 5</b> - Fossa com construção elevada devido profundidade do solo e a presença de rocha na área urbana .....	89
<b>Figura 6</b> - Lançamento de esgoto diretamente no solo e nos rios.....	90
<b>Figura 7</b> - Foto Aérea da Estação de Tratamento – SAMAE SCP .....	90
<b>Figura 8</b> - Dispositivos de Drenagem - ausência de padrão construtivo e impossibilidade de manutenções.....	92
<b>Figura 9</b> - Precariedade dos passeios.....	93
<b>Figura 10</b> - Dispositivo de Drenagem - (grade fixa e impossibilidade de manutenções) .....	93
<b>Figura 11</b> - Problemas de erosão da pavimentação devido à ineficiência do sistema de drenagem.....	94
<b>Figura 12</b> - Vista aérea das vias públicas pavimentadas de SCP .....	97
<b>Figura 13</b> - Aterro Sanitário de Santa Cecília do Pavão, início da disposição em nova vala.....	97
<b>Figura 14</b> - Visualização do encanamento que faz a ligação do esgoto à rede de Drenagem pluvial.....	106
<b>Figura 15</b> - Vista do Aterro Controlado de Rancho Alegre – destaque para a separação de resíduos feita no local .....	110
<b>Figura 16</b> - Vista aérea da área urbana de Congoinhas .....	115
<b>Figura 17</b> - Vista do local onde é captada a água de Congoinhas .....	118
<b>Figura 18</b> - Precariedade dos dispositivos de drenagem .....	124
<b>Figura 19</b> - Vista aérea das vias públicas de Congoinhas .....	124
<b>Figura 20</b> - Presença de catadores no aterro sanitário de Congoinhas .....	128

<b>Figura 21</b> - Vista do Córrego Lajeado – destaque para espuma e sólidos em suspensão .....	132
<b>Figura 22</b> - Afluente do Córrego Lajeado .....	133
<b>Figura 23</b> - Destaque para encanamento aparente fazendo o Lançamento de esgoto no córrego Lajeado .....	139
<b>Figura 24</b> - Gráfico de Avaliação do Eixo Temático Área Rural .....	147
<b>Figura 25</b> - Gráfico de Avaliação do Eixo Temático Área Urbana .....	150
<b>Figura 26</b> - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Características Físicas do Manancial de Abastecimento .....	151
<b>Figura 27</b> - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Abastecimento de Água .....	153
<b>Figura 28</b> - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Esgotamento Sanitário .....	154
<b>Figura 29</b> - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Drenagem Urbana .....	157
<b>Figura 30</b> - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Resíduos Sólidos .....	159

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Vantagens e limitações da aplicação de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável.....	31
<b>Tabela 2</b> - I Indicadores Levantados nas Bibliografias durante a etapa de Revisão de Literatura .....	42
<b>Tabela 3</b> - Avaliação do Eixo Temático Aspectos Sócio-Econômicos dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	48
<b>Tabela 4</b> - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Área Rural dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	49
<b>Tabela 5</b> - Dimensões das faixas de mata ciliar em relação à largura dos rios, lagos, etc, segundo o Código Florestal Brasileiro .....	52
<b>Tabela 6</b> - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Área Urbana dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	54
<b>Tabela 7</b> - Avaliação proposta para o Eixo Temático - Características Físicas do manancial de abastecimento Subterrâneo dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	59
<b>Tabela 8</b> - Avaliação proposta para o Eixo Temático - Características Físicas do manancial de abastecimento Superficial dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	59
<b>Tabela 9</b> - Avaliação proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico- Abastecimento de Água dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.....	62
<b>Tabela 10</b> - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico - Esgotamento Sanitário dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.....	65
<b>Tabela 11</b> - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico - Drenagem Urbana dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.....	68

<b>Tabela 12</b> - Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico - Resíduos Sólidos dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão .....	71
<b>Tabela 13</b> – Caracterização dos Municípios Estudados. ....	79
<b>Tabela 14</b> - Avaliação Área Rural de Santa Cecília do Pavão .....	81
<b>Tabela 15</b> - Avaliação da Área Urbana de Santa Cecília do Pavão.....	84
<b>Tabela 16</b> - Avaliação das Características Físicas do Manancial de Abastecimento de Santa Cecília do Pavão .....	86
<b>Tabela 17</b> - Avaliação do Sistema de Abastecimento de água de Santa Cecília do Pavão.....	88
<b>Tabela 18</b> - Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Santa Cecília do Pavão.....	91
<b>Tabela 19</b> - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Santa Cecília do Pavão.....	96
<b>Tabela 20</b> – Avaliação da Coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Santa Cecília do Pavão .....	98
<b>Tabela 21</b> - Avaliação da Área Rural de Rancho Alegre.....	100
<b>Tabela 22</b> – Avaliação da Área Urbana de Rancho Alegre . ....	102
<b>Tabela 23</b> – Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Rancho Alegre .....	103
<b>Tabela 24</b> – Avaliação do sistema de abastecimento de água de Rancho Alegre .....	105
<b>Tabela 25</b> - Avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Rancho Alegre .....	107
<b>Tabela 26</b> - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Rancho Alegre .....	109
<b>Tabela 27</b> - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Rancho Alegre .....	112
<b>Tabela 28</b> - Avaliação da área rural de Congoinhas .....	114
<b>Tabela 29</b> - Avaliação da área urbana de Congoinhas .....	117
<b>Tabela 30</b> - Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Congoinhas.....	119
<b>Tabela 31</b> - Avaliação do Sistema de Abastecimento de água de Congoinhas.....	121

<b>Tabela 32</b> - Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Congoinhas.....	122
<b>Tabela 33</b> - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Congoinhas.....	126
<b>Tabela 34</b> - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Congoinhas.....	129
<b>Tabela 35</b> - Avaliação da área rural de Abatiá.....	131
<b>Tabela 36</b> - Avaliação da área urbana de Abatiá.....	135
<b>Tabela 37</b> - Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Abatiá.....	136
<b>Tabela 38</b> - Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água de Abatiá.....	138
<b>Tabela 39</b> - Avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Abatiá.....	140
<b>Tabela 40</b> - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Abatiá.....	142
<b>Tabela 41</b> - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Abatiá.....	144
<b>Tabela 42</b> - Síntese Município de Santa Cecília do Pavão.....	161
<b>Tabela 43</b> - Síntese município de Rancho Alegre.....	162
<b>Tabela 44</b> - Síntese Município de Congoinhas.....	163
<b>Tabela 45</b> - Síntese Município de Abatiá.....	164

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AMUNOP</b>	Associação dos Municípios do Norte do Paraná.
<b>CIVITAS</b>	Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis da Universidade Nova de Lisboa.
<b>CDS</b>	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável.
<b>CMMAD</b>	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.
<b>CNUMAD</b>	Conferencia das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.
<b>CNRH</b>	Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
<b>IQVU-BH</b>	Índice de Qualidade de Vida Urbana – Belo Horizonte.
<b>NBR</b>	Normas Brasileiras.
<b>OCDE</b>	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas.
<b>PER</b>	Pressão - Estado - Resposta.
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto.
<b>PSR</b>	Pressure - State - Response.
<b>SNGRH</b>	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 TEMA .....	16
1.2 ORIGEM DO PROBLEMA DE PESQUISA .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	19
1.3.1 Objetivo Geral .....	19
1.3.2 Objetivos Específicos .....	19
1.4 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA.....	19
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	21
2.2 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	24
2.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE.....	28
2.3.1 Construção do Sistema de Indicadores.....	32
2.3.2 Critérios para a Escolha de Indicadores.....	33
2.3.3 Modelos para a Classificação de Indicadores de Sustentabilidade.....	35
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....	38
3.2 BASE DE DADOS DA PESQUISA.....	40
3.3 ELABORAÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES .....	43
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS – NORMALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	44
3.5 RESULTADOS DA METODOLOGIA.....	46
3.5.1 Eixo Temático Aspectos Sócio-Econômicos .....	47
3.5.2 Eixo Temático - Área Rural .....	48
3.5.3 Eixo Temático Aspectos Físicos - Área Urbana .....	53
3.5.4 Eixo Temático Saneamento Básico – Abastecimento de Água.....	57
3.5.5 Eixo Temático Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário.....	64
3.5.6 Eixo Temático Saneamento Básico – Drenagem Urbana .....	67
3.5.7 Eixo Temático Saneamento Básico – Resíduos Sólidos .....	70
3.6 SELEÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE .....	75

3.7 LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	76
3.8 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE .....	77
<b>4 APLICAÇÃO .....</b>	<b>80</b>
4.1 APLICAÇÃO / UNIDADE DE ANÁLISE 1 – SANTA CECÍLIA DO PAVÃO .....	82
4.2 Aplicação / Unidade de Análise 2 – Rancho Alegre .....	99
4.3 Aplicação / Unidade de Análise 3 – Congoinhas .....	113
4.4 Aplicação / Unidade de Análise 4 – Abatiá .....	129
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>145</b>
5.1 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO ÁREA RURAL .....	145
5.2 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO ÁREA URBANA .....	147
5.3 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO .....	150
5.4 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO ABASTECIMENTO DE ÁGUA....	151
5.5 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO ESGOTAMENTO SANITÁRIO ...	153
5.6 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO DRENAGEM URBANA .....	155
5.7 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO RESÍDUOS SÓLIDOS .....	158
5.8 SÍNTESE FINAL POR MUNICÍPIO .....	160
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>165</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>167</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 TEMA

A relação entre as atividades desenvolvidas no meio, urbano e rural, e o ciclo da água, é um dos indicadores essenciais de sua maior ou menor sustentabilidade. Efetivamente, a água é recurso estratégico diretamente ligado ao bem-estar de uma comunidade e às suas perspectivas de desenvolvimento social e econômico. Portanto, planejá-lo e geri-lo adequadamente deve ser uma das prioridades das comunidades e autoridades políticas, sendo parte essencial de todo Plano de Desenvolvimento Urbano e de gestão de qualquer cidade.

Embora a água seja um recurso ambiental “reciclável” pelo ciclo hidrológico, este tem limites, e alguns níveis de comprometimento de sua alteração são dificilmente reparáveis ou demandam longo período e altos investimentos para sua realização.

O ciclo da água é bastante afetado pela ocupação do solo urbano, que implica impermeabilizações, redução da infiltração, aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial, imediatamente após as chuvas e, por outro lado, redução das vazões dos rios urbanos e nascentes, ou até em alguns casos, o seu desaparecimento nos períodos secos. Essas alterações trazem como consequências aumento na frequência de inundações, erosão do solo e assoreamento de trechos dos cursos d’águas, além de prejudicar a qualidade da água.

A água captada dos mananciais e distribuída à comunidade, após seu uso, é devolvida ao meio sob diversas formas, carregando consigo em maior ou menor grau os vestígios de seu emprego. Os efluentes originados pelas atividades humanas, muitas vezes, retornam ao meio sem o tratamento adequado. Somam-se a isso outras fontes de poluição difusas ou pontuais relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, escoamento superficial das ruas, atividades industriais e mesmo agrícolas, que favorecem o arraste de sedimentos ou agrotóxicos para os cursos d’água.

As diferentes atividades antrópicas, ou não, que ocorrem numa bacia acabam deixando seu legado, positivo ou negativo, nos recursos hídricos.

Santos (2004) sugere que, de forma geral, o gerenciamento integrado de bacias hidrográficas, seus planos diretores e os de manejo, quando comparados aos planos diretores de desenvolvimento urbano, são mais amplos no que tange à interpretação e ações voltadas aos recursos associados à água. Tais iniciativas agregam, mais efetivamente, medidas de conservação dos mananciais com as de conservação do solo, dos remanescentes da vegetação e da fauna, com controle de atividades rurais e urbanas. Segundo o autor, o Plano Diretor é o instrumento básico para uma política de desenvolvimento e garantia de qualidade de vida para o município e destaca-se por focar as comunidades humanas, o uso e a ocupação da terra, os processos da economia e a provisão da infraestrutura.

Por outro lado, muitas vezes os diagnósticos realizados nas cidades para elaboração de tais planos carecem de uma metodologia de interpretação e priorização por ordem de relevância dos aspectos ambientais a serem levantados. Por isso, o tema deste estudo visa propor uma metodologia de avaliação ambiental com ênfase na análise do ciclo das águas, capaz de auxiliar a elaboração de planos ambientais e de desenvolvimento urbano de cidades de pequeno porte.

## 1.2 ORIGEM DO PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa surge da constatação de que a urbanização e os processos desencadeados por ela geram impactos, negativos e positivos, sobre o meio ambiente. Esta pesquisa tratará dos impactos relacionados aos recursos hídricos.

O crescimento urbano e industrial nem sempre vem acompanhado de desenvolvimento social. Pelo contrário, o crescimento das cidades e das regiões metropolitanas tem sido acompanhado de desigualdade de acesso a equipamentos de infra-estrutura básica como saneamento – redes de água, de coleta de esgoto e de águas pluviais, coleta de resíduos sólidos e limpeza urbana – além de transporte, educação, entre outros.

A escassez de água, em termos de quantidade associada à deterioração de sua qualidade representa uma das maiores ameaças à saúde e à segurança, em virtude da maneira como são estabelecidos os processos de apropriação dos recursos ambientais e, em especial, dos de uso e ocupação do solo. Somado a isso, a poluição da água aumenta a complexidade do tratamento para torná-la apropriada ao uso humano e, conseqüentemente, seu custo.

Em estudo recente elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) foi constatada a manutenção do elevado padrão de consumo per capita de água em alguns países, incluindo o consumo agrícola, industrial e doméstico. Entretanto, dados do BANCO MUNDIAL indicam que um bilhão de pessoas no mundo não tem acesso adequado ao abastecimento de água, tornando evidente a questão da desigualdade da distribuição e do consumo da mesma entre países. Conforme meta estabelecida na Agenda 21 (2007) o fornecimento mínimo de água tratada por habitante, até 2005, deveria ser de 40 litros por dia. Esses dados evidenciam não apenas a apropriação desigual dos recursos hídricos, mas também a insustentabilidade dos padrões atuais de consumo dos recursos naturais.

Tendo em vista o problema da escassez e deterioração da qualidade da água e a relação que as atividades humanas mantêm com esses fenômenos, alguns questionamentos são enumerados:

De que maneira se pode avaliar o meio físico, o saneamento básico e os recursos hídricos dos municípios, incorporando aspectos relativos à legislação urbana e ambiental, códigos ambientais, padrões de qualidade da água, entre outros? Quais as variáveis do meio físico relativas ao saneamento básico, uso e ocupação do solo e utilização dos recursos hídricos que devem ser abordadas na formulação de ferramentas de avaliação ambiental? Essas são as principais perguntas que moldam o problema de pesquisa.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver metodologia para avaliação ambiental urbana, dando ênfase à análise do ciclo da água e ao saneamento básico.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Levantar, em uma revisão bibliográfica, indicadores utilizados em diagnósticos ambientais, critérios empregados para a seleção de tais indicadores e informações sobre métodos de tratamento de dados;
- Definir critérios para elaboração do conjunto de indicadores e para a organização e análise dos dados;
- Elaborar *check-list* setorizado por eixos temáticos para apresentação do conjunto de indicadores propostos;
- Aplicar, em pequenos municípios, a metodologia elaborada almejando evidenciar os principais impactos ambientais e elencar ações prioritárias.

## 1.4 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

A justificativa para o desenvolvimento deste tema de pesquisa está pautada na forma como ocorre o processo de urbanização e ocupação urbana, em pequenas cidades, que em geral se dá sem planejamento e sem infraestrutura básica, devido a grande carência de pessoal qualificado para elaboração de propostas e diretrizes de desenvolvimento, de recursos financeiros e equipamentos para efetivação das ações que visam preservar as qualidades físicas do meio e dos recursos naturais.

Dessa forma, a falta do saneamento em pequenas cidades, em níveis mínimos que assegurem o bem-estar das populações, tem gerado um quadro de degradação do meio ambiente urbano sem precedentes, sendo os recursos hídricos um dos primeiros elementos integrantes da base de recursos naturais a sofrer tais efeitos. Por esta razão, não há curso d'água ou lago que esteja próximo ou que passe por alguma pequena cidade que não esteja poluído, sendo o grau de poluição diretamente proporcional à população e ao nível de atividade produtiva da cidade.

Entre os impactos ambientais da urbanização se destacam quatro que afetam diretamente a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos: a) as derivações de água, quando ainda não deterioradas, e a devolução via o esgotamento sanitário sem tratamento do efluente final; b) as impermeabilizações da superfície natural; c) a disposição inadequada do "lixo"; e d) os alargamentos e os desvios do leito dos rios, alterando o regime hidrológico e desprotegendo as vegetações ciliares das margens contra o risco de inundações.

Tais impactos exercem uma demanda importante sobre quatro serviços básicos: a) o abastecimento de água; b) o esgotamento sanitário; c) a disposição final do "lixo"; e d) a drenagem urbana. Os objetivos a alcançar seria a eficiência nos quatro serviços, além do uso eficiente e racional da água e de evitar-se quaisquer formas de degradação dos mananciais. Isso porque é por intermédio de veiculação hídrica que se propagam doenças responsáveis pela morbidade e mortalidade de um grande número de pessoas, principalmente crianças.

Diante de tais aspectos, à importância em pensar e planejar o espaço comum público, promovendo o zoneamento urbano e a delimitação de uso e ocupação do solo, utilizando para isso ferramentas de avaliação ambiental capazes de auxiliar e facilitar a realização de tais processos. Isso porque, muito ainda deve ser feito para alcançar um desenvolvimento, cujo grau de equilíbrio, apesar da falta de ferramentas, seja medido pela harmonização entre o progresso econômico, social e a preservação dos recursos naturais, principalmente em municípios com recursos humanos e financeiros deficitários.

Justificando-se assim a busca e proposta de novas metodologias capazes de auxiliar a avaliação do meio que se pretende gerir.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A partir dos meados do século XX, no período pós-guerras, o mundo experimentou um rápido avanço científico e tecnológico. Esses fatores favoreceram o crescimento populacional, com conseqüente aumento na demanda de alimentos e bens de consumo industrializados, com reflexos negativos no meio ambiente e a depredação dos recursos naturais.

Em função do agravamento dos problemas relacionados à poluição do meio ambiente físico (água, solo, ar) e suas relações de causa/efeito no meio sócio-econômico e político a Assembleia Geral da ONU criou, em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, presidida por Gro Harlem Brundtland (1991), à época primeira-ministra da Noruega. Esta comissão tinha por incumbência reexaminar as questões críticas relacionadas ao meio ambiente e ao desenvolvimento, social e econômico, e elaborar uma nova compreensão do problema, além de apresentar propostas de abordagem realistas do problema tratado. Deveria propor também, novas normas de cooperação internacional que pudessem orientar políticas e ações internacionais de modo a promover as mudanças que se faziam necessárias (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987, p.4).

Como resultado das atividades dessa comissão foi elaborado o relatório "Nosso Futuro Comum", lançado em 1987 (também conhecido como "Relatório Brundtland"), que chama a atenção para a necessidade de um novo tipo de desenvolvimento capaz de manter o progresso (social e econômico) em todo o planeta e, a longo prazo, ser alcançado pelos países em desenvolvimento e também pelos desenvolvidos. Nele, foi apontada a pobreza como uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais do mundo. O relatório criticou o modelo adotado pelos países desenvolvidos, por ser insustentável e impossível de ser copiado pelos países em desenvolvimento, sob pena de se esgotarem rapidamente os recursos naturais. Cunhou, desta forma, o conceito de desenvolvimento sustentável, ou seja,

O atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1991).

Nesse conceito foram embutidos pelo menos dois importantes princípios: o de necessidades e o da noção de limite. O primeiro trata da equidade e o outro se refere às limitações que o estágio da tecnologia e da organização social determinam ao meio ambiente (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1991, p.46). Considerando que a maioria das necessidades humanas são determinadas social e culturalmente, isso requer a promoção de valores que mantenham os padrões de consumo dentro dos limites das possibilidades ecológicas. O desenvolvimento sustentável significa compatibilidade do crescimento econômico com desenvolvimento humano e qualidade ambiental. Portanto, preconiza que as sociedades atendam às necessidades humanas em dois sentidos: aumentando o potencial de produção e assegurando a todos as mesmas oportunidades (gerações presentes e futuras).

Nessa visão, tal desenvolvimento não é um estado permanente de equilíbrio, mas sim de mudanças quanto ao acesso, aos recursos e quanto à distribuição de custos e benefícios. Na sua essência:

É um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e às aspirações humanas (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1991, p. 49).

Além de ter aumentado a percepção do mundo em relação aos problemas ambientais, a comissão de Gro Harlem Brundtland não se restringiu somente a esses aspectos – o Relatório mostrou que a possibilidade de um estilo de desenvolvimento sustentável está intrinsecamente ligada aos problemas de eliminação da pobreza e da satisfação das necessidades básicas de alimentação, saúde e habitação. Mostrou também que a inovação tecnológica é a grande aliada do processo de alteração da matriz energética, propondo maneiras sustentáveis para se utilizar fontes renováveis.

Os pontos centrais do conceito de desenvolvimento sustentável elaborados pela CMMAD e contidos no relatório Nosso Futuro Comum (WORLD

COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1991) e que se tornaram a linha mestra da Agenda 21 são:

[...] tipo de desenvolvimento capaz de manter o progresso humano não apenas em alguns lugares e por alguns anos, mas em todo o Planeta e até um futuro longínquo. Assim, o "desenvolvimento sustentável" é um objetivo a ser alcançado não só pelas nações "em desenvolvimento", mas também pelas industrializadas;

[...] atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Ele contém dois conceitos chaves: i) o conceito de "necessidades", sobretudo as necessidades essenciais das populações carentes, que devem receber a máxima prioridade e: ii) a "noção" das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõem ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras.

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD (mais conhecida por Rio-92 ou Eco-92) buscou o consenso internacional para a operacionalização do conceito do desenvolvimento sustentável. A partir dessa conferência, o termo desenvolvimento sustentável ganhou grande popularidade e vem sendo alvo de muitos estudos e tentativas de estabelecimento de políticas de gestão que buscam contemplar os seus princípios centrais.

Para Sachs (1980), o desenvolvimento sustentável requer que se removam as principais fontes de privação da liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destruição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência de estados repressivos.

Há concordância por parte dos autores e estudiosos do tema de que o desenvolvimento sustentável é mais uma utopia a ser perseguida pela sociedade na busca do progresso e da melhoria das condições de vida com respeito à natureza (AFONSO, 2006).

## 2.2 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

“Sustentabilidade” e “Desenvolvimento Sustentável” são termos que, embora propagados em documentos e estudos sobre o desenvolvimento regional e urbano, bem como sobre questões econômicas e ambientais, não têm ainda um conteúdo concreto estabelecido junto à comunidade técnica e científica.

É necessário ter claro que a Sustentabilidade não é algo a ser atingido, mas deve ser um processo contínuo, e para avançar em direção ao desenvolvimento sustentável são necessárias políticas criativas preocupadas com o longo prazo (HAHN, 2002).

Sachs (apud FIGUEIREDO, 2000) divide a sustentabilidade em cinco dimensões, segundo as quais o desenvolvimento sustentável está baseado:

- 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 macro-sociais não apenas micro-econômicos 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.

Dentro das diferentes dimensões da sustentabilidade – social, econômica, ambiental, espacial e cultural, conforme Sachs (apud FIGUEIREDO, 2000), podem ser identificados diversos princípios que podem estar relacionados a uma ou mais dimensões.

Em um documento do Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis da Universidade Nova de Lisboa (CIVITAS) são relacionados os seguintes Princípios da Sustentabilidade:

**Prevenção:** Em vez de avaliar os danos e tentar repará-los, deve-se evitar a sua ocorrência, controlando as respectivas causas. Metodologias de controle devem ser integradas nas atividades da comunidade local permitindo identificar as atividades que causam impactos negativos na qualidade de vida da comunidade.

**Precaução:** Onde se verifique a possibilidade de ocorrência de impactos negativos muito significativos ou significativos e irreversíveis, a ausência de certeza científica não deve ser utilizada para justificar adiamentos ou relegar para segundo plano medidas preventivas de degradação ambiental.

**Poluidor-Pagador:** Prevê a obrigatoriedade do poluidor em corrigir ou recuperar o ambiente, suportando os encargos daí resultantes, não lhe sendo permitido continuar a ação poluente.

**Cooperação:** Determina a procura de soluções conjuntas com outros atores locais, nacionais ou internacionais para os problemas de ambiente e de gestão dos recursos naturais. A cooperação inicial entre todas as partes interessadas no processo de planejamento e implementação de políticas, planos e projetos pode atenuar alguns obstáculos do caminho.

**Integridade ecológica:** Proíbe o aumento indefinido das necessidades humanas; as políticas têm que ser formuladas de modo a assegurar uma proteção adequada da biodiversidade e a manutenção dos principais processos ecológicos e dos sistemas que suportam a vida.

**Melhoria contínua:** Determina a necessidade do desenvolvimento de políticas, planos e projetos dinâmicos e flexíveis, reconhecendo a necessidade de adaptações e alterações em qualquer altura, seguindo uma lógica de progressão contínua rumo à sustentabilidade. A este princípio estão associados os conceitos de avaliação e monitoramento constantes.

**Equidade intra e inter-gerações:** Determina a necessidade de assegurar a melhoria da qualidade de vida da população em geral, tanto nas gerações presentes como nas futuras.

**Integração:** Deve criar-se os meios adequados para assegurar a integração das políticas de crescimentos econômico e social e de conservação da

natureza, tendo como finalidade o desenvolvimento integrado, harmônico e sustentável.

**Democracia:** A sustentabilidade deve ser fomentada por processos participativos e permite que a comunidade como um todo tenha o mesmo envolvimento no processo de tomada de decisão.

**Subsidiariedade:** Este princípio implica que as decisões devem ser tomadas ao nível de decisão o mais próximo possível do cidadão.

**Envolvimento da comunidade e transparência:** Reconhece que a sustentabilidade não pode ser alcançada, nem pode haver um progresso significativo nesse sentido, sem o suporte e o envolvimento de toda a comunidade. O processo de tomada de decisão deve ser claro, explícito e público.

**Responsabilização:** Aponta para a assunção pelos agentes das consequências, para terceiros, da sua ação, direta ou indireta, sobre os recursos naturais.

De acordo com Buarque (2008), os debates e reflexões que dominam a cena política e técnico-científica internacional sobre modelos e alternativas de desenvolvimento, capazes de enfrentar os desafios e os problemas econômicos, sociais e ambientais contemporâneos, estão levando à formulação de novas concepções de desenvolvimento – endógeno, humano e local, entre os quais se destaca a proposta de desenvolvimento sustentável.

O Capítulo 28 da Agenda 21 (2007) apela às autoridades locais de cada país para que desenvolvam um processo consultivo e consensual com as suas populações, sob a forma de uma versão local da Agenda 21 para as suas comunidades - Agenda 21 Local.

Este apelo surge do reconhecimento de que muitas das questões tratadas neste documento têm os seus problemas e soluções enraizadas nas atividades locais e que a participação e a cooperação das autoridades municipais desempenhará um papel crucial na obtenção destes objetivos.

Diante da necessidade de mudança das condições socioeconômicas, tecnológicas, políticas e ambientais, é indispensável a proposição de novas ideias e conceitos para se explicar a realidade e para organizar as iniciativas e ações da sociedade. Porém, mesmo com as imprecisões e ambiguidades que ainda cercam os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, todos os esforços recentes de desenvolvimento têm incorporado,

de alguma forma, os postulados de sustentabilidade, procurando assegurar a permanência e a continuação, a médio e longo prazo, dos avanços e das melhorias na qualidade de vida, na organização econômica e na conservação do meio ambiente.

Agir localmente é o ponto primordial para se obter efeitos positivos diretos na qualidade de vida das populações, que habitam e trabalham nas cidades ou municípios, possibilitando também a melhoria das condições globais. O desenvolvimento local pode ser conceituado como um processo endógeno de mudança, que leva ao dinamismo econômico e à melhoria da qualidade de vida da população em pequenas unidades territoriais e agrupamentos humanos (BUARQUE, 2008).

Entende-se por crescimento endógeno aquele que surge de uma pequena célula (município) e, dependendo das condições a que são expostas essas células, se expandem de forma ilimitada (regiões).

O desenvolvimento local sustentável considerado por Buarque (2008) deve ter como base a associação recíproca entre vários fatores tais como: qualidade de vida, redução da pobreza, geração de riqueza e distribuição de ativos, eficiência econômica, com agregação de valor na cadeia produtiva, e gestão pública eficiente. Para que tal desenvolvimento se viabilize, o autor sugere a estruturação do mesmo, baseando-se em três grandes pilares:

1- Organização da sociedade, contribuindo para a formação de capital social local (entendido como capacidade de organização e cooperação da sociedade local), combinada com a formação de espaços institucionais de negociação e gestão;

2 - Agregação de valor na cadeia produtiva, com a articulação e o aumento da competitividade das atividades econômicas com vantagens locais;

3 - Reestruturação e modernização do setor público local, como forma de descentralização das decisões e elevação da eficiência e eficácia da gestão pública local. Tudo isso associado com alguma forma de distribuição de ativos sociais, principalmente o ativo conhecimento, expresso pela escolaridade e pela capacitação tecnológica.

Em resumo, tais pilares formam uma combinação de fatores que podem promover a reorganização da economia e da sociedade locais, sem se esquecer, evidentemente, da conservação ambiental.

## 2.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

À medida que o conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser interiorizado pelas instituições, sentiu-se a necessidade de avaliar o desempenho das economias com base neste novo conceito e não apenas com base em indicadores como o PIB (produto interno bruto). Os economistas chegaram ao consenso de que este indicador não refletia exhaustivamente o bem-estar econômico, e a sua evolução no tempo não permitia avaliar a sustentabilidade do desenvolvimento.

O trabalho de construir os indicadores de desenvolvimento sustentável é um movimento internacional liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CDS) das Nações Unidas, que reúne governos nacionais, instituições acadêmicas, organizações não governamentais, organizações do sistema das Nações Unidas e especialistas de todo o mundo. Este movimento tem o objetivo de concretizar as disposições dos capítulos 8 e 40 da Agenda 21, que tratam da relação entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões. Um dos pontos de discussão é reconhecer a função importante dos indicadores em ajudar os países a tomar decisões em relação ao desenvolvimento sustentável (IBGE, Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil. 2004).

Também no Capítulo 10 da Agenda 21, referente à abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres, é citado que deve receber tratamento prioritário, entre outros, “o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para os recursos terrestres, levando em conta fatores ambientais, econômicos, sociais, demográficos, culturais e políticos” (Agenda 21, cap 10. Abordagem Integrada do Planejamento e do Gerenciamento dos Recursos Terrestres) (AGENDA 21, 2007).

Portanto, para aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável, torna-se fundamental o estabelecimento de indicadores, objetivos e metas que possam dar a medida do desempenho de um país em matéria de sustentabilidade. Uma vez estabelecidas as metas, poder-se-á, então, em qualquer momento, avaliar a distância que separa o país/ região do fim em vista.

Assim, os indicadores são parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo especialmente úteis para refletir sobre determinadas condições dos sistemas em análise (normalmente são efetuados tratamentos aos dados originais, tais como médias aritméticas simples, percentis, medianas, etc.).

O objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações de modo que a sua significância fique mais aparente. Eles simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação. Indicadores podem ser ferramentas de mudança, de aprendizado e de propaganda. Sua presença afeta o comportamento das pessoas. A sociedade mede o que ela valoriza e aprende a valorizar aquilo que ela mede (VAN BELLEN, 2005).

Van Bellen (2005) afirma que os indicadores são de fato um modelo da realidade, mas não podem ser considerados a própria realidade, entretanto devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente de mensuração.

Segundo Hardi e Barg (apud VAN BELLEN, 2005), indicadores são sinais referentes a eventos e sistemas complexos. São pedaços de informação que apontam para características dos sistemas, realçando o que está acontecendo; são utilizados para simplificar informações sobre fenômenos complexos e para tornar a comunicação sobre eles mais compreensível e quantificável.

Podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo autores defensores de que os mais adequados para avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função das limitações explícitas ou implícitas existentes em relação a indicadores simplesmente numéricos. Entretanto, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa (VAN BELLEN, 2005).

De acordo com Tunstall (apud VAN BELLEN, 2005), as principais funções dos Indicadores são:

- Avaliar condições e tendências;
- Comparar lugares e situações;
- Determinar o valor de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- Prover informações de advertência;
- Antecipar futuras condições e tendências.

Para Kayano e Caldas (2002), os indicadores são ferramentas importantes tanto para a burocracia estatal quanto para a sociedade civil. Mais importante que a definição é destacar algumas ideias-chave neles presentes, dentre as quais:

- É um instrumento, ou seja, o indicador não é um fim em si, mas um meio;
- É uma medida, uma forma de mensuração, um parâmetro, quer dizer, é um instrumento que sintetiza um conjunto de informações em um "número"; portanto, permite medir determinados fenômenos entre si, ou ao longo de determinado tempo;
- Pode ser utilizado para verificação, observação, demonstração, avaliação, ou seja, permite observar e mensurar determinados aspectos da realidade social: ele mede, observa e analisa a realidade de acordo com um determinado ponto de vista.
- Não só permitem acompanhar, por exemplo, as mudanças da qualidade de vida de determinado município num período de tempo, mas também comparar num mesmo período municípios com perfis semelhantes.
- Estão sempre sujeitos a questionamento, pois a escolha dos aspectos da realidade a serem considerados é influenciada por opções políticas e distintas visões da realidade.

Ainda segundo os autores, além do aspecto normativo, outras características importantes de qualquer indicador são:

- Simplicidade, ou seja, facilidade em serem compreendidos;
- Validade/ Estabilidade – relação entre conceito e medida;
- Seletividade/ sensibilidade/ especificidade – expressar características essenciais e mudanças esperadas;
- Cobertura – amplitude e diversidade;
- Independentes – não condicionados por fatores externos (exógenos);
- Confiabilidade – qualidade dos dados (da coleta, sistematização e padronização dos dados);
- Baixo custo/ fácil obtenção/ periodicidade/ desagregação – produção, manutenção e factibilidade dos dados.

É importante para se criar um sistema de indicadores estabelecer critérios capazes de alcançar o objetivo pretendido.

Na Tabela1 (TOMASONI, 2006) é apresentada uma síntese das vantagens/potencialidades e desvantagens/limitações da aplicação de indicadores e índices de Desenvolvimento Sustentável.

Relativamente ao conteúdo, amplitude e natureza do sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável proposto, consideram-se quatro categorias relacionadas às dimensões (social, econômica, institucional, ambiental):

- Indicadores econômicos (micro e macro);
- Indicadores sociais;
- Indicadores institucionais (compreendem a estrutura e funcionamento das instituições incluindo as clássicas; organizações não governamentais (ONG) e empresas);
- Indicadores ambientais: um indicador ambiental pode ser definido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que fornece informações relevantes sobre variáveis definidas referentes a padrões ou tendências do estado do ambiente, as atividades humanas que afetam ou são afetadas pelo ambiente ou sobre relações entre variáveis (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1995).

**Tabela 1 -** Vantagens e limitações da aplicação de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável.

Vantagens/ Potencialidades	Desvantagens/ Limitações
+ Avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável;	- Inexistência de informação base;
+ Capacidade de sintetizar informação de caráter técnico científico;	- Dificuldades na definição de expressões matemáticas que melhor traduzam os parâmetros selecionados;
+ Identificação das variáveis chaves do sistema;	- Perda de informação nos processos de agregação dos dados;
+ Facilidade de transmitir a informação;	- Diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice em relação às imposições estabelecidas;
+ Bom instrumento de apoio à decisão e aos processos de gestão ambiental;	- Ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores;
+ Sublinhar a existência de tendências;	- Dificuldades na aplicação em determinadas áreas como ordenamento do território e a paisagem.
+ Possibilidade de comparação com padrões e/ ou metas pré-definidas.	

**Fonte:** Gomes e colaboradores (2000) adaptado por Tomasoni (2006).

### 2.3.1 Construção do Sistema de Indicadores

Indicadores são medidas compostas de variáveis, ou seja, medições baseadas em mais de um dado. Um índice é construído através do somatório de resultados de atributos individuais.

De acordo com Babbie (apud LOURENÇO, 1996), existem etapas específicas na construção de indicadores. São elas: seleção dos itens, avaliação de suas relações empíricas, combinação dos itens no indicador e a validação do indicador.

Lourenço (1996) propõe uma revisão das etapas para construção de indicadores de sustentabilidade, conforme descrito a seguir:

1) Seleção dos itens - O primeiro critério nesta seleção é a validade lógica do item. Se o objetivo for avaliar a degradação ambiental, devem-se escolher itens que meçam esta variável. Também é importante observar as características específicas das dimensões que se pretende mensurar.

Por outro lado, se a intenção é medir aqueles de maneira mais ampla, pode-se utilizar um índice menos específico que represente o aspecto pretendido. A natureza dos itens irá determinar a especificidade ou não do indicador.

2) Relações binárias entre itens - Uma vez determinada a validade lógica do item considerado para inclusão no indicador, deve-se fazer uma análise das relações binárias entre eles para a determinação do tipo e da força da relação empírica que os pares de itens têm entre si.

Pares com relações muito fracas dificilmente estarão medindo a mesma dimensão da variável e devem ser eliminados. Relações demasiadamente fortes indicam que ambos os itens estão medindo a mesma dimensão da mesma maneira- neste caso um dos itens deve ser eliminado do indicador.

3) Análise multivariada - O objetivo principal da construção de um indicador é desenvolver um método de classificar o objeto da pesquisa de acordo com alguma variável. Os sujeitos da pesquisa são definidos como as variáveis de interesse. O indicador deverá ser capaz de demonstrar diferentes avaliações quando usado em diversos aspectos. Para que isso aconteça, cada item que constitui o indicador deve contribuir para a avaliação de cada sujeito de pesquisa. Por essa

razão, dois itens perfeitamente correlacionados não devem fazer parte do mesmo indicador. Se um deles já foi incluído, a adição do outro não ajudaria em nada.

4) Pontuação do indicador - Uma vez escolhidos os itens que irão compor o indicador, é necessário tomar duas decisões importantes. A primeira irá determinar o intervalo de variação do indicador e o número de casos em cada ponto do índice. Quanto maior o intervalo entre os dois extremos, menor o número de casos em cada extremo. Sendo assim, deve-se considerar o nível de graduação exigido pelo estudo para determinar o número de intervalos na escala do indicador. A segunda decisão importante a ser tomada é quanto cada item do indicador vai contribuir para o valor final. Na verdade deve-se decidir se cada um terá o mesmo valor ou se haverá um sistema de pesos.

Esses passos ajudam a orientar e padronizar a elaboração de indicadores em função da dimensão ou dimensões a serem avaliadas. A melhor compreensão das etapas na elaboração de indicadores auxilia a avaliação e utilização dos mesmos.

### 2.3.2 Critérios para a Escolha de Indicadores

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.

Para Meadows (1998), um dos problemas relacionados a eles é a sua seleção, pois indicadores inadequados conduzem a um sistema com problemas. Os indicadores têm um aspecto ambíguo, são importantes e perigosos ao mesmo tempo, na medida em que estão no centro do processo decisório.

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 a longo prazo.

Meadows (apud VAN BELLEN, 2005) relata alguns dos problemas referentes à escolha e à utilização de indicadores:

1- Superagregação, quando muitos dados são condensados num único índice, podendo levar a mensagens não-interpretáveis;

2- Mensuração do que é mensurável mais do que a medição do que é realmente importante, como exemplo, receitas em vez de qualidade de vida;

3- Dependência de falsos modelos que levam a resultados ambíguos como o problema da valoração monetária de recursos naturais não-renováveis;

4- Falsificação deliberada, quando um índice traz notícias negativas, podendo-se deliberadamente alterar algumas definições metodológicas de coleta de dados;

5- Desvio de atenção, com ferramentas e dados que deslocam o foco da observação dos atores envolvidos.

Ao analisar Meadows (1998), Van Bellen (2005) ressalta que os indicadores também podem levar a sociedade a uma percepção falsamente positiva da realidade, quando mal formulados ou baseados em modelos não confiáveis. Eles não são a realidade, não são completos e não contêm todos os elementos da realidade, com toda sua diversidade e possibilidades.

Devido à complexidade dos assuntos que abordam, normalmente é necessária uma lista ampla e abrangente dos mesmos relacionados 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, se obtenha uma lista extensa que tornaria difícil o monitoramento. Para

a redução na quantidade de indicadores, Bossel (apud GUERREIRO, 2004) sugeriu alguns procedimentos:

- Agregação - Utilizar o indicador representante da 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 possui 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.

Os critérios acima dispostos são bastante convergentes, apresentando variáveis que caminham para o mesmo fim. 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.

### 2.3.3 Modelos para a Classificação de Indicadores de Sustentabilidade

Bakkes et al. (apud FIDALGO, 2003) enfatiza a importância da classificação dos indicadores segundo algum modelo, citando que ela não representa apenas uma atividade intelectual, mas permite uma maior compreensão de quais indicadores devem ser utilizados para a obtenção de uma melhor descrição do sistema e quais podem ser agrupados para a obtenção de um possível índice.

Esses modelos, além de orientarem na seleção e elaboração deles, também podem auxiliar na sistematização do conjunto de indicadores propostos e descritos na literatura. Eles são baseados em abordagens que podem ser, segundo Maclaren (apud FIDALGO, 2003):

- Causais que se orientam pela noção de causa e efeito;
- Baseadas em domínio, que se estruturam a partir das dimensões-chave de sustentabilidade, ou seja, ambiente, economia e sociedade;
- Baseadas em metas, que partem da identificação das mesmas, por exemplo, capacidade suporte, necessidades humanas básicas, bem-estar social, prosperidade econômica, participação no governo etc.;
- Setoriais que definem indicadores para cada setor sob a responsabilidade do governo, como moradia, saúde, recreação, transporte, ambiente, desenvolvimento econômico;
- Baseadas em assuntos de interesse da comunidade, como poluição do ar, educação, emprego, serviços de saneamento básico, etc.

Segundo Van Bellen (2005), o modelo *pressure, state, response* (PSR), em português (PER), desenvolvido pela **OCDE** em 1998, é um dos que vem adquirindo cada vez mais importância internacional na criação de indicadores voltados à avaliação ambiental. O sistema PSR assume implicitamente que existe uma causalidade na interação dos diferentes elementos da metodologia.

- **Indicadores de Pressão** – Caracterizam as pressões sobre os sistemas ambientais e podem ser traduzidos por indicadores de emissão de contaminantes, eficiência tecnológica, intervenção no território e de impacto ambiental;
- **Indicadores de Estado** – Refletem a qualidade do ambiente num dado horizonte espaço/ tempo; são os indicadores de sensibilidade, de risco e de qualidade ambiental;
- **Indicadores de Resposta** – Avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais, bem como à adesão a programas e/ou implementação de medidas em prol do ambiente; podem ser incluídos neste grupo os indicadores de adesão social, de sensibilização e de atividades de grupos sociais importantes.

A Figura 1 apresenta a estrutura conceptual do modelo PSR da OCDE:



**Figura 1** - Modelo PSR (Pressure – State – Response) da OCDE - Estrutura Conceptual.  
Fonte: DGA (2001).

Os objetivos da **OCDE**, ao trabalhar com este modelo são: rastreamento do progresso ambiental (monitoramento do ambiente e de suas mudanças no tempo); integração entre preocupações ambientais e políticas públicas; integração entre preocupações ambientais e política econômica.

Para Van Bellen (2005), quando se trata de indicadores ambientais, algumas aproximações podem ser feitas, utilizando o sistema de média ou o de metas, empregando os parâmetros legais como objetivos dos mesmos. Segundo o autor, atualmente, a maior fonte de indicadores ambientais é a publicação regular da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OCDE (1993), que fornece um primeiro mecanismo para o monitoramento do progresso ambiental para os países participantes da instituição. O seu grupo de indicadores é limitado em tamanho, mas cobre uma vasta área de questões ambientais, representando uma reunião comum de indicadores dos países membros e adicionalmente, incorpora outros, derivados de alguns conjuntos setoriais e de sistemas de contabilidade ambiental.

Sustentabilidade é um conceito complexo e que possui diferentes abordagens, mas em todas está intrínseco o conceito de equilíbrio da biosfera e do bem estar da humanidade. Se nosso desenvolvimento atual não é sustentável, é porque degradamos alguns biomas naturais que forneciam serviços ambientais críticos, ou seja, essenciais ao nosso bem estar e que não podem ser substituídos pelo capital humano.

Indicadores de sustentabilidade surgem como alternativas válidas e importantes para descrever a sustentabilidade de sistemas, mas que precisam considerar seu verdadeiro significado e alcance. Finalizando, os indicadores constituem hoje uma componente de avaliação espacial de extrema importância, capazes de desencadear processos de observação territorial coerentes e adequados à realidade espacial. Revelando-se determinantes na resolução de problemas relacionados com o processo de ordenamento do território e planejamento ambiental, os indicadores permitem sustentar o processo de tomada de decisão, através da avaliação da informação, convertendo-a numa série de medidas úteis e significativas, reduzindo as probabilidades de adotar decisões desastrosas, inadvertidamente.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

As atividades que envolveram a metodologia desta investigação tiveram como objetivo principal o desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação ambiental. A ferramenta proposta é formada por um conjunto de indicadores ambientais com foco na avaliação do ciclo urbano da água e do saneamento básico de cidades de pequeno porte.

A produção dos indicadores teve como base principal a revisão bibliográfica realizada e apresentada na Fundamentação Teórica, deste volume, a respeito de indicadores de sustentabilidade ambiental e assuntos correlatos. Nessa etapa foi possível identificar os indicadores ambientais frequentemente utilizados em estudos e pesquisas especializadas, metodologias para elaboração e seleção dos mesmos e as vantagens e dificuldades de sua aplicação.

Em seguida, houve a participação de alguns professores do Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina para auxílio ao processo de desenvolvimento da ferramenta de avaliação ambiental. Participação aqui denominada por *Escolha Guiada*. Nessa etapa, a discussão com os especialistas foi fundamental para o estabelecimento dos critérios necessários à elaboração do conjunto de indicadores. O resultado das discussões levou à caracterização de eixos temáticos, nos quais procurou-se enfatizar a questão ambiental, o ciclo urbano da água e os sistemas de saneamento básico – aspectos de grande importância que devem ser considerados nos diagnósticos realizados para a elaboração de planos de desenvolvimento urbano.

Foram oito os eixos temáticos propostos: aspectos sócio-econômicos, área rural, área urbana, aspectos físicos do manancial de abastecimento, saneamento básico – abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana.

Além dos eixos temáticos relacionados diretamente ao ciclo da água foram incluídos o eixo aspecto sócio-econômicos e, os eixos relacionados às características físicas da área rural e urbana. A inclusão do eixo aspectos sócio-

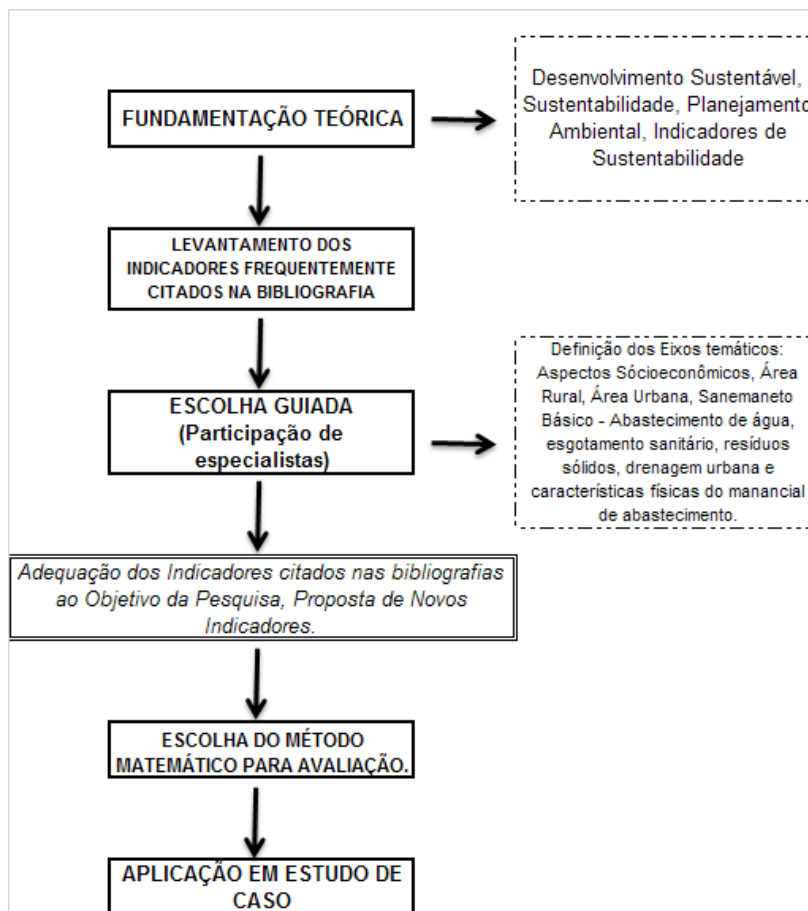
econômicos justifica-se uma vez que, segundo Alberti (1996), existe uma interdependência entre a sociedade urbana, o desenvolvimento econômico e o meio físico. A demanda das sociedades, que depende de aspectos diversos como cultural, econômico, social entre outros, tem reflexo no modo como os recursos naturais são explorados (BOLLMANN, 2003). A inclusão dos eixos aspectos físicos da área urbana foi motivada pela amplitude e importância dos impactos gerados pelas atividades desenvolvidas em tais áreas.

Após a definição dos mesmos, foi feita a análise dos indicadores ambientais relacionados ao ciclo urbano da água e aos sistemas de saneamento básico, frequentemente citados na literatura. Nessa etapa, alguns dos indicadores levantados foram descartados pela dificuldade que originaria sua validação, tanto em relação aos custos para obtenção dos dados quanto em relação à ausência de quadro técnico capacitado para levantamento dos mesmos e para a aplicação da ferramenta proposta; outros indicadores foram modificados e adaptados ao objetivo deste estudo e ainda houve a proposta de novos indicadores capazes de avaliar os objetivos aqui propostos e responder aos mesmos.

O resultado dos passos acima descritos deu origem a um conjunto de tabelas de avaliação – **check list**, identificadas por eixos temáticos e compostas por indicadores pertinentes a tais eixos.

A última etapa deste trabalho tratou da aplicação da metodologia desenvolvida, que foi testada na forma de Estudo de Caso por meio da aplicação da ferramenta em quatro Unidades de Análise pré-estabelecidas – as unidades de análise foram escolhidas levando em consideração suas características como população, facilidade de obtenção dos dados, as mesmas são municípios de pequeno porte do Norte do Paraná – seguida da discussão dos resultados.

A Figura 2 ilustra a seqüência metodológica aplicada.



**Figura 2** - Esquema da sequência metodológica empregada.

### 3.2 BASE DE DADOS DA PESQUISA

#### Indicadores Levantados – Revisão de Literatura

O levantamento dos indicadores apresentados nesta seção foi fundamentado no estudo das bases teórico-conceituais sobre indicadores ambientais e na investigação de experiências e estudos científicos que fizeram uso dos mesmos.

Fazem parte desta seleção pesquisas, experiências e estudos científicos publicados, consulta a órgãos públicos responsáveis ou envolvidos com sistemas de saneamento básico, administração pública, organizações. Entre as fontes de consulta pode-se citar instituições como IBGE, IPARDES, EMATER e documentos como Agenda 21, IQVU-BH, OCDE, entre outros.

O estudo de maior destaque para o levantamento dos indicadores propostos nesta pesquisa foi o de Magalhães Junior (2007) – Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Na introdução, o autor explica que “o atual Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) tem, entre seus princípios mais difundidos, a descentralização e a participação social em nível de organismos de bacia. No entanto, para a consolidação dos Comitês de Bacias Hidrográficas é necessário dispor de dados de boa qualidade e de formas de tratamento e utilização dos mesmos em escalas adequadas. O tema geral do trabalho é o papel estratégico dos indicadores ambientais na gestão da água e seu potencial de utilização, como uma ferramenta na gestão e proteção dos recursos hídricos.

Além do estudo ou pesquisa citado, outros trabalhos que abordam indicadores de sustentabilidade, em sua maioria, relacionados à dimensão ambiental como: Braga et al. (2003), Bollmann (2001), Borja e Moraes (2003a e b), Garcias e Nucci, (1993), Phillipi Junior (2005), Miranda (2003), Milanez e Teixeira (2001), Fidalgo (2003), entre outros, serviram de base para a seleção dos indicadores propostos na ferramenta desenvolvida.

De acordo com SICHE, Raúl et al. (2007), existe certa confusão sobre o significado de índice e indicador, onde muitas vezes são erroneamente utilizados como sinônimos. Em uma análise superficial, índice e indicador possuem o mesmo significado. Para alguns pesquisadores, a diferença está em que um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem. O índice pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão, e é considerado um nível superior da junção de um jogo de indicadores ou variáveis. O termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Normalmente um indicador é utilizado como um pré-tratamento aos dados originais.

Como na literatura consultada foram encontrados vários índices, os professores participantes da *Escolha Guiada* prevendo a dificuldade de análise e monitoramento do conjunto sugeriu que fossem trabalhos apenas os parâmetros principais de cada índice, concentrando a busca em seu indicador mais representativo.

São apresentados na Tabela 2 os indicadores levantados com base no referencial bibliográfico estudado. Sob orientação dos Professores – *Escolha Guiada* – os indicadores selecionados foram adaptados à realidade dos municípios de pequeno porte escolhidos para a aplicação. Para isso, levou-se em consideração: a facilidade de validação e monitoramento, a viabilidade relativa aos custos operacionais – tendo em vista que se tratam de municípios carentes de corpo técnico e recursos humanos e financeiros.

**Tabela 2** - Indicadores Ambientais mais utilizados em diversos estudos e levantados nas Bibliografias durante a etapa de Revisão de Literatura

TEMA	INDICADOR/ TAXA/ INDICE - LITERATURA
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	Densidade populacional total, urbana, rural - (hab/ Km <sup>2</sup> )
	IDH-M
	Índice de pobreza - (% da pop. Total)
	Índice de urbanização - (% áreas impermeabilizadas)
VEGETAÇÃO	Índice de indústrias com potencial poluidor (% em relação às outras áreas)
	Índice de cobertura vegetal - (%)
	Índice de cobertura florestal natural- (%)
	Índice de cobertura vegetal plantada - (%)
	Extensão de rios com matas ciliares em conformidade legal (Km %)
ABASTECIMENTO DE ÁGUA / QUALIDADE DA ÁGUA	Densidade de lavouras e pastagens no município - (%)
	Índice de captação de água para abastecimento urbano - (m <sup>3</sup> /hab)
	Índice de consumo de água de abastecimento público - (m <sup>3</sup> /hab)
	Índice de abastecimento urbano de água via rede geral - (% pop)
	Índice de captação de água subterrânea - (% volume médio anual de recarga dos aquíferos).
	Índice de perda de água no sistema de abastecimento - (% vol. Produzido)
	Índice de exploração dos estoques hídricos para o abastecimento - (% /ano)
	Índice de abastecimento de água canalizada de poços ou nascentes - (% da pop. / ano)
	IQA para águas superficiais - (média anual com regra dos 90%)
	IQA para águas subterrâneas - (média anual com regra dos 90%)
	Taxa de conformidade da água segundo o OD - (% amostras)
	Taxa de conformidade da água potável quanto aos coliformes fecais - (% amostras sem coliformes)
	Taxa de conformidade da água em relação à DBO - (% amostras)
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Índice de tratamento dos esgotos coletados - (%)
	Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos - (% pop.)
	Índice de tratamento de esgotos em relação ao volume de água consumido - (%)
	Índice de população rural e urbana servida por fossa séptica - (%)
	Índice de remoção de coliformes fecais em ETES - (%)
	Índice de população cujos esgotos são lançados diretamente em rios ou lagos - (%) / ano.
RESÍDUOS SÓLIDOS	Índice de coleta de esgoto em relação ao volume de água consumido - (%)
	Índice de lixo corretamente disposto - (% do volume depositado no aterro)
	Taxa de população atendida por coleta de lixo - (%)
	Taxa de produção de lixo - (%)
DRENAGEM	Taxa de população atendida por coleta seletiva de lixo - (%)
	Coefficiente de escoamento superficial - (%)
	Índice de cobertura de drenagem urbana - (Km/ Km <sup>2</sup> )
	Probabilidade de ocorrência de secas, estiagens e inundações (n° eventos/ tempo)
DRENAGEM	Índice de risco de não atendimento as demandas em relação ao tempo de retorno ( numero de anos da série de dados em que ocorra pelo menos uma falha/ n° total de anos da série).
	Índice de impermeabilidade do solo (% de área impermeabilizada)
	Índice de suscetibilidade do solo à erosão acelerada - (% da área atingida)

Fonte: O Autor.

### 3.3 ELABORAÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES

Esta etapa visou estabelecer os critérios para a seleção/adaptação e elaboração do conjunto de indicadores. Para isso, foram propostos eixos temáticos para organizar o sistema de avaliação ambiental a ser criado e facilitar o levantamento e elaboração dos indicadores. Os eixos propostos foram:

- 1 – Eixo Temático Aspectos Sócio-Econômicos;
- 2 – Eixo Temático Área Rural;
- 3 – Eixo Temático Área Urbana;
- 4 – Eixo Temático Saneamento Básico/ Características Físicas do Manancial de Abastecimento;
- 5 – Eixo Temático Saneamento Básico/ Abastecimento de Água.
- 6 – Eixo Temático Saneamento Básico/ Esgotamento Sanitário;
- 7 – Eixo Temático Saneamento Básico/ Drenagem Urbana;
- 8 – Eixo Temático Saneamento Básico/ Resíduos Sólidos.

Em seguida, para a elaboração do conjunto de indicadores foi considerado o modelo Pressão-Estado-Resposta, desenvolvido pela OECD (1998), para o estudo de indicadores ambientais globais. Tal modelo vem sendo aceito e adotado internacionalmente. Baseia-se no conceito de causalidade: as atividades humanas exercem **pressão** sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu **estado**. A sociedade **responde** a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais. Embora esse modelo possa sugerir uma interação linear entre atividades e ambiente, deve-se considerar que tais relações são complexas. A partir dele são especificados três tipos de indicadores ambientais:

- Indicadores da pressão ambiental - descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais;
- Indicadores das condições ambientais ou de estado – referem-se à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele;
- Indicadores das respostas - são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à

prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.

O modelo PER e suas variantes tem como principal vantagem a apresentação de uma visão conjunta dos vários componentes de um problema ambiental. Isto facilita não só o diagnóstico do problema, mas também a elaboração de políticas públicas com o objetivo de solucioná-lo. Sua aplicação vai além da mera constatação da degradação ambiental, revela a abrangência do impacto, suas causas, o que está por trás dessas causas e as ações tomadas para melhorar esse quadro.

O modelo PER é considerado adequado e abrangente para uma abordagem inicial de problemas ambientais. Sua adoção não impede que num segundo momento sejam incorporadas outras variáveis, além das relacionadas à pressão, estado e resposta, e se trabalhe com um modelo mais complexo.

Ao final, como resultados da metodologia proposta foram geradas as tabelas de avaliação para cada eixo temático compostas por indicadores de Pressão – Estado – Resposta. Os indicadores de pressão são identificados na tabela pela cor vermelha; os de estado, pela cor azul e os de resposta, pela cor verde. As tabelas apresentam também os parâmetros para avaliação dos mesmos. Tais parâmetros foram amplamente discutidos com os professores que participaram da *Escolha Guiada* com o objetivo de tornar a avaliação simples, capaz de ser feita por qualquer pessoa, porém de maneira eficaz.

### 3.4 TRATAMENTO DOS DADOS – NORMALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

A partir da revisão bibliográfica realizada e da discussão com os professores, foram estabelecidos critérios e regras para avaliação dos indicadores elaborados. A definição dos mesmos partiu da premissa de que a avaliação ambiental é baseada em julgamento, seja do usuário ou do tomador de decisão, representado por um indivíduo ou um grupo, porém os resultados e a análise devem permitir aos gestores e ao público em geral tirarem conclusões sobre o estado do

meio ambiente e da própria sociedade, suas principais interações e as prioridades de ação.

Neste trabalho, a transformação de uma qualidade (sustentabilidade) em uma quantidade (expressa por números) é fruto da necessidade que a sociedade tem de trabalhar com dados objetivos e ferramentas que quantifiquem grandezas mensuráveis, capazes de orientar os processos decisórios.

Embora a experiência do(s) avaliador(es) seja(m) importante(s) em qualquer processo de análise, para a avaliação se tornar uma prática sistemática, é necessária definição de critérios de julgamento e que estes sejam descritos de forma clara e objetiva. Visando a este fim, seguida à elaboração das tabelas de avaliação dos eixos temáticos compostas por indicadores de sustentabilidade, buscou-se um método matemático para permitir que no agrupamento e análise das informações obtidas com a aplicação do material, fosse possível a compreensão de suas particularidades e a sua função como componente do todo.

O primeiro passo rumo à elaboração do método matemático foi a definição da condição que se pretendia medir. Para isso, foi buscado na literatura o significado para o termo Sustentabilidade que melhor representasse as variáveis propostas por este estudo. Segundo Prescott-Allen (1999 apud VAN BELLEN, 2005), “uma sociedade está mais próxima de ser sustentável se sua condição (bem-estar) é alta, e o estresse (oposto do bem-estar ambiental) sobre o sistema ecológico é baixo”.

Portanto, as tabelas de avaliação dos eixos temáticos buscam indicar e, ou evidenciar a direção em relação à sustentabilidade que determinado eixo temático de um certo município encontra-se da mesma.

A partir de então, foram instituídos valores mínimo e máximo para as variáveis que compõem cada indicador, estabelecendo-se assim uma relação linear para a avaliação dos mesmos. Eles foram dados seguindo ordem hierárquica do nível mais alto para o mais baixo.

Assim, variam de 0 (zero) a 5 (cinco) pontos. O valor 0 (zero) é dado à classe das variáveis representativas da situação de pressão ou impacto negativo ao meio avaliado; e 5 (cinco), à classe representativa da situação ótima ou ideal.

Esta última é classificada como o valor indicativo de sustentabilidade para o sistema avaliado. Atingir valor igual ou maior que à média relativa ao valor ótimo significa que o eixo avaliado apresenta tendência favorável à sustentabilidade.

Valor abaixo da média relativa ao valor ótimo indica tendência desfavorável. Ou seja, se:

$\sum \text{variáveis} < \mu \text{ média situação ideal} = \text{Tendência Desfavorável a Sustentabilidade.}$   
 $\sum \text{variáveis} > \mu \text{ média situação ideal} = \text{Tendência Favorável a Sustentabilidade.}$

O procedimento anteriormente descrito foi utilizado individualmente para a avaliação de cada eixo temático do município estudado.

Os eixos avaliados são considerados igualmente importantes, ou seja, independentemente de cada eixo apresentar valores distintos relacionados à pontuação ótima ou máxima, em cada tabela a somatória das pontuações ótimas representavam uma tendência mais forte em direção à sustentabilidade.

Ao final, a soma dos pesos de cada eixo pôde evidenciar qual o eixo temático está mais deficitário e necessita de prioridades de ação e investimentos.

### 3.5 RESULTADOS DA METODOLOGIA

Neste item, como resultado do procedimento metodológico adotado, será apresentado o rol de indicadores selecionados por eixo temático. Os mesmos serão apresentados na forma de Tabelas, onde estarão listados os indicadores selecionados com as respectivas escalas de valores definidas e atribuídas. Será apresentada também uma breve consideração sobre cada indicador.

A divisão de cada indicador em escalas e valores foi definida a partir da sucessão de discussões e ajustes tidos em conjunto com os professores da área de saneamento da Universidade Estadual de Londrina. Para isso, procurou-se considerar os aspectos técnicos e os fatores relacionados a facilidade operacional da aplicação.

Observa-se que no caso dos indicadores do eixo temático aspectos sócio-econômicos não foram atribuídos escalas de valores às classes dos mesmos, pois apesar de manterem uma inter-relação com o ciclo urbano da água e o

saneamento básico, não estão sendo diretamente avaliados; a consideração feita sobre eles é breve e apresentada na própria Tabela já que se tratam de dados estatísticos obtidos em órgão oficial.

### 3.5.1 Eixo Temático Aspectos Sócio-Econômicos

A análise dos indicadores sócio-econômicos tem grande relevância, uma vez que permitirá a avaliação das condições sociais e econômicas dos municípios estudados, da representatividade dos mesmos perante a região e de seu grau de desenvolvimento. Em resumo, há uma relação causa/efeito entre o homem e o meio, onde os principais condicionantes são os aspectos ou fatores sócio-econômicos.

Na Tabela 3 são apresentados os indicadores selecionados para o eixo temático Aspectos Sócio-Econômicos e suas respectivas escalas.

Considerando o aspecto informativo dos indicadores sócio-econômicos os resultados referentes às unidades de análise foram apresentados na Tabela 3 deste item.

**Tabela 3 - Avaliação do Eixo Temático Aspectos Sócio-Econômicos dos municípios de Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.**

INDICADORES SOCIOECONOMICOS				
ÍTEM	INDICADOR	AVALIAÇÃO	MUNICÍPIO	ATUAL
A S P E C T O S  S O C I O E C O N Ô M I C O S	IDH - M.	Medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população. O índice varia de zero (nenhum desenvolvimento humano) até 1 (desenvolvimento humano total), sendo feita a classificação do seguinte modo: Quando o IDH está entre 0 e 0,499, é considerado baixo. Quando o IDH está entre 0,500 e 0,799, é considerado médio. Quando o IDH está entre 0,800 e 1, é considerado alto.	Abatiá	0,71
			Congoinhas	0,692
			Rancho Alegre	0,738
			Sta. Cecília do Pavão	0,712
	Densidade Demográfica.	Medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente expressa em habitantes por quilometro quadrado.	Abatiá	29,7 hab/km <sup>2</sup>
			Congoinhas	16,07 hab/km <sup>2</sup>
			Rancho Alegre	23,78 hab/km <sup>2</sup>
			Sta. Cecília do Pavão	31,2 hab/km <sup>2</sup>
	Grau de Urbanização.	Indica a proporção da população total que reside em áreas urbanas, segundo a divisão político-administrativa estabelecida pelas administrações municipais. População urbana residente x 100 / População total residente.	Abatiá	64,85%
			Congoinhas	59,92%
			Rancho Alegre	83,18%
			Sta. Cecília do Pavão	73,87%
	Índice de Gini.	Mede o grau de distribuição da renda (ou em alguns casos os gastos com o consumo) entre os indivíduos em uma economia. Medido com referência ao desvio de uma distribuição perfeita, um índice de GINI <b>zero</b> implica em uma perfeita equanimidade na distribuição da renda, enquanto que um índice de 1 implica na perfeita desigualdade.	Abatiá	0,47
			Congoinhas	0,52
			Rancho Alegre	0,49
			Sta. Cecília do Pavão	0,52
	Taxa de Pobreza.	Percentual da população de 10 anos ou mais de idade com rendimento médio mensal inferior a um salário mínimo.	Abatiá	27,55%
			Congoinhas	36,79%
			Rancho Alegre	23,06%
			Sta. Cecília do Pavão	36,74%
Taxa de Analfabetismo de 15 anos ou mais.	Percentual das pessoas com 15 anos e mais de idade incapazes de ler ou escrever um bilhete simples.	Abatiá	21,00%	
		Congoinhas	23%	
		Rancho Alegre	15,20%	
		Sta. Cecília do Pavão	23,10%	
População Economicamente Ativa.	Compreende todas as pessoas com 10 anos ou mais de idade, que constituem a força de trabalho do município. Abrange os empregados e empregadores, os trabalhadores autônomos, os trabalhadores que estão temporariamente desempregados etc.	Abatiá	47,95%	
		Congoinhas	48,43%	
		Rancho Alegre	51,46%	
		Sta. Cecília do Pavão	47,12%	
PIB - Per Capita.	Soma de todas as riquezas produzidas no município, dividido pelo número de habitantes.	Abatiá	R\$ 5.305	
		Congoinhas	R\$ 6.721	
		Rancho Alegre	R\$ 5.813	
		Sta. Cecília do Pavão	R\$ 10.151	
Participação econômica Setor Primário.	O desempenho do PIB é decorrente da performance dos três setores que o compõem a economia: Agropecuária, Indústria e Serviços.	Abatiá	R\$ 14.988,343	
		Congoinhas	R\$ 27.132,234	
		Rancho Alegre	R\$ 25.841,627	
		Sta. Cecília do Pavão	R\$ 17.842,715	
Participação econômica Setor Secundário.	O desempenho do PIB é decorrente da performance dos três setores que o compõem a economia: Agropecuária, Indústria e Serviços.	Abatiá	R\$ 1.786,639	
		Congoinhas	R\$ 2.098,118	
		Rancho Alegre	R\$ 6.257,344	
		Sta. Cecília do Pavão	R\$ 1.020,757	
Participação econômica Setor Terciário.	O desempenho do PIB é decorrente da performance dos três setores que o compõem a economia: Agropecuária, Indústria e Serviços.	Abatiá	R\$ 84.330	
		Congoinhas	R\$ 5.424,971	
		Rancho Alegre	R\$ 2.429,462	
		Sta. Cecília do Pavão	R\$ 2.652,125	
Porcentagem da população urbana que vive em domicílios com abastecimento adequado de água.	Considera-se adequado o abastecimento através de rede geral com canalização interna ou através de poço ou nascente com canalização interna.	Abatiá	94,9%	
		Congoinhas	92,6%	
		Rancho Alegre	97,2%	
		Sta. Cecília do Pavão	96,2%	

Fonte: O Autor.

### 3.5.2 Eixo Temático - Área Rural

A abordagem do eixo temático Área Rural foi estabelecida considerando o fato de que as atividades da cidade afetam o campo e são afetadas, ao mesmo tempo, pelas ações do campo.




Dentre as maiores fontes não pontuais de aporte de nutrientes para os ecossistemas aquáticos que, conseqüentemente, aumentam a eutrofização dos recursos hídricos, está a área agrícola, especialmente aquelas onde não existem práticas conservacionistas de uso do solo (XAVIER, 2005).

Outros impactos como o desmatamento de largas áreas de vegetação nativa, reservas legais e mata ciliar para aumento da área destinada à produção agrícola, o uso de fertilizantes e de agrotóxicos, a exploração agropecuária, a irrigação de grandes áreas, entre outros dão origem a processos erosivos, de assoreamento, contaminação dos rios, ribeirões e córregos, lagoas, lagoas e nascentes. Somado a isso, o avanço das ocupações urbanas em direção à área rural, geram desequilíbrios no meio e afetam a qualidade da água das hidrografias.

São mostrados na Tabela 4, os indicadores propostos para a avaliação do eixo temático Área Rural, suas escalas e valores para a aplicação do material.

**Tabela 4 - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Área Rural dos municípios de Abatí, Conginhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.**

TEMA		INDICADOR	CIDADE		
			AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).		3
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0
		Composição do solo.	Solo argiloso (>50% argila)		5
			Solo mediantemente argiloso.		3
			Solo arenoso.		0
	P	Uso e manejo do solo agrícola.	Cobertura do solo com pastagem bem manejada (curvas de nível, pastoreio controlado para o solo não ficar sujeito à erosão).		5
			Cultura extensiva bem manejada ( proteção contra a erosão) e uso racional de agrotóxicos).		4
			Cultura extensiva mal manejada e com pouco controle no uso de agrotóxicos.		3
			Pastagem degradada com sinais de erosão e solo exposto.		2
			Agricultura com uso intensivo de agrotóxicos (tomate, morango e etc).		0
		Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).	Todos os corpos hídricos possuem vegetação ciliar, conforme disposto no Código Florestal.		5
			Todos os corpos hídricos apresentam vegetação ciliar porém em faixas inferiores a 30m.		3
			Os corpos hídricos apresentam margens muito expostas e com sinais de erosão.		0
		Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).	Todas as propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		5
			Até 50% das propriedades agrícolas possuem reserva legal.		4
			Até 10% das propriedades possuem área de reserva legal preservada.		3
			Menos de 10% da propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		0
Conservação e Proteção das Nascentes.	Todas as nascentes possuem faixa de vegetação conforme legislação (50m - mata ciliar)		5		
	Nascente protegida porém com mata ciliar inferior a 50m.		3		
	As nascentes não apresentam nenhuma mata ciliar às protegendo.		0		
<b>TOTAL</b>					<b>30</b>

-  PRESSÃO
-  ESTADO
-  RESPOSTA

Fonte: O Autor.

## **Considerações sobre os indicadores selecionados para o eixo Temático Área Rural**

- **Condições Topográficas.**

Áreas com declividades superiores a 30% e que não apresentam medidas de conservação e manejo do solo são mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos. Em áreas acidentadas, o escoamento superficial atinge maior velocidade causando maior erosão do que naquelas de topografia mais suave, podendo degradar o solo e assorear os rios.

- **Composição do solo.**

Solos argilosos, em geral, têm menor permeabilidade, resistem mais à erosão, sendo considerados de baixa erodibilidade. A sua fertilidade também influi na sua resistência à erosão: solos naturalmente férteis ou adequadamente adubados propiciam um melhor desenvolvimento de plantas, que irão cobri-lo melhor, protegendo-o da erosão.

Os arenosos permitem uma maior infiltração da água quando comparados aos solos argilosos.

- **Uso e manejo do solo agrícola.**

A erosão do solo é causada principalmente pelo vento e pela água, que associados às práticas de cultivo incorretas, aceleram este fenômeno. Quando o solo está descoberto ou quando a vegetação é pobre, o escoamento superficial arrasta a frágil camada arável provocando perda de solo e redução de sua fertilidade. Solos em declive e solos leves, contendo pouca matéria orgânica, que ajuda a dar coesão a ele, são propensos à erosão.

Diversas pesquisas mostram que a cobertura vegetal é uma das maneiras mais eficientes de protegê-lo contra a erosão. Sendo assim, é necessário mantê-lo coberto com plantas ou restos vegetais (palhada), que impedirão o impacto das gotas de chuva e a desagregação inicial.

Quanto às pastagens, estas podem ser consideradas sistemas conservacionistas, desde que bem manejadas. São menos eficientes que as florestas no controle de erosão. Para tanto, é necessário avaliar o número de animais que a área suporta, pois, se este for maior do que a capacidade de suporte, as consequências serão: diminuição da cobertura vegetal; exposição do solo ao impacto das gotas de chuva; compactação do solo causada pelo pisoteio excessivo

de animais na área; diminuição da infiltração de água no solo e aumento do volume de escoamento.

Outra maneira eficiente de se controlar a erosão é o uso de práticas de caráter edáfico, que visam melhorar e manter a fertilidade do solo, tais como calagens e adubações equilibradas, incorporação e manejo de matéria orgânica, rotação de culturas e eliminação ou controle de queimadas. Elas contribuem para tornar o solo mais fértil, o que aumenta a cobertura vegetal e a proteção contra o impacto das gotas de chuva, melhorando também a infiltração de água no solo, o que diminui o volume de escoamento (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

- **Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).**

A preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação e ao manejo adequado do solo, garantem a proteção de um dos principais recursos naturais: a água.

As principais funções das matas ciliares são:

- + Controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais;
- + Minimizar os efeitos de enchentes;
- + Manter a quantidade e a qualidade das águas;
- + Reter os possíveis resíduos de produtos químicos como agrotóxicos, fertilizantes e outros;
- + Auxiliar na proteção da fauna local.

Conforme o **Código Florestal Brasileiro** determina, os cursos de água devem apresentar margens com faixas de vegetação de no mínimo 30m. São apresentadas na Tabela 5 as dimensões das faixas de mata ciliar em relação à largura dos rios, lagos, etc; estipulados pela referida legislação.

**Tabela 5** - Dimensões das faixas de mata ciliar em relação à largura dos rios, lagos, etc, segundo o Código Florestal Brasileiro

Situação	Largura Mínima da Faixa
Rios com menos de 10 m de largura.	30 m em cada margem.
Rios com 10 a 50 m de largura.	50 m em cada margem.
Rios com 50 a 200 m de largura.	100 m em cada margem.
Rios com 200 a 600 m de largura.	200 m em cada margem.
Rios com largura superior a 600 m.	500 m em cada margem.
Nascentes.	Raio de 50 m.
Lagos ou reservatórios em áreas urbanas.	30 m ao redor do espelho d'água.
Lagos ou reservatórios em zona rural, com área menor que 20 ha.	50 m ao redor do espelho d'água.
Lagos ou reservatórios em zona rural, com área igual ou superior a 20 ha.	100 m ao redor do espelho d'água.
Represas de hidrelétricas.	100 m ao redor do espelho d'água.

**Fonte:** Código Florestal Brasileiro.

- **Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).**

É uma área localizada no interior da propriedade ou posse rural, que deve ser mantida com sua cobertura vegetal nativa, seja de florestas ou outras formas de vegetação, por ser necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas, à conservação da biodiversidade e a reabilitação dos processos ecológicos.

A legislação vigente estabelece um percentual mínimo de reserva legal para as propriedades rurais, que corresponde a 20% do total da propriedade (Lei nº 4.771/65 – Código Florestal e Medida provisória nº 2.166 – 67, de 2001).(BRASIL, 1965, 2001)

- **Conservação e Proteção das Nascentes.**

Para manutenção da qualidade da água das hidrografias as áreas de Nascentes, segundo o **Código Florestal Brasileiro**, devem apresentar área de preservação com vegetação nativa de no mínimo 50m de raio.

### 3.5.3 Eixo Temático Aspectos Físicos - Área Urbana

A área urbana, pelo fato de agregar maior densidade populacional e grande número de atividades econômicas e sociais, torna-se um espaço de intenso consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, de geração de resíduos.

De acordo com Tucci (2007), a concentração de pessoas em um mesmo espaço sem planejamento e infraestrutura tem produzido desafios significativos relacionados com as águas urbanas, entre os quais podem ser citados:




- Contaminação dos rios e aquíferos por poluição pontual e difusa, tanto em área rural quanto urbana devido ao escoamento que carrega materiais ou favorece a percolação de contaminantes em direção à água; falta de coleta e tratamento dos esgotos sanitários e efluentes industriais;
- Áreas degradadas devido à erosão do solo e de canais naturais, com conseqüente assoreamento dos rios;
- Contaminação por resíduos sólidos devido à inexistência e ou ineficiência da coleta, tratamento e disposição dos resíduos sólidos, pela falta de varrição das ruas, passeios, entre outros.

Esses três grupos de impactos, segundo o autor, refletem negativamente sobre a qualidade da água nas áreas urbanas.

Na Tabela 6 são apresentados os indicadores propostos para o Eixo Temático Área Urbana, bem como suas respectivas classes e valores.

**Tabela 6 - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Área Urbana dos municípios de Abatiá, Congonhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.**

		CIDADE			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ÁREA URBANA	E Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5	
		Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).		3	
		Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0	
	P Ocupação e Taxa de impermeabilização dos lotes urbanos	Predomínio de Lote natural sem ocupação. (0%)		5	
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento e laterais não impermeabilizados. (50%)		4	
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais não impermeabilizados. (75%)		3	
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais parcialmente impermeabilizados. (80 a 90%)		2	
		Predomínio de Lote totalmente impermeabilizado. (100%)		0	
	P Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale)	Não possui ocupações irregulares.		5	
		Possui ocupações irregulares.		0	
	P Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).	Não apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados e/ou não apresenta hidrografia em área urbana.		5	
		Apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados.		0	
	R Pressões Antrópicas sobre os rios.	Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar em todo seu entorno e sem restrições de fluxo.		5	
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e sem restrições em seu fluxo.		4	
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e possui restrições de fluxo.		3	
		Apresenta rios canalizados		0	
		R Problemas de inundação.	Não apresenta problemas de inundação.		5
			Apresenta problemas relacionados à ocupação de áreas de inundação natural dos rios e fundos de vale.		3
Apresenta problemas relacionados à ocupações em áreas de inundação natural dos rios, desmatamento da vegetação ciliar, ocupação de encostas e drenagem pluvial ineficiente e/ou ausente.				0	
R Problemas de Erosão.	Não apresenta problemas de erosão, apresenta encostas e vegetações bem preservadas.		5		
	Apresenta encostas desmatadas, porém sem ocupações.		3		
	Apresenta encostas desmatadas e ocupadas por assentamentos irregulares ou não.		0		
<b>TOTAL</b>				<b>35</b>	

	PRESSÃO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

- **Condições topográficas**

A ocupação de áreas com grandes inclinações aliada ao desmatamento e a redução das áreas permeáveis trazem riscos à população devido ao aumento dos processos erosivos e à possibilidade de deslizamento de encostas.

A Lei Federal 6766/79 estabelece que “em áreas com declividade acima de 30% (15°) não será permitido o loteamento do solo” (BRASIL, 1979). “Áreas com declividade acima de 30% são consideradas bastante declivosas, o que dificulta e onera a urbanização, pela sua maior suscetibilidade à erosão e pela

instabilidade das encostas, principalmente, quando da retirada da vegetação e dos trabalhos de movimentação da terra.”

- **Ocupação e taxa de impermeabilização dos lotes**

A elevada taxa de impermeabilização do solo urbano é um dos fatores que amplia o volume de água a ser escoado pelo sistema de drenagem urbana. As áreas internas aos terrenos de residências e mesmo de edifícios públicos costumam ser totalmente impermeabilizadas, o que impede a infiltração da água da chuva no solo e sobrecarrega o sistema de drenagem.

- **Ocupações irregulares**

Entende-se por loteamentos irregulares o processo de consolidação de loteamentos em áreas impróprias à urbanização, executados frequentemente em desacordo com as legislações vigentes, as quais deveriam ser preservadas no intuito de minimizar os impactos advindos das ocupações. Esses problemas ocorrem em áreas de preservação permanente – fundos de vales, regiões periféricas dos centros urbanos, entre outros. A expansão periférica das cidades e a forma precária como são implantados os assentamentos informais ou espontâneos resultam em quadros de degradação físico-ambiental.

- **Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).**

Sabe-se que uma parte do esgoto doméstico e industrial das cidades é lançada clandestinamente nos rios, córregos e lagoas. Mas, mesmo que os efluentes domésticos e industriais fossem integralmente direcionados para as estações de tratamento, os corpos d'água continuariam poluídos. As fontes de poluição difusa são variadas, partindo de todas as superfícies impermeáveis da cidade, como ruas, calçadas, pavimentos de residências e condomínios, telhados, galpões, coberturas, estacionamentos, entre outros. Nos dias secos, essas superfícies recebem a deposição de fuligens e poeiras da atmosfera, além de resíduos do desgaste da cobertura asfáltica, de pneus, peças automotoras e de restos de combustão de gasolina e diesel. Como consequência, quando há um período de alguns meses sem precipitação, seguido de uma precipitação intensa, o escoamento superficial carrega esse material junto com os resíduos sólidos para os rios utilizados para lançamento de águas pluviais urbanas.

- **Pressões antrópicas sobre os rios**

A ocupação do homem de forma cada vez mais desordenada vem ocasionando uma cadeia de impactos às bacias hidrográficas, devido aos

desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas gerando a impermeabilização dos solos, alteração da topografia, lançamento de efluentes industriais e esgotos domésticos nos rios e lagos, erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água, entre outras atividades.

Enfim, as modificações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos afetam a vida da população, trazendo diversos tipos de problemas, como as dificuldades na captação de água de boa qualidade para abastecimento público, a escassez de água, as doenças de veiculação hídrica, etc. Outro fator importante a evidenciar são as enchentes e inundações.

- **Problemas de inundação**

Ocupações irregulares em áreas naturais de inundação das hidrografias, impermeabilização excessiva na área urbana, obstruções do escoamento por obras de engenharia, mau dimensionamento e falta de manutenção dos dispositivos de drenagem, entre outros são fatores favoráveis à ocorrência de eventos de inundação nas áreas urbanas.

- **Problemas de erosão**

Como fator condicionante principal na deflagração dos processos erosivos, ressalta-se o homem, nas suas várias formas de atuação, como o desmatamento, construção de obras civis, etc. que são responsáveis pelo desequilíbrio das condições ambientais "naturais". A expansão urbana tem alcançado progressivamente terrenos topograficamente mais acidentados, geologicamente mais susceptíveis à erosão e que, via de regra, implicam grandes operações de terraplenagem. Por outro lado o material resultante do processo erosivo, quando sedimenta, dá origem ao assoreamento de córregos, rios, bueiros e galerias de drenagem, constituindo-se em uma das principais causas das enchentes metropolitanas, sem contar os prejuízos que podem provocar em obras como as de captação de águas de abastecimento, entre outros.

O problema da erosão, tanto no meio rural quanto no urbano, por causar grandes danos à terra e aos recursos hídricos, fornece um requisito adicional para o planejamento urbano. O seu controle exige que sejam estabelecidos limites e restrições a certos usos e ocupação do solo.

### 3.5.4 Eixo Temático Saneamento Básico – Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água tem como objetivo proporcionar à população o fornecimento de água sem interrupções, em quantidade suficiente com pressões adequadas e com a qualidade exigida pela legislação.

A degradação dos mananciais eleva o custo do tratamento da água para abastecimento, uma vez que gera a necessidade de aumento no uso de produtos químicos e a busca de processos mais complexos para o tratamento e melhoria da qualidade da água. Ainda gera problemas operacionais e econômicos, pois os custos operacionais para o tratamento da água e a manutenção do atendimento à demanda aumentam paulatinamente com a redução da qualidade da água, podendo levar até a inviabilização do sistema e à necessidade de investimentos em novas alternativas técnicas de tratamento. Por isso, a avaliação do eixo Saneamento Básico – Abastecimento de Água deve ter como meta a análise de aspectos técnicos, operacionais e de infraestrutura das estações de tratamento de água, somados à análise das condições físicas do manancial de abastecimento e do entorno de sua bacia.

Um breve parêntese deve ser feito quanto à proposta de indicadores para avaliação do eixo temático características físicas do manancial de abastecimento, pois os mananciais podem ser divididos em dois tipos principais – mananciais de águas superficiais e de águas subterrâneas. Em geral, as águas dos mananciais subterrâneos apresentam melhor qualidade quando comparados a dos superficiais; isto ocorre pelo fato dessas águas em função do tipo e aquífero, estarem mais protegidas. Porém, mesmo os aquíferos confinados estão sujeitos a poluição, que pode ocorrer na zona de recarga ou através de fraturas na rocha, ou ainda devido à perfuração e execução não apropriada de poços.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 92, de 05 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008), estabelece alguns critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro a fim de identificar, prevenir e reverter processos de superexploração, poluição e contaminação, considerando especialmente as áreas de uso restritivo – estabelecidas como medida de alcance aos objetivos propostos pela resolução. A resolução propõe a elaboração de estudos hidrogeológicos

regionais e locais para o conhecimento das características físicas e hidrogeológicas dos aquíferos, de modo que a exploração possa ser feita de forma sustentável.

O fator que dificulta a elaboração de tais estudos e implementação de programas de monitoramento é o custo gerado para realização dos mesmos. Normalmente inclui a coleta e processamento de dados, salários de pessoal técnico e administrativo, aquisição de terrenos de interesse para áreas de proteção, monitoramentos, etc. Entretanto, é somente uma fração do custo total para despoluição ou para o desenvolvimento de novas fontes de suprimento de água.

Como este estudo visa propor uma ferramenta de fácil utilização e baixo custo operacional, a proposta de indicadores voltados à preservação de mananciais subterrâneos encontrou sérias barreiras quanto à forma de avaliação e monitoramento desses ecossistemas, portanto os indicadores aqui propostos surgem com o objetivo de despertar a atenção à preservação de tal recurso e apontar o quão necessária e urgente deve ser a proposta de medidas e ações para que de fato tal situação não ocorra.

Os indicadores referentes ao Eixo Temático Saneamento Básico Abastecimento de Água – Características Físicas do Manancial e Sistema de Abastecimento de água são apresentados, respectivamente nas Tabelas 7, 8 e 9 juntamente com suas escalas e valores.

**Tabela 7 - Avaliação proposta para o Eixo Temático - Características Físicas do manancial de abastecimento Subterrâneo dos municípios de Abatíá, Conginhas e Santa Cecília do Pavão.**

CIDADE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR DE ABASTECIMENTO SUBTERRÂNEO	E	Preservação da área de recarga manancial de abastecimento subterrâneo.	Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e distante de atividades antrópicas impactantes.		5
			Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e próximo à atividades antrópicas impactantes.		3
			Área de recarga do lençol subterrâneo desconhecida e sem delimitação, com raio de 25m de vegetação nativa degradado e ou inexistente e próximo à atividades antrópicas impactantes.		0
	P	Presença de Selo Sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha.	Sim		5
			Não		0
	R	Estudo Hidrogeológico Local.	Possui		5
			Não Possui.		0
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Subterrânea.	Sim		5
			Não		0
	<b>TOTAL</b>				<b>20</b>

Fonte: O Autor.

**Tabela 8 - Avaliação proposta para o Eixo Temático - Características Físicas do manancial de abastecimento Superficial do município de Rancho Alegre.**

CIDADE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR DE ABASTECIMENTO SUPERFICIAL	E	Características físicas do manancial de abastecimento.	Manancial em ótimo estado de preservação, com área de captação distante de atividades antrópicas impactantes, com mata ciliar preservada em toda sua extensão e perímetro, sem aporte de qualquer tipo de efluente a montante da captação.		5
			Manancial com estado de preservação regular, com captação distante de atividades antrópicas impactantes, sem aporte de qualquer tipo de efluente a montante, porém com mata ciliar degradada em alguns pontos de sua extensão e ou perímetro.		3
			Manancial em péssimo estado de preservação, próximo a atividades antrópicas impactantes, com encostas e mata ciliar desmatadas em sua extensão e perímetro, com aporte de efluentes domésticos e industriais a montante e apresentando processos de eutrofização.		0
	P	Porcentagem da vazão do rio comprometida com a captação de água ou aquífero.	inferior a 50%		5
			50 a 70%		3
			70 a 90%		0
	R	Características físicas do local da captação de água superficial	Situar-se a montante de focos de poluição, em local que garanta água com qualidade compatível com as tecnologias de tratamento de água e, em ponto que garanta a vazão demandada pelo sistema.		5
			Situar-se a jusante de focos de poluição, em local onde a qualidade da água é regular necessitando de tecnologias de tratamento de água especiais.		0
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Superficial.	Sim		5
	Não			0	
	<b>TOTAL</b>				<b>20</b>

 PRESSÃO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor

- **Preservação da área de recarga do aquífero delimitada e protegida.**

É necessária a elaboração de estudos para a identificação e consequente preservação das áreas de recarga dos aquíferos para que a exploração do ambiente seja feita de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos.

- **Presença de selo sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha.**

Importante que seja feita a vedação do espaço entre o revestimento do poço e a parede da perfuração (diâmetro da perfuração) com argamassa ou calda de cimento com o objetivo de evitar a percolação de águas superficiais para dentro do poço no contato entre o revestimento e a parede de perfuração.

- **Estudo hidrogeológico local.**

O estudo hidrogeológico tem por base definir a estrutura geológica, a estratigrafia, a litologia, a estrutura tectônica e, geomorfologia, assim como o clima, a hidrografia e outros fatores naturais e artificiais que determinam as condições de formação, jazimento, difusão, movimento, recarga e descarga das águas subterrâneas.

De acordo com a **Resolução nº 92, de 05 de Novembro de 2008** do CNRH, é fundamental a elaboração de estudos hidrogeológicos locais para delimitação de perímetros de proteção de fontes de abastecimento, tanto para a manutenção da qualidade da água de abastecimento quanto para a preservação dos aquíferos.

- **Medidas de Proteção Superficial do ponto de captação da água superficial e subterrânea.**

Segundo Heller e Pádua (2006), em todas as obras de captações há necessidade de adotar medidas de proteção do local, para evitar a poluição de origem humana e animal, bem como que se acelerem os processos erosivos porventura ali existentes. As medidas frequentemente adotadas e citadas pelos autores são:

- Isolamento de uma área em torno da obra, para evitar o livre acesso de animais, tendo como parâmetros um raio de 25m quando se tratar de

poços, cisternas ou fontes; e 20m do eixo maior da zona de captação, quando se tratar de fonte difusa, barragens ou drenos;

- Construção de terraços e drenos superficiais, para desvios das águas pluviais e contenção de erosão;

- Plantio sistemático de espécies vegetais adaptadas à área.

- **Características físicas do manancial de abastecimento.**

É importante que a área de recarga e as margens dos mananciais de abastecimentos subterrâneo e superficial possuam mata ciliar preservada, estejam afastadas de atividades impactantes e núcleos habitacionais, não recebam qualquer tipo de poluição, principalmente a montante da captação, possuam seus perímetros de proteção pré-estabelecidos e preservados, entre outros.

- **Porcentagem da vazão do rio comprometida com a captação de água.**




O aumento da demanda de água causado pelo crescimento populacional e pela significativa ampliação dos níveis de consumo per capita, associada à degradação da qualidade, que inviabiliza o uso de determinados mananciais, reduz a disponibilidade deste recurso.

O Decreto Estadual 974, de 9/12/1991 define que: “A vazão de jusante mínima exigida após a captação seja equivalente a 50% da vazão de um período de recorrência de 10 anos com 7 dias consecutivos de duração (Q(10,7))” (SANEPAR, 1999).

No caso dos mananciais subterrâneos a determinação de sua capacidade exige o conhecimento de parâmetros, tais como – coeficiente de armazenamento e transmissividade.

**Tabela 9** – Avaliação proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico- Abastecimento de Água dos municípios de Ababtiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.

		CIDADE			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO		A	PESO
INDICADORES ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade da Água Bruta.	Boa Qualidade necessitando apenas de simples filtração.			5
		Qualidade Regular necessitando de tratamento(s) específico(s) para utilização.			3
		Péssima Qualidade necessitando de tratamento(s) complexo(s).			0
	Capacidade do Sistema de Abastecimento público.	100%, sendo menos de 50% comprometida com o abastecimento.			5
		100%, sendo mais de 50% comprometida com o abastecimento.			3
		100% comprometida.			0
	Capacidade de Reservação per capita.	Aproximadamente 1/3 do dia de maior consumo.			5
		inferior a 1/3 do dia de maior consumo			3
		Não possui equipamentos ou sistemas para reservação.			0
	Cobertura da rede.	100% da pop urbana.			5
		inferior a 80%			3
		inferior a 10%			0
	Índice de perda na distribuição.	inferior a 25%			5
		entre 25 e 50%			3
superior a 50%			0		
Continuidade do Abastecimento.	Contínuo.			5	
	Com interrupções ocasionais programadas.			4	
	Com interrupções ocasionais não programadas.			3	
	Com interrupções constantes.			0	
Qualidade da Água na Ponta da Rede.	Há monitoramento e controle da qualidade.			5	
	Não há monitoramento e controle da qualidade.			0	
Sistema de Potabilização de água de abastecimento público.	Sistema de potabilização compatível com a qualidade da água bruta.			5	
	Sistema de potabilização não compatível com a qualidade da água bruta.			0	
Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.	Monitoramento semanal.			5	
	Monitoramento mensal.			3	
	Não há monitoramento.			0	
Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.	Há mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do SAA, como geradores, bombas, reservatórios entre outros; em quantidade e qualidade compatível à exigida para dar suporte em eventuais problemas.			5	
	Não há qualquer tipo de mecanismo ou equipamento de manutenção preventiva e corretiva.			0	
<b>TOTAL</b>					<b>50</b>

	PRESSÃO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

- **Qualidade da Água Bruta.**

Para a obtenção e manutenção da potabilidade da água, os autores citam o princípio de múltiplas barreiras, que inclui a proteção dos mananciais e da área de drenagem, a seleção de tecnologias de tratamentos apropriados, a operação correta das estações de tratamento de água, além de medidas para evitar a contaminação da água no sistema de distribuição e garantir a segurança sanitária. Tais ações permitem orientar medidas corretivas, indícios de risco à saúde e à

compatibilidade entre as características da água bruta e do tipo de tratamento existente.

- **Capacidade do Sistema de Abastecimento público.**

O sistema de abastecimento deverá ser capaz de distribuir volumes suficientes de água para satisfazer às demandas da população. Não deve apresentar interrupção ou pressão abaixo da recomendada, inclusive no dia e hora de maior consumo.

- **Capacidade de Reservação per capita.**

A capacidade total de reservação não pode ser inferior ao consumo médio diário, de acordo com a NBR 12.218/1994 (ABNT, 1994). No entanto, deve ser inferior a três vezes o consumo diário, observando-se que, para volumes de grande monta, há necessidade da garantia da manutenção da potabilidade em razão do período de armazenamento médio da água no reservatório.

- **Cobertura da rede.**

É de vital importância para a saúde pública que a comunidade conte com um abastecimento seguro que satisfaça as necessidades domésticas, tais como o consumo, a preparação de alimentos e a higiene pessoal. Para isso, o ideal é que a rede de distribuição de água atenda a 100% da população.

- **Índice de perda na distribuição.**

As perdas de água potável são calculadas tendo como base a diferença entre o volume consumido registrado pelo conjunto de hidrômetros (micromedição) e o produzido pelos sistemas (macromedição). Existem dois tipos de perda: a física (real) e a não física (aparente). A física é a água perdida em vazamentos, aquela que não chega ao consumidor. A não física é a água usada pelos consumidores, porém não medida pela empresa de abastecimento de água, como as ligações clandestinas e outros tipos de fraudes, além de consumos não computados. No Brasil, o índice considerado ideal é inferior a 20%.

- **Continuidade do Abastecimento.**

O sistema de água potável é um conjunto de estruturas, equipamentos e instrumentos destinados a produzir água para consumo humano a fim de entregá-la aos usuários em quantidade e qualidade adequadas, de forma contínua a um custo razoável. Por isso, o ideal é que exista um serviço contínuo,

sem interrupções, assegurando água durante as 24 horas do dia, durante todos os dias da semana, com pressões adequadas.

- **Qualidade da Água na Ponta da Rede.**

A água deve chegar ao final da rede contendo as mesmas características e respeito ao padrão de potabilidade, apresentados na saída da estação de tratamento. Portanto, a água nos extremos da rede, deverá atender às exigências da Portaria n° 518, de 25 de Março de 2004 (BRASIL, 2004).

Segundo a portaria n°518, o padrão de potabilidade brasileiro é composto por: a) padrão microbiológico; b) padrão de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção; c) padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção); d) padrão de radioatividade; e) padrão de aceitação para consumo humano.

- **Sistema de potabilização de água de abastecimento público**

Para que possa ser consumida, sem apresentar riscos à saúde, ou seja, tornar-se potável, a água terá que ser tratada, limpa, descontaminada e atender aos padrões de potabilidade da Portaria n° 518 de 25 de Março de 2004.

- **Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.**

Segundo Portaria n° 518, de 25 de Março de 2004, as análises dos parâmetros acima citados deverão ser feitas diariamente, pois o monitoramento frequente permitirá a identificação do problema ou a ineficiência do tratamento e sua devida correção (BRASIL, 2004).

- **Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.**

Existência de equipamentos reservas e realização de manutenções preventivas.

### 3.5.5 Eixo Temático Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário




A maioria dos rios, no Brasil, que atravessam áreas urbanas tem suas águas poluídas devido ao lançamento de esgoto sanitário sem prévio

tratamento. Em alguns lugares existem redes coletoras, porém sem estações de tratamento e, em outros casos, as estações de tratamento existentes não operam com a eficiência desejada (TUCCI; SILVEIRA, 2001).

Os indicadores referentes ao Eixo Temático Saneamento Básico Esgotamento Sanitário são apresentados na Tabela 10, juntamente com suas respectivas escalas e valores.

**Tabela 10** - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico - Esgotamento Sanitário dos municípios de Abatiá, Congonhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.

		CIDADE			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR SANEAMENTO	E	Profundidade do Solo.	Solo com profundidade superior a 3m.		5
			Solo com profundidade entre 1 a 3m.		3
			Solo com profundidade entre 0 e 1m.		0
	E	Profundidade do Lençol Freático.	Superior a 9m.		5
			6 a 9m.		4
			3 a 6m.		3
			1 a 3m.		2
			De 0 a 1m.		0
	P	Sistema de coleta de esgoto adotado.	Coletivo - Rede Pública de esgotamento sanitário.		5
			Condominial		4
			Individual - fossas.		3
			Descarte a céu aberto		0
		Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Coletivo - Sistema Público de tratamento de esgotos.		5
			Sistemas Alternativos que obedecem aos níveis de lançamento de efluentes exigidos em legislação. Não possui nenhum tipo de tratamento de esgoto - descarte a céu aberto ou em hidrografias.		3 0
	Cobertura da rede de Esgotamento Sanitário.	100% da pop urbana.		5	
inferior a 60%			3		
Não possui rede de ESS.			0		
R	Porcentagem de esgoto coletado e tratado.	100%		5	
		Inferior a 60%		3	
		Não possui Coleta e Tratamento de esgoto.		0	
<b>TOTAL</b>				<b>30</b>	

	PRESSÃO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

- **Profundidade do solo**

Solos pouco profundos dificultam a realização de obras e a instalação de tubulações e dispositivos para esgotamento sanitário e, no caso de eventuais vazamentos, favorecem a contaminação do lençol freático, entre outros.

- **Profundidade do lençol freático**

Lençol Freático bastante profundo transmite maior segurança quanto à qualidade da água subterrânea e, somado ao tipo de solo, características físicas e

químicas – como permeabilidade, composição do solo, entre outras, pode diminuir as possibilidades de sua contaminação.

- **Sistema de coleta de esgoto adotado**

No caso do esgotamento sanitário, considera-se ideal que 100% da população seja atendida pela rede pública de coleta de esgoto, ou seja, o sistema convencional, porém existe sistemas alternativos como o sistema condominial ou, os individuais, que dependendo das características da área podem amenizar os problemas.

- **Sistema de tratamento de esgoto adotado**

A falta de tratamento dos esgotos e condições adequadas de saneamento podem contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas, além da degradação do meio ambiente, especialmente dos recursos hídricos. Por isso, as águas residuárias precisam ser coletadas e tratadas de forma que atendam ao padrão de emissão e não provoquem alterações no meio receptor. De forma geral, não existe um sistema de tratamento padrão para ser utilizado. Vários fatores irão influenciar na escolha das opções tecnológicas, tais como disponibilidade de área, qualidade desejada para o efluente tratado, características intrínsecas do local, (condições climáticas), legislação referente ao local, entre outros.

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 em seu Art. 7º Parágrafo Único determina que: Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alterações de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos (BRASIL, 2005).

- **Cobertura da rede de ESS**

A condição ideal seria que 100% dos esgotos fossem coletados e tratados adequadamente.

- **Porcentagem de esgoto coletado e tratado.**

A situação ideal seria que 100% do esgoto coletado fosse tratado de forma eficiente sem promover qualquer alteração ambiental, dado que a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de Março de 2005, preconiza que a classe de um rio não pode ser alterada por qualquer tipo de lançamento. Além disso, essa mesma Resolução estabelece o padrão mínimo de emissão de efluentes (BRASIL, 2005).

### 3.5.6 Eixo Temático Saneamento Básico – Drenagem Urbana

A drenagem urbana não se restringe apenas ao sistema de coleta de águas pluviais, mas a todas as medidas que visam atenuar os efeitos decorrentes do escoamento dessas águas.

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície.




Já na primeira fase de implantação de uma cidade, o desmatamento pode causar um aumento dos picos e volumes e, conseqüentemente, da erosão do solo.

Se o desenvolvimento urbano posterior ocorrer de forma desordenada, estes resultados podem ser agravados com o assoreamento em canais e galerias.

São mostrados na Tabela 11 os indicadores gerados como resultado da aplicação da metodologia proposta por esta pesquisa para a avaliação do eixo temático Drenagem Urbana e a forma como o indicador deve ser analisado pelo avaliador do meio em questão.

**Tabela 11 - Avaliação Proposta para o Eixo Temático Saneamento Básico - Drenagem Urbana dos municípios de Ababtiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.**

		CIDADE			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO		A	PESO
INDICADORES DRENAGEM URBANA	Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial (Parques urbanos).	maior ou igual a 50%			5
		entre 40% e 30%			4
		inferior a 30%			3
		Não possui áreas para infiltração da água permeável.			0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).	100% possui.			5
		entre 50 e 90%			4
		inferior a 50%			3
		Não possui dispositivos para armazenamento da água pluvial.			0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.	100% possui.			5
		entre 50 e 90%			4
		inferior a 50%			3
		Não possui dispositivos para reúso da água pluvial.			0
	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.	Há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.			5
		Não há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.			0
	Condições físicas dos equipamentos de drenagem.	Equipamento em boas condições, de fácil acesso, remoção e manutenção.			5
		Equipamento em más condições, de difícil acesso, remoção e manutenção.			3
		Não existem equipamentos de drenagem.			0
	Tipos de passeios.	Passeios que permitem alguma infiltração de água pluvial.			5
		Passeios totalmente impermeáveis.			0
	Manutenção do Sistema de Drenagem.	Há manutenções regulares.			5
Há manutenções apenas após eventos críticos.				4	
Manutenção deficiente e com dispositivos construídos erroneamente.				3	
Não há manutenções.				0	
Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.	Não há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.			5	
	Há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.			0	
Situação da Pavimentação.	100% da área urbana é pavimentada.			5	
	entre 50 e 90%			4	
	inferior a 50%			3	
	Sem pavimentação.			0	
<b>TOTAL</b>					<b>45</b>

	PRESSÃO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

• **Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial. (Parques urbanos)**

As áreas de infiltração para água pluvial são importantes, pois reduzem o volume do escoamento superficial, sendo assim são consideradas uma maneira sustentável de reduzir a vazão e a velocidade do escoamento superficial, e assim não sobrecarregar a rede de drenagem urbana e, além disso, propiciar a recarga dos aquíferos.

- **Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).**

Ameniza os impactos negativos da urbanização e da impermeabilização excessiva das cidades, reduzindo a vazão que seria concentrada nos pontos de lançamento. Portanto, poderá ser benéfica em termos de economia na construção da rede de drenagem urbana convencional, redução de problemas relacionados à erosão e ainda favorecer a recarga de água subterrânea, possibilitando a manutenção dos rios urbanos.

- **Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.**

O uso de dispositivos para captação e reúso da água pluvial reduz gastos com o consumo excessivo de água, preserva os recursos hídricos e auxilia na contenção de custos com a ampliação dos sistemas de drenagem de águas pluviais.

- **Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.**

O funcionamento eficaz da rede de drenagem urbana depende do correto dimensionamento e localização de seus dispositivos. O subdimensionamento dos dispositivos, além de provocar danos ao meio ambiente e transtornos à população, gera altos custos para sua correção.

- **Condições físicas dos equipamentos de drenagem.**

Os equipamentos para a drenagem urbana devem seguir um padrão que permita o desempenho correto de sua função, além disso devem ser de fácil acesso e permitir manutenções.

- **Tipos de Passeios.**

Segundo o Ministério das Cidades, muito mais do que cumprir seu papel de proteção aos cidadãos, que neles circulam, os passeios hoje têm contribuído para a preservação do meio ambiente. Por isso, os mesmos devem apresentar faixa para infiltração da água pluvial. Medidas simples como esta podem diminuir os riscos de alagamentos e contribuir para menor variação de temperatura na área urbana. O fato de tradicionalmente serem construídos, em grande parte, com materiais impermeáveis, como o concreto, dificulta a drenagem de água pelo

solo, causando, entre outros problemas, as enchentes tão comuns nas grandes cidades, devido à dificuldade de escoamento.

- **Manutenção do sistema de drenagem.**

Devem ser feitas manutenções rotineiras nos equipamentos de drenagem como limpeza das grades, tubulações, além de varrição e limpeza dos logradouros, para que em eventos críticos os danos sejam eliminados, e os transtornos provocados à população sejam facilmente contornados.

- **Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.**

Observação dos pontos de lançamento, pois a falta de estrutura para dissipação de energia e controle da erosão nestes pontos ou o subdimensionamento destes dispositivos dão origem a processos erosivos.

- **Situação da Pavimentação**

Processos erosivos na pavimentação, após períodos de chuvas, podem ser um indicativo de problemas relacionados ao sistema de drenagem urbana, como má localização, subdimensionamento, falta e ou obstrução dos dispositivos de drenagem; ou também pela deficiência na execução da pavimentação das vias, especialmente na drenagem de pavimento.

### 3.5.7 Eixo Temático Saneamento Básico – Resíduos Sólidos

Muito se tem discutido sobre as melhores formas de tratar ou dispor os resíduos sólidos – industriais, comerciais, domésticos, dos serviços de saúde, nucleares etc. – gerados pelo estilo de vida da sociedade contemporânea. Qualquer tentativa de reduzir a sua quantidade ou alterar sua composição pressupõem mudanças no comportamento social.




A disposição final de tais resíduos deve ser feita de modo a não gerar impactos ao meio ambiente e riscos à saúde humana, podendo ser feita em aterros sanitários e, eventualmente, em aterros controlados ou visar à compostagem (aproveitamento do material orgânico para a fabricação de adubo) e à reciclagem. Esta exige a seleção prévia do material, a fim de aproveitar os resíduos dos quais ainda se pode obter algum benefício, como é o caso do vidro, do papel e de alguns metais.

A solução defendida na Agenda 21 envolve a redução do volume de resíduo sólido produzido (minimização), o reaproveitamento e a reciclagem dos mesmos. Isso exigiria tanto uma mudança nos padrões de produção e consumo, quanto a implantação de programas de coleta seletiva de resíduos. Nesse caso, os diversos materiais recicláveis devem ser separados na fonte (antes da coleta), com a colaboração da comunidade.

São mostrados na Tabela 12 os indicadores gerados para a avaliação do eixo temático Resíduos Sólidos, e a forma como o indicador deve ser analisado pelo avaliador do meio em questão.

**Tabela 12 - Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico - Resíduos Sólidos dos municípios de Abatíá, Congonhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão.**

		CIDADE		
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES RESÍDUOS SÓLIDOS	P	Porcentagem da População atendida por sistema de coleta de lixo.	100% da pop urbana.	5
			entre 50 e 90%	3
			Não há coleta	0
	Frequência da coleta de lixo.	3 vezes por semana	5	
		2 vezes por semana	4	
		semanal	3	
		não há coleta.	0	
	Disposição dos resíduos sólidos domésticos.	Aterro Sanitário licenciado e bem operado.	5	
		Aterro Controlado sem licenciamento ambiental.	3	
		Lixão ou outros locais.	0	
	Resíduos de serviços da Saúde (disposição).	Sistema licenciado com coleta especial, separação e destinação final dos resíduos segundo os grupos de risco.	5	
		Coleta especial e disposição em valas preparadas em aterros sanitários.	3	
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.	0	
	Resíduos Industriais (disposição).	100% dos resíduos com disposição ou tratamento licenciado.	5	
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	3	
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.	0	
	Resíduos da Construção Civil (disposição).	Coleta especial e destinação à usina preparada para a reciclagem ou aterro exclusivo e licenciado.	5	
		Coleta especial e destinação a aterro em valas preparadas para receber os materiais.	4	
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	3	
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.	0	
R	Reciclagem da fração orgânica.	Sistema de compostagem licenciado e bem operado.	5	
		Não há tratamento.	0	
	Coleta seletiva. Porcentagem da população atendida.	>25% do total do RSD é reciclado.	5	
até 10% do RSD é reciclado.		3		
Não há coleta seletiva.		0		
<b>TOTAL</b>				<b>40</b>

-  PRESSAO
-  ESTADO
-  RESPOSTA

Fonte: O Autor.

- **Porcentagem da população atendida por sistema de coleta de lixo**

A situação ideal seria que 100% da população fosse atendida por sistema de coleta de resíduos sólidos, uma vez que a proliferação de insetos vetores de doenças intensifica-se com o acúmulo desses resíduos orgânicos. Outros fatores como mau cheiro, degradação da paisagem, poluição do solo e dos rios próximos a áreas onde há o acúmulo de resíduos poderiam ser evitados pela eficiência e abrangência total da coleta.

- **Frequência da coleta de lixo**

Frequência de coleta é o número de vezes na semana em que é feita a remoção dos resíduos sólidos domésticos nos diferentes locais das cidades. Os fatores que influenciam esta decisão são:

- tipo de resíduo gerado;
- as condições climáticas;
- os recursos materiais e humanos à disposição do órgão prestador de serviço;
- a limitação do espaço necessário ao armazenamento dos resíduos pelo usuário em sua casa ou negócio.

De acordo com Lima (2004), a adoção de frequência diária para toda a coleta de lixo domiciliar apresenta custo operacional elevado, desprendendo consideráveis recursos, tais como equipamentos, pessoal e combustível. Esses poderiam ser melhores aplicados em outros serviços de limpeza pública, caso houvesse uma coleta de lixo mista, ou seja, parte diária, parte alternada ou mesmo periódica; isto depende de um bom planejamento operacional. Para Lima, a coleta diária somente é necessária em vias públicas com grande produção de resíduos sólidos, como por exemplo:

- área central da cidade;
- ruas de intenso comércio (mesmo aquelas situadas em bairros) e vias de intenso tráfego e acesso ao centro da cidade.
- Para municípios de pequeno porte a frequência ideal da coleta de lixo na semana, seria:
  - Diária (exceto domingo) – ideal para o usuário, principalmente no que diz respeito à saúde pública, o qual não precisa guardar o resíduo por mais de um dia;

- Três vezes – ideal para o sistema, considerando-se a relação entre custo e benefício;

- Duas vezes – o mínimo admissível sob o ponto de vista sanitário, para países de clima tropical.

- **Disposição dos resíduos sólidos domésticos**

A disposição inadequada de resíduos sólidos constitui ameaça à saúde pública, agrava a degradação ambiental e contribui para o comprometimento da qualidade de vida das populações. Visando à preservação do meio ambiente, tais resíduos deverão ter disposição final adequada, atendendo às condições estabelecidas pelo órgão ambiental de cada estado – no caso deste estudo, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, conforme o disposto na Lei Estadual de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999, que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, almejando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais, além de outras providências (BRASIL, 1999).

- **Resíduos de serviços da saúde (disposição).**

A Resolução CONAMA nº 358, 29 de abril de 2005 “dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências”. (BRASIL, 2005). Os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde, portadores de agentes patogênicos, deverão ser adequadamente acondicionados, conduzidos em transporte especial, tendo tratamento e destinação final adequados e atendendo às normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 12810, e às condições estabelecidas pelo Instituto Ambiental do Paraná -IAP, respeitadas as demais normas legais vigentes.

- **Resíduos industriais (disposição).**

Segundo a Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 que "dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais", capítulos 19, 20 e 21 da Agenda 21 (Rio – 92), tais resíduos devem apresentar coleta, disposição e tratamento diferenciados (BRASIL, 2002). A disposição final fica sob responsabilidade do gerador, e a sua fiscalização deve ser feita pelas prefeituras.

- **Resíduos da construção civil (disposição).**

Segundo a Resolução CONAMA nº307, de Julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil – Art. 10, os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas (BRASIL, 2002):

I. Classe A - Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II. Classe B - Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III. Classe C - Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV. Classe D - Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

- **Reciclagem da fração orgânica.**

No Brasil, os Resíduos Sólidos Domésticos apresentam em média 50% de matéria orgânica, a qual, quando não tratada ou disposta no solo corretamente, torna-se a principal fonte de poluição dos resíduos domésticos, pois geram efluentes líquidos (lixiviado) podendo poluir os corpos hídricos. Por isso a importância de medidas como a reciclagem da mesma.

Uma das mais difundidas formas de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos é a técnica conhecida como compostagem, um processo natural de decomposição biológica de matéria orgânica pela ação de micro-organismos.

- **Coleta seletiva - porcentagem da população atendida**

Toda a população deve ser atendida por programas de coleta seletiva, já que esta favorece o prolongamento da vida útil dos aterros e a preservação dos recursos naturais, além de gerar renda através da reutilização e venda dos subprodutos.

### 3.6 SELEÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

As Unidades de Análise selecionadas para aplicação da ferramenta elaborada por esta metodologia fazem parte da Associação dos Municípios do Norte do Paraná (AMUNOP), onde cidades circunvizinhas uniram-se para discutir problemas políticos comuns e estratégias de crescimento e desenvolvimento.

A AMUNOP é formada por 19 municípios, cuja cidade polo é Cornélio Procópio. Dentre os seus objetivos, pode-se destacar:

“Promover ações destinadas ao desenvolvimento urbano, regional e institucional dos municípios paranaenses, financiar intervenções envolvendo despesas correntes e de capital; tornar-se instrumento de intermediação administrativo-financeiro, visando compatibilizar as exigências das entidades de financiamento internas e externas às características socioeconômicas e à capacidade financeira dos municípios; aplicar os recursos com eficiência e eficácia no fortalecimento técnico, administrativo e financeiro dos municípios e gerir o Fundo Estadual de Desenvolvimento Urbano, criado em dezembro de 1998”.

Os municípios constituintes da AMUNOP são: Abatiá, Bandeirantes, Congonhinhas, Curiúva, Itambaracá, Jataizinho, Leópolis, Nova América da Colina, Nova Fátima, Nova Santa Bárbara, Rancho Alegre, Santa Amélia, Santa Cecília do Pavão, Santa Mariana, Santo Antônio do Paraíso, São Jerônimo da Serra, São Sebastião da Amoreira, Sapopema.

A maioria desses municípios, apesar de serem relativamente novos e em início de expansão, apresenta problemas relacionados a ausência de planejamento urbano e impactos ambientais provocados pela falta do mesmo. Esses municípios expõem atividades com potencial degradador do ambiente, exemplo disso é a agricultura irrigada praticada em algumas propriedades, o elevado consumo e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, o aumento da poluição da água por despejos de efluentes líquidos industriais (principalmente dos matadouros municipais) esgotos sanitários, entre outros.

Tais municípios, manifestando a concordância em elaborar seus Planos Diretores perante SEDU/ Paranacidade, conforme disposto no Estatuto da Cidade, uniram esforço e parceria com a Ong Ecopólis, situada na cidade de

Londrina – PR para a elaboração dos Planos Diretores de 14 dos 19 municípios constituintes da associação.

Os municípios selecionados para esta pesquisa foram: Abatiá, Congoinhas, Rancho Alegre e Santa Cecília do Pavão. A escolha aconteceu por conveniência já que estes foram os primeiros municípios a possuírem o diagnóstico ambiental concluído pela Ong Ecopólis dentre os 14 que seriam feitos a pedido da AMUNOP.

### 3.7 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Existem diversas formas para levantamento e obtenção dos dados necessários para a avaliação, dentre elas a consulta às empresas e ou profissionais da região onde serão aplicadas as avaliações, Observa-se que parte dos dados para compor o indicador podem ser obtidos nos órgãos locais como Prefeituras, empresas responsáveis pelos serviços de saneamento, além é claro daqueles que podem ser obtidos por meio de cartas temáticas de diversos órgãos, em cadernos do IBGE e junto ao órgão de controle ambiental.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram retirados da análise e estudo dos diagnósticos desenvolvidos pela Ong Ecopólis para a AMUNOP, das visitas às Unidades de Análise selecionadas, da consulta aos profissionais ligados à área de infraestrutura urbana dos municípios, da consulta a técnico do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, da consulta aos técnicos responsáveis pelo serviço de Abastecimento de Água nos municípios, por análise visual feita durante as visitas *in situ*, entre outros.

Considerando que a ferramenta proposta é para ser de fácil aplicação, alguns dados podem ser obtidos também através da comunicação oral com moradores ou por entrevistas.

Nesses diagnósticos, os dados de entrada abrangeram diversos temas e foram provenientes de diversas fontes, podendo ser dados secundários (estatísticas, séries de medições, mapas cartográficos ou temáticos, relatos históricos, entre outros); dados primários obtidos como resultado de medições, observações e coletas em campo, incluindo resultados de entrevistas, aplicação de

questionários etc.; ou ainda, o resultado de análises visando à elaboração de novos dados (dados analisados), que muitas vezes são apresentados na forma de produtos temáticos.

A avaliação *in situ* foi de grande importância para a complementação dos dados levantados no material disponibilizado pela Ong Ecopólis e para o conhecimento das características físicas, espaciais e sociais de cada Unidade de Análise, de maneira que fosse possível a apreensão da realidade das unidades estudadas e a identificação de suas deficiências e potencialidades relativas aos processos de desenvolvimento urbano. Por isso o contato direto com os responsáveis pelos serviços de Abastecimento de água, Esgotamento Sanitário, Planejamento Urbano e setores relacionados a esta pesquisa foi muito importante.

### 3.8 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

#### **Características físicas do objeto de estudo – Unidade de Análise**

**1**

O município de Santa Cecília do Pavão, pertencente à mesorregião geográfica do norte pioneiro e à microrregião geográfica de Assaí, desmembrou-se de São Jerônimo da Serra, instalando-se em 22 de novembro de 1961. Possui área equivalente a 109,64 Km<sup>2</sup> e altitude de 740 metros. A população total em 2007 era de 3.676 habitantes, tendo grau de urbanização de 73,87%.

Santa Cecília do Pavão tem sérios problemas quanto à qualidade da água de alguns rios que cruzam o município, pois estes são utilizados para lançamento de esgoto sanitário sem qualquer tratamento prévio. Somado a isto, os canais apresentam processos erosivos avançados devido à ausência de espécies arbóreas próximas aos mesmos.

#### **Características físicas do objeto de estudo – Unidade de Análise**

**2**

O município de Rancho Alegre, pertencente à mesorregião geográfica do norte pioneiro e à microrregião geográfica de Assaí, desmembrou-se

de Jataizinho e Uraí, instalando-se em 19 de novembro de 1961. Possui área equivalente a 168,24 Km<sup>2</sup> e altitude de 480 metros.

A principal hidrografia da região é o Rio Congonhas, porém existem outros pequenos rios utilizados como sistema de macrodrenagem para escoamento das águas pluviais do município, como os rios Água do Cateto, Água do Limoeiro e Água da Figueira.

Sua área urbana não é cortada por hidrografias perenes devido a sua localização no divisor de águas de várias bacias hidrográficas. Ela situa-se sobre parte da área de 5 (cinco) bacias. Próximo a tal área há dois cursos d água: O Córrego Rico e o Água da Laranjeira.

Os rios têm características semelhantes, são rios de primeira e segunda ordem, tendo baixa susceptibilidade a eventos de inundação. Apresentam traçado predominantemente retilíneo, com poucas curvas que são bastante suaves, resultando em menor acúmulo de sedimentos e, conseqüentemente, possuem baixa susceptibilidade a processos de assoreamento.

### **Características físicas do objeto de estudo – Unidade de Análise**

#### **3**

Congonhas desmembrou-se de São Jerônimo da Serra, instalando-se em 20 de março de 1945. O município possui uma altitude de 839 metros e área de 532,329 Km<sup>2</sup> (IPARDES, 2000) A população total é de 8.552 habitantes (IBGE, 2007), tendo um grau de urbanização de 59,92% (IPARDES, 2000).

Apresenta malha extensa de hidrografias, porém a maioria de 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem, trazendo poucos riscos de inundação.

O município apresenta apenas uma hidrografia inserida na área urbana.

A característica do relevo na região é bastante acidentada, promovendo a formação de rios efêmeros e intermitentes, que ocorrem apenas em algumas épocas do ano ou imediatamente após precipitações significativas; essa é a característica de toda porção oeste do município, de norte a sul. Já na porção leste, as hidrografias são perenes.

## Características físicas do objeto de estudo – Unidade de Análise

### 4

O município de Abatiá pertence à mesorregião geográfica do Norte Pioneiro e à microrregião geográfica de Cornélio Procópio. Foi desmembrado de Santo Antônio da Platina e instalado em 10 de outubro de 1947. De acordo com os dados do IPARDES, encontra-se, aproximadamente, a 500m de altitude, com área aproximada de 245,86 km<sup>2</sup>, localizado entre as coordenadas 23°18'13" S e 50°18'45" W. Sua população é de 7.791 habitantes (IBGE, 2007), com grau de urbanização de 64,85 % (IPARDES, 2000).

Abatiá é dividida por quatro grandes bacias hidrográficas: a do Rio das Cinzas, da Água da Onça, do Ribeirão Pau d'alho e do Ribeirão das Perobas. A porção urbana do município está inserida na bacia do Ribeirão das Perobas, da qual o Córrego Lajeado faz parte. Abatiá apresenta um afluente do córrego Lajeado, que cruza a porção urbana do município, cujo curso está canalizado.

As bacias do município possuem padrão de drenagem dendrítico e tem formato pouco circular, desfavorecendo processos de inundação. As da Água da Onça e Pau D'alho são de 4ª Ordem, sendo mais suscetíveis a processos de inundação. O córrego Lajeado, apesar de ser de 2ª ordem, possui histórico de inundações, resultado de processos de impermeabilização à jusante da porção urbana.

Outras importantes hidrografias são: Água da Urtiga, Água do Vargem Grande e Ribeirão das Pedras.

É apresentado na Tabela 13 um resumo a respeito das principais características físicas das quatro Unidades de Análise selecionadas.

**Tabela 13 - Caracterização dos Municípios Estudados**

CARACTERÍSTICAS	<i>Santa Cecília do Pavão</i>	<i>Rancho Alegre</i>	<i>Congoinhas</i>	<i>Abatiá</i>
Altitude	740 metros	480 metros	839 metros	500 m
Longitude	50°47'41" W	50°54'47" W	50°33'13" W	50°18'45" W
Latitude	23°31'02" S	23°04'12" S	23°33'13" S	23°18'13" S
Área Total	109,638 Km <sup>2</sup>	168,24 Km <sup>2</sup>	532,329 Km <sup>2</sup>	245,86 Km <sup>2</sup>
Pop. Total*	4.064 habitantes	4001 habitantes	8.552 habitantes	7.791 habitantes
Pop. Urbana*	3.002 habitantes	3491 habitantes	4.704 habitantes	5.356 habitantes
Pop. Rural*	1.062 habitantes	706 habitantes	3.147 habitantes	2.903 habitantes
Densidade Demográfica**	31,32 hab/Km <sup>2</sup>	23,57 Hab/Km <sup>2</sup>	14,86 hab/Km <sup>2</sup>	27,64 hab./Km <sup>2</sup>
Distância da Sede a Curitiba	356,7 Km	280,45 Km	349,84 Km	380,36 Km

\* IBGE, 2007; \*\* IBGE, 2000. \*\*\* IBGE, 2006

Fonte: Censo do IBGE 2000 e 2007, IPARDES

## 4 APLICAÇÃO

### 4.1 APLICAÇÃO / UNIDADE DE ANÁLISE 1 – SANTA CECÍLIA DO PAVÃO

#### **Eixo Temático – Área Rural**

- Condições Topográficas - O município de Santa Cecília do Pavão possui as seguintes características geomorfológicas: classe de declividade predominante menor que 6%, o relevo apresenta gradiente de 120 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 460 (máxima) m. s. n. m. (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

- Composição do Solo - Na área rural de Santa Cecília do Pavão foram identificados predominantemente os latossolos e os nitossolos. Em locais mais restritos ocorrem gleissolos, cambissolos, argisolos e neossolos.




Os principais tipos de solos encontrados (latossolos e nitossolos) são provenientes da decomposição intempérica do basalto com seu desenvolvimento intimamente relacionado com as condições climáticas e com a morfologia do terreno (relevos com baixa declividade). O resultado são solos com boa fertilidade, geralmente profundos e ricos em minerais de argila.

- Uso e manejo do solo agrícola/ Conservação da Cobertura Vegetal – Nascentes, Matas Ciliares e Áreas de Reserva Legal - O município de Santa Cecília do Pavão não foge da realidade nacional, em que a produção agrícola avança sobre as áreas de proteção permanente (APP's), bem como a realidade regional, onde as matas ciliares são raras ao longo das hidrografias, sendo densas apenas em áreas de nascentes, porém com dimensões menores às de referência legal. Ao longo do curso das hidrografias, a vegetação desestrutura-se completamente, sendo possível encontrar hortas, lavouras de soja e cultivo de banana, entre outras culturas. As áreas de Reserva Legal estão normalmente sob duas configurações: ou possuem mata ciliar em faixa inferior aos 20% da área da propriedade, o que é estipulado em lei para todas aquelas inseridas em APP's, ou não possuem qualquer vegetação.

É apresentada na Tabela 14 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Área Rural de Santa Cecília do Pavão.

**Tabela14 - Avaliação Área Rural de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES ÁREA RURAL	E Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).	X	5
		Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).		3
		Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0
	Composição do solo.	Solo argiloso (>50% argila)	X	5
		Solo mediamente argiloso.		3
		Solo arenoso.		0
	Uso e manejo do solo agrícola.	Cobertura do solo com pastagem bem manejada (curvas de nível, pastoreio controlado para o solo não ficar sujeito à erosão).		5
		Cultura extensiva bem manejada ( proteção contra a erosão) e uso racional de agrotóxicos).	X	4
		Cultura extensiva mal manejada e com pouco controle no uso de agrotóxicos.		3
		Pastagem degradada com sinais de erosão e solo exposto.		2
		Agricultura com uso intensivo de agrotóxicos (tomate, morango e etc).		0
	P Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).	Todos os corpos hídricos possuem vegetação ciliar, conforme disposto no Código Florestal.		5
		Todos os corpos hídricos apresentam vegetação ciliar porém em faixas inferiores a 30m.		3
		Os corpos hídricos apresentam margens muito expostas e com sinais de erosão.	X	0
	Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).	Todas as propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		5
		Até 50% das propriedades agrícolas possuem reserva legal.		4
		Até 10% das propriedades possuem área de reserva legal preservada.	X	3
		Menos de 10% da propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		1
Conservação e Proteção das Nascentes.	Todas as nascentes possuem faixa de vegetação conforme legislação (50m - mata ciliar)		5	
	Nascente protegida porém com mata ciliar inferior a 50m.	X	3	
	As nascentes não apresentam nenhuma mata ciliar às protegendo.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	<b>30</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Área Urbana

- Condições Topográficas - Na área urbana de Santa Cecília do Pavão, foram observados locais com declividade acentuada superior a 20%, ocorrendo predominantemente na região leste do município bem como ao longo de vales.

A consulta ao mapa hipsométrico revelou que as maiores elevações estão próximas à cota de 800 metros na região sudeste do município, enquanto que as cotas mais baixas ocorrem no oeste do município, chegando próximo aos 400 metros de altitude.

- Ocupação e Taxa de Impermeabilização dos Lotes Urbanos - O município de Santa Cecília do Pavão é estruturado por 1 (um) distrito e 4 (quatro) seções rurais.

A sua área urbana não dispõe de divisão oficial de bairros, o uso é predominantemente residencial com edificações unifamiliares, na sua grande maioria, em bom estado e com boas condições urbanas e sanitárias.

Na área central e mais antiga, caracterizada como área consolidada, localizam-se os principais eixos de comércio e serviços. Aí, as quadras apresentam em sua maioria a dimensão de 80x80 metros. As dimensões dos lotes urbanos variam de 250,00m<sup>2</sup> a 600,00m<sup>2</sup>.

Dentro da área urbana existem algumas áreas impróprias à ocupação, próximas ao Córrego da Fraternidade, onde os terrenos são alagadiços e atualmente usados para criação de animais.

- Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - Santa Cecília do Pavão é cortada na porção urbana por duas hidrografias: Córrego da Fraternidade e Córrego do Messias. Às suas margens é possível identificar edificações urbanas compondo núcleos de ocupações irregulares.

É mostrado na Figura 3 o Córrego da Fraternidade e algumas casas do assentamento irregular às suas margens.



**Figura 3** - Vista do Córrego da Fraternidade – Assentamento às Margens do Rio

- Qualidade da água das hidrografias (Trechos Urbanos) -

Verificou-se que as hidrografias dos trechos urbanos apresentam sérios problemas no que diz respeito ao lançamento de esgoto sanitário e outros tipos de efluentes sem prévio tratamento. Alguns pontos apresentam processos de eutrofização, acúmulo de resíduos e espumas, odor forte e turbidez excessiva. Segundo informações obtidas com o responsável técnico do abastecimento da região alguns pontos dessas hidrografias são impróprios ao consumo humano e até mesmo banhos.

- Pressões Antrópicas sobre os rios (rios urbanos) - Santa Cecília

do Pavão não apresenta nenhuma hidrografia retificada ou canalizada; há no município apenas pequenas transposições como pontes e bueiros de transposição de talvegue.

A pressão antrópica exercida sobre as hidrografias está relacionada diretamente às ocupações irregulares próximas às hidrografias, retirada de mata ciliar, ao desmatamento de florestas para avanço da agricultura e da agropecuária, entre outros.

- Problemas de inundação - Santa Cecília do Pavão

apresenta problemas de inundação devido à ocupação irregular dos leitos dos rios, à impermeabilização e ao mau funcionamento dos dispositivos de microdrenagem.

- Problemas de erosão - Na visita ao município de Santa Cecília

do Pavão, foi possível identificar alguns processos erosivos como, por exemplo, em um ponto do sistema viário junto a uma transposição de talvegue, onde foi utilizado bueiro.

A área urbana apresenta também processos erosivos originados pelas falhas e deficiências do sistema de drenagem urbana somados a possíveis deficiências da drenagem da pavimentação (asfalto). Tais processos se agravam após períodos chuvosos.

São apresentados na Figura 4 os problemas de erosão ocasionados pela deficiência do sistema de drenagem urbana e da drenagem da pavimentação das vias.



**Figura 4** - Problemas de erosão na pavimentação da área urbana de Santa Cecília do Pavão provocados pelo escoamento da água pluvial

É apresentada na Tabela 15 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos Territoriais e de Infraestrutura da Área Urbana – de Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 15** - Avaliação da Área Urbana de Santa Cecília do Pavão

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ÁREA URBANA	E Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5	
		Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).	X	3	
		Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0	
	P Ocupação e Taxa de impermeabilização dos lotes urbanos	Predomínio de Lote natural sem ocupação. (0%)			5
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento e laterais não impermeabilizados. (50%)			4
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais não impermeabilizados. (75%)			3
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais parcialmente impermeabilizados. (80 a 90%)	X		2
		Predomínio de Lote totalmente impermeabilizado. (100%)			0
		Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale)	Não possui ocupações irregulares.		
		Possui ocupações irregulares.	X		0
	Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).	Não apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados e/ou não apresenta hidrografia em área urbana.			5
		Apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados.	X		0
	R Pressões Antrópicas sobre os rios.	Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar em todo seu entorno e sem restrições de fluxo.			5
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e sem restrições em seu fluxo.			4
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e possui restrições de fluxo.	X		3
		Apresenta rios canalizados			0
	Problemas de inundação.	Não apresenta problemas de inundação.			5
		Apresenta problemas relacionados à ocupação de áreas de inundação natural dos rios e fundos de vale.			3
	Apresenta problemas relacionados à ocupações em áreas de inundação natural dos rios, desmatamento da vegetação ciliar, ocupação de encostas e drenagem pluvial ineficiente e/ou ausente.	X		0	
Problemas de Erosão.	Não apresenta problemas de erosão, apresenta encostas e vegetações bem preservadas.			5	
	Apresenta encostas desmatadas, porém sem ocupações.			3	
	Apresenta encostas desmatadas e ocupadas por assentamentos irregulares ou não.	X		0	
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>35</b>	

- PRESSAO
- ESTADO
- RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Características Físicas do Manancial de Abastecimento**

- Preservação da área de recarga do manancial de abastecimento subterrâneo - A cidade de Santa Cecília do Pavão capta a água para abastecimento da cidade em poço e mina, portanto é utilizado manancial subterrâneo. Não foram encontrados dados a respeito da localização da área de recarga do manancial.

O local onde a água da mina aflora é bem preservado, possui mata ciliar recomposta e em faixa superior a 30 metros.

- Presença de selo sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha Foi confirmado junto ao responsável pelo serviço de abastecimento de água que o poço utilizado para abastecimento público possui selo sanitário.



- Estudo hidrogeológico local - Foi verificado que o município de Santa Cecília do Pavão não possui estudo hidrogeológico local para o aproveitamento do manancial.

- Medidas para proteção superficial do ponto de captação da água subterrânea – Confirmou-se que os locais de captação de água de abastecimento do município possuem infraestrutura, obras de engenharia, controle de entrada, entre outros para proteção e preservação da qualidade da água retirada nos mesmos.

É apresentada na Tabela 16 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água, características físicas dos mananciais de abastecimento – Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 16 - Avaliação das Características Físicas do Manancial de Abastecimento de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO						
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO		
INDICADOR DE MANANCIAL SUBTERRÂNEO	E Preservação da área de recarga manancial de abastecimento subterrâneo.	Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e distante de atividades antrópicas impactantes.		5		
		Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e próximo à atividades antrópicas impactantes.		3		
		Área de recarga do lençol subterrâneo desconhecida e sem delimitação, com raio de 25m de vegetação nativa degradado e ou inexistente e próximo à atividades antrópicas impactantes.	X	0		
	P Presença de Selo Sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha.	Sim		X	5	
		Não			0	
	R Estudo Hidrogeológico Local.	Possui			5	
		Não Possui.		X	0	
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Subterrânea.	Sim		X	5
			Não			0
	<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>20</b>	

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água.**

- Qualidade da Água Bruta - Verificou-se que a água bruta captada em Santa Cecília do Pavão é de boa qualidade, necessitando apenas de filtração direta, cloração e fluoretação para consumo.
- Capacidade do Sistema de Abastecimento público - O sistema de abastecimento público possui capacidade para atender 100% da população, utilizando menos de 50% do volume de água disponível para este fim. Atualmente, a vazão captada é de 86,00 m<sup>3</sup>/hora e o volume de reserva é de, 550m<sup>3</sup>.
- Capacidade de Reservação per capita - Para abastecimento de água, a cidade dispõe de dois reservatórios: um elevado com capacidade de 50m<sup>3</sup> e outro, enterrado, na sede do Serviço, com capacidade de 500m<sup>3</sup>. O sistema atende 100% da cidade com água potável.
- Cobertura da rede - O sistema de abastecimento público atende 100% da população da cidade de Santa Cecília do Pavão.

- Índice de perda na distribuição - Verificou-se junto ao responsável pelo sistema de abastecimento que o índice de perda na distribuição é de aproximadamente 30%.

- Continuidade do Abastecimento - O abastecimento ocorre de forma contínua, com interrupções programadas para manutenção e limpeza dos equipamentos e reservatórios. Em eventos críticos, havendo falta de energia, o serviço pode ser comprometido por não possuir gerador para recalcar água para o reservatório elevado, somado ao volume de reserva que atende à demanda de apenas 1 dia (24 horas) de consumo.

- Qualidade da Água na Ponta da Rede - São realizados monitoramentos constantes para análise da qualidade da água nas pontas de rede.

- Sistema de potabilização de água de abastecimento público - Constatou-se que o sistema de potabilização da água fornecida é compatível com a qualidade da água bruta.




- Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais - O monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros (cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais) é realizado semanalmente na própria unidade de tratamento e reservação – SAMAE.

- Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento - As captações em mina possuem cada uma, dois conjuntos moto-bombas, possibilitando manutenção do equipamento e, conseqüentemente, redução da possibilidade de falhas no sistema. A captação em poço não possui, no local, equipamento reserva o qual fica na sede do SAMAE, havendo necessidade do mesmo ser deslocado por equipe de técnicos ao local.

É apresentada na Tabela 17 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água – Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 17 - Avaliação do Sistema de Abastecimento de água de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade da Água Bruta.	Boa Qualidade necessitando apenas de simples filtração.	X	5
		Qualidade Regular necessitando de tratamento(s) específico(s) para utilização.		3
		Péssima Qualidade necessitando de tratamento(s) complexo(s).		0
	Capacidade do Sistema de Abastecimento público.	100%, sendo menos de 50% comprometida com o abastecimento.	X	5
		100%, sendo mais de 50% comprometida com o abastecimento.		3
		100% comprometida.		0
	Capacidade de Reservação per capita.	Aproximadamente 1/3 do dia de maior consumo.		5
		inferior a 1/3 do dia de maior consumo	X	3
		Não possui equipamentos ou sistemas para reservação.		0
	Cobertura da rede.	100% da pop urbana.	X	5
		inferior a 80%		3
		inferior a 10%		0
	Índice de perda na distribuição.	inferior a 25%		5
		entre 25 e 50%	X	3
superior a 50%			0	
Continuidade do Abastecimento.	Contínuo.		5	
	Com interrupções ocasionais programadas.		4	
	Com interrupções ocasionais não programadas.	X	3	
	Com interrupções constantes.		0	
Qualidade da Água na Ponta da Rede.	Há monitoramento e controle da qualidade.	X	5	
	Não há monitoramento e controle da qualidade.		0	
Sistema de Potabilização de água de abastecimento público.	Sistema de potabilização compatível com a qualidade da água bruta.	X	5	
	Sistema de potabilização não compatível com a qualidade da água bruta.		0	
Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.	Monitoramento semanal.	X	5	
	Monitoramento mensal.		3	
	Não há monitoramento.		0	
Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.	Há mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do SAA, como geradores, bombas, reservatórios entre outros; em quantidade e qualidade compatível à exigida para dar suporte em eventuais problemas.	X	5	
	Não há qualquer tipo de mecanismo ou equipamento de manutenção preventiva e corretiva.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>44</b>	<b>50</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário

- Profundidade do Solo / Profundidade do Lençol Freático - Não foram encontrados dados numéricos a respeito da profundidade do solo e da profundidade do lençol freático, porém em consulta ao responsável pelo SAMAE foi possível verificar que o solo na área urbana é pouco profundo e, próximo ao córrego da fraternidade há pontos com afloramento de rochas.

- Sistema de coleta de esgoto adotado - Constatou-se que o sistema para coleta de esgoto mais adotado no município é o individual feito por meio de fossas. O município possui estação de tratamento de esgoto

completamente equipada e, aguarda a resolução de alguns trâmites legais para iniciar a implantação da rede pública coletora.

A Figura 5 refere-se ao sistema de esgotamento sanitário mais utilizado em Santa Cecília do Pavão que são as fossas. Nesta imagem a fossa apresentada possui sua construção elevada devido à pequena profundidade do solo.



**Figura 5** - Fossa com construção elevada devido profundidade do solo e a presença de rocha na área urbana

- Sistema de Tratamento de Esgoto adotado – Devido a baixa profundidade do solo na área junto ao córrego da Fraternidade, os habitantes do assentamento irregular às margens do mesmo lançavam o esgoto sanitário direto na hidrografia. Com o intuito de resolver o problema a SAMAE Santa Cecília do Pavão passou a coletar e tratar o efluente desta comunidade.

Atualmente, apenas 5% da população da cidade conta com coleta e tratamento do esgoto, enquanto 95% aguardam a implantação da rede pública coletora. Para estes 95% restantes o esgotamento doméstico ainda é feito por fossas ou é ligado diretamente a cursos de água de pequeno porte ou descartados a céu aberto.

É mostrado na Figura 6 o lançamento de esgoto *in natura* em vias e hidrografias devido à ausência de rede de coleta de esgoto na cidade.



**Figura 6** - Lançamento de esgoto diretamente no solo e nos rios

A Estação de tratamento de esgoto da cidade possui um sistema de lagoas de estabilização – sistema australiano – composto de uma lagoa anaeróbia e duas facultativas. É mostrada na Figura 7 a foto da Estação de tratamento da cidade de Santa Cecília do Pavão.



**Figura 7** - Foto Aérea da Estação de Tratamento – SAMAE SCP  
Fonte: <http://www.samaescp.com.br/>




- Cobertura da rede de esgotamento Sanitário - O responsável pelo serviço de Esgotamento Sanitário - SAMAE de Santa Cecília do Pavão afirma - que, assim que a cidade for contemplada com a verba solicitada e ocorrer a implantação da rede pública coletora de esgoto, 100% da população da área urbana será atendida.

- Porcentagem de esgoto coletado e tratado – Atualmente, a coleta e o tratamento de esgoto contemplam apenas 5% da população, segundo o responsável pela SAMAE de Santa Cecília do Pavão. Implantada a rede coletora, 100% da população deverá possuir coleta e tratamento de esgoto.

É apresentada na Tabela 18 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário – Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 18 - Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO						
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO		
INDICADOR SANEAMENTO ESQUIOTAMENTO	E	Profundidade do Solo.	Solo com profundidade superior a 3m.		5	
			Solo com profundidade entre 1 a 3m.		3	
			Solo com profundidade entre 0 e 1m.	X	0	
	E	Profundidade do Lençol Freático.	Superior a 9m.	X	5	
			6 a 9m.		4	
			3 a 6m.		3	
			1 a 3m.		2	
	P	Sistema de coleta de esgoto adotado.	De 0 a 1m.		0	
			Coletivo - Rede Pública de esgotamento sanitário.		5	
			Condominial		4	
		P	Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Individual - fossas.	X	3
				Descarte a céu aberto		0
				Coletivo - Sistema Público de tratamento de esgotos.	X	5
	P	Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Sistemas Alternativos que obedecem aos níveis de lançamento de efluentes exigidos em legislação.		3	
			Não possui nenhum tipo de tratamento de esgoto - descarte a céu aberto ou em hidrografias.		0	
	R	Cobertura da rede de Esgotamento Sanitário.	100% da pop urbana.		5	
			inferior a 60%		3	
Não possui rede de ESS.			X	0		
R	Porcentagem de esgoto coletado e tratado.	100%		5		
		Inferior a 60%		3		
		Não possui Coleta e Tratamento de esgoto.	X	0		
<b>TOTAL</b>			<b>13</b>	<b>30</b>		

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana

- Porcentagem de áreas públicas para infiltração da água pluvial (Parques Urbanos) - A cidade de Santa Cecília do Pavão possui apenas 02 (duas) praças públicas; o restante de sua área urbana é ocupado por residências e lojas comerciais.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo de dispositivo para armazenamento e ou infiltração de água pluvial nos lotes da cidade.
- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reuso da água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo de dispositivo para captação ou reuso de água pluvial nos lotes da cidade de Santa Cecília do Pavão.
- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem - A cidade de Santa Cecília do Pavão não possui projeto ou plano de drenagem. Os dispositivos implantados são projetados e instalados aleatoriamente.
- Condições físicas dos equipamentos de Drenagem Urbana - Os dispositivos de drenagem da cidade não possuem nenhum padrão construtivo e apresentam várias formas, sendo dispositivos sem gradeamento, com gradeamento fixo, dispositivos danificados com o entorno erodido ou obstruídos por falta e/ou impossibilidade de manutenção.

Na Figura 8, fica clara a diferença entre os dispositivos de drenagem, que, por apresentarem gradeamento fixo, revelam também a impossibilidade de manutenções.



**Figura 8** - Dispositivos de Drenagem - ausência de padrão construtivo e impossibilidade de manutenções

- Tipos de passeio – Os passeios de Santa Cecília do Pavão em sua maioria não apresentam áreas destinadas à infiltração da água pluvial.

É mostrada na Figura 9 a situação dos passeios de Santa Cecília do Pavão.



**Figura 9** - Precariedade dos passeios

- Manutenção do Sistema de Drenagem Urbana - Devido às características construtivas dos dispositivos de drenagem da cidade de Santa Cecília do Pavão, a manutenção dos mesmos é dificultada e realizada apenas após eventos críticos. A sua maioria apresenta grades fixas que dificultam as manutenções e reparos.

É mostrado na Figura 10 um dos modelos de boca-de-lobo e grelha utilizados nos dispositivos de drenagem da cidade de Santa Cecília do Pavão. Evidentemente percebe-se a impossibilidade de manutenção dos mesmos, que é revelada pelo surgimento de vegetação no interior do dispositivo.



**Figura 10** - Dispositivo de Drenagem - (grade fixa e impossibilidade de manutenções)

- Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial - A cidade de Santa Cecília do Pavão apresenta evidências de processos erosivos ocasionados pela ineficiência e/ou falta de dispositivos de drenagem de águas pluviais. Grande parte da pavimentação da cidade está comprometida, principalmente nas vias com declividade longitudinal elevada. Nas áreas perimetrais, as ruas asfaltadas apresentam processos erosivos produzidos pelo escoamento superficial turbulento, problema esse que se intensifica a cada evento de precipitação de intensidade elevada.

Na Figura 11 pode-se verificar a ocorrência de erosão no pavimento.



**Figura 11** - Problemas de erosão da pavimentação devido à ineficiência do sistema de drenagem

- Situação da Pavimentação - Constatou-se que apenas a área central de Santa Cecília do Pavão é pavimentada com asfalto. As regiões periféricas possuem os logradouros demarcados e pavimentados com pedra irregular ou apenas terra. Tal situação gera transtornos à população, como ambientes insalubres, doenças respiratórias, entre outros.

A pavimentação da área central encontra-se amplamente danificada, e as possíveis causas para tais danos são a deficiência ou ausência dos dispositivos drenagem de águas pluviais, a falta de manutenção do sistema ou ainda a baixa qualidade do serviço e dos materiais utilizados para a pavimentação.

Nas áreas com declividade elevada, a velocidade do escoamento é maior, por isso a importância do sistema bem dimensionado e da localização adequada de equipamentos como bocas-de-lobo.

Na Figura 12 é possível visualizar as principais avenidas pavimentadas em asfalto na cidade de Santa Cecília do Pavão.






**Figura 12** - Vista aérea das vias públicas pavimentadas de SCP

É apresentada na Tabela 19 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana – Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 19 - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES DE DRENAGEM URBANA	Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial (Parques urbanos).	maior ou igual a 50%		5
		entre 40% e 30%		4
		inferior a 30%	X	3
		Não possui áreas para infiltração da água permeável.		0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para armazenamento da água pluvial.	X	0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para reúso da água pluvial.	X	0
	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.	Há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.		5
		Não há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.	X	0
	Condições físicas dos equipamentos de drenagem.	Equipamento em boas condições, de fácil acesso, remoção e manutenção.		5
		Equipamento em más condições, de difícil acesso, remoção e manutenção.	X	3
		Não existem equipamentos de drenagem.		1
	Tipos de passeios.	Passeios que permitem alguma infiltração de água pluvial.		5
		Passeios totalmente impermeáveis.	X	0
	Manutenção do Sistema de Drenagem.	Há manutenções regulares.		5
Há manutenções apenas após eventos críticos.			4	
Manutenção deficiente e com dispositivos construídos erroneamente.			3	
Não há manutenções.		X	0	
Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.	Não há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.		5	
	Há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.	X	0	
Situação da Pavimentação.	100% da área urbana é pavimentada.		5	
	entre 50 e 90%		4	
	inferior a 50%	X	3	
	Sem pavimentação.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>9</b>	<b>45</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos

- Porcentagem da População atendida por Sistema de coleta de lixo - Verificou-se que 100% da população urbana é atendida pela coleta de resíduos sólidos.
- Frequência da coleta de Resíduos Sólidos Domésticos - A coleta de resíduos sólidos domésticos em Santa Cecília do Pavão é realizada 3 (três) vezes na semana: segunda, quarta e sexta-feira.
- Disposição dos resíduos sólidos domésticos - Os resíduos sólidos domésticos coletados são levados para o Aterro Sanitário da Cidade, que

possui licença ambiental e está em fase de adequação para melhor funcionamento, funcionando desde 2004. Sua vida útil deverá ser de 15 anos.

É mostrada na Figura 13 a vala de disposição dos resíduos sólidos domésticos no Aterro de Santa Cecília do Pavão.



**Figura 13** - Aterro Sanitário de Santa Cecília do Pavão, início da disposição em nova vala

- Resíduos dos serviços de Saúde (disposição) - Os resíduos da saúde são coletados juntamente com os resíduos sólidos domésticos por caminhão da prefeitura e são dispostos sem qualquer distinção no aterro sanitário de Santa Cecília do Pavão.
- Resíduos Industriais (disposição) - A cidade não possui indústrias, apenas pequenos comércios, cujos resíduos são coletados pela prefeitura e dispostos no aterro sanitário do município. Não há presença de atividades industriais impactantes no município.
- Resíduos da Construção Civil (disposição) - Os resíduos da construção civil e de podas são coletados por caminhão da prefeitura e são dispostos em um terreno baldio cedido à prefeitura.
- Reciclagem da Fração Orgânica - Constatou-se que não é utilizada nenhuma forma de reciclagem da fração orgânica. O aterro sanitário dispõe apenas de um sistema de coleta de lixiviado para a recirculação do mesmo.

• Coleta Seletiva porcentagem da população atendida - Não há coleta seletiva. Apesar de a cidade possuir barracão para triagem de recicláveis, este foi saqueado e atualmente não apresenta condição de uso.

É apresentada na Tabela 20 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos – Santa Cecília do Pavão.

**Tabela 20 - Avaliação da Coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Santa Cecília do Pavão**

SANTA CECÍLIA DO PAVÃO					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES RESÍDUOS SÓLIDOS	P	Porcentagem da População atendida por sistema de coleta de lixo.	100% da pop urbana.		5
			entre 50 e 90%	X	3
			Não há coleta		0
	Frequência da coleta de lixo.	3 vezes por semana			5
		2 vezes por semana	X		4
		semanal			3
	Disposição dos resíduos sólidos domésticos.	não há coleta.			0
		Aterro Sanitário licenciado e bem operado.	X		5
		Aterro Controlado sem licenciamento ambiental.			3
	Resíduos dos Serviços de Saúde (disposição).	Lixão ou outros locais.			0
		Sistema licenciado com coleta especial, separação e destinação final dos resíduos segundos os grupos de risco.			5
		Coleta especial e disposição em valas preparadas em aterros sanitários.			3
	Resíduos Industriais (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.	X		0
		100% dos resíduos com disposição ou tratamento licenciado.			5
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	X		3
	Resíduos da Construção Civil (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0
		Coleta especial e destinação à usina preparada para a reciclagem ou aterro exclusivo e licenciado.			5
		Coleta especial e destinação a aterro em valas preparadas para receber os materiais.			4
R	Reciclagem da fração orgânica.	Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	X		3
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0
		Sistema de compostagem licenciado e bem operado.			5
Coleta seletiva. Porcentagem da população atendida.	Não há tratamento.	X		0	
	>25% do total do RSD é reciclado.			5	
	até 10% do RSD é reciclado.			3	
		Não há coleta seletiva.	X		0
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>40</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

## 4.2 APLICAÇÃO / UNIDADE DE ANÁLISE 2 – RANCHO ALEGRE

### **Eixo Temático – Área Rural**

- Condições Topográficas - O município de Rancho Alegre possui as seguintes características geomorfológicas:

Classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 61,65 km<sup>2</sup>. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 120 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 460 (máxima) m. s. n. m. (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

Em uma área de 222,34 km<sup>2</sup> apresenta dissecação baixa e classe de declividade predominante menor que 6% e relevo, com gradiente de 160 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 500 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

- Composição do Solo - Em Rancho Alegre, foram identificados, predominantemente, os latossolos e os nitossolos. Em locais mais restritos, ocorrem gleissolos e neossolos. Os principais tipos de solos encontrados (latossolos e nitossolos) são provenientes da decomposição intempérica do basalto com seu desenvolvimento intimamente relacionado com as condições climáticas e com a morfologia do terreno (relevos com baixa declividade). O resultado são solos com boa fertilidade, geralmente profundos e ricos em minerais de argila.

No local, foram identificados neossolos e gleissolos. Aqueles estão associados com elevações abruptas originadas por variações na composição do basalto. Tais lugares normalmente são utilizados para a retirada de moledo. Estes ocorrem nas proximidades dos grandes corpos d’água existentes na região, como os rios Congonhas e Tibagi.

- Uso e manejo do Solo Agrícola / Conservação da Cobertura Vegetal – Nascentes, Matas Ciliares e Áreas de Reserva legal - No município de Rancho Alegre a produção agrícola avançou sobre as áreas de proteção permanente (APP’s), as matas ciliares são raras ao longo das hidrografias, sendo densas apenas em áreas de nascente, mas ainda com dimensões menores às de referência legal. Ao longo do curso das hidrografias, a vegetação desestrutura-se

completamente, sendo possível encontrar hortas, lavouras de soja, cultivo de banana, entre outras culturas.




Em 2006 e 2007, foram recuperados 50% das matas ciliares do município, porém restam poucos fragmentos de vegetação nativa. Ainda restam 46%, aproximadamente, de áreas de preservação permanente a recuperar com a recomposição da mata ciliar.

As principais culturas de Rancho Alegre são o milho, a soja, o trigo, a banana e o café.

É apresentada na Tabela 21 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos e Territoriais Área Rural – Rancho Alegre.

**Tabela 21 - Avaliação da Área Rural de Rancho Alegre**

RANCHO ALEGRE						
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO		
INDICADORES ÁREA RURAL	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).	X	5	
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).		3	
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0	
	E	Composição do solo.	Solo argiloso (>50% argila)		5	
			Solo mediantemente argiloso.	X	3	
			Solo arenoso.		0	
	P	Uso e manejo do solo agrícola.	Cobertura do solo com pastagem bem manejada (curvas de nível, pastoreio controlado para o solo não ficar sujeito à erosão).		5	
			Cultura extensiva bem manejada ( proteção contra a erosão) e uso racional de agrotóxicos).	X	4	
			Cultura extensiva mal manejada e com pouco controle no uso de agrotóxicos.		3	
			Pastagem degradada com sinais de erosão e solo exposto.		2	
			Agricultura com uso intensivo de agrotóxicos (tomate, morango e etc).		0	
		P	Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).	Todos os corpos hídricos possuem vegetação ciliar, conforme disposto no Código Florestal.		5
				Todos os corpos hídricos apresentam vegetação ciliar porém em faixas inferiores a 30m.	X	3
				Os corpos hídricos apresentam margens muito expostas e com sinais de erosão.		0
		P	Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).	Todas as propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		5
				Até 50% das propriedades agrícolas possuem reserva legal.		4
				Até 10% das propriedades possuem área de reserva legal preservada.	X	3
		P	Conservação e Proteção das Nascentes.	Menos de 10% da propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		0
Todas as nascentes possuem faixa de vegetação conforme legislação (50m - mata ciliar)				5		
Nascente protegida porém com mata ciliar inferior a 50m.	X			3		
				0		
<b>TOTAL</b>			<b>21</b>	<b>30</b>		

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Área Urbana**

- Condições Topográficas - A topografia da área urbana segue o mesmo padrão da rural, apresentando declividade menor que 6%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 120 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 460 (máxima) m. s. n. m.

- Ocupação e Taxa de Impermeabilização dos Lotes Urbanos - A área urbana de Rancho Alegre não dispõe de divisão oficial de bairros. Na área central e mais antiga, caracterizada como área consolidada, localizam-se os principais eixos de comércio e serviços. As quadras são retangulares e apresentam em quase sua totalidade a dimensão de 80x180 metros. Nas áreas periféricas, as quadras obedecem à padronização de cada loteamento. A maioria dos lotes urbanos nas áreas centrais e mais antigas apresenta dimensões de aproximadamente 480,00m<sup>2</sup>.

Analisando o mapa de Uso e Ocupação do solo urbano, percebe-se a pouca disponibilidade de lotes na área central, existe apenas 1(um) vazio urbano de propriedade de particulares.

- Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - Rancho Alegre apresenta duas áreas de ocupação irregular caracterizadas pela falta de infraestrutura básica.

- Qualidade da água das hidrografias (Trechos Urbanos) / Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - A cidade não possui hidrografias que cortam a área urbana.

- Pressões Antrópicas sobre os rios (rios urbanos) - A cidade de Rancho Alegre não possui hidrografias que cortam a área urbana.




- Problemas de inundação - Não há problemas de inundação.

- Problemas de erosão - A cidade de Rancho Alegre não apresenta problemas relacionados à erosão do solo.

É apresentada na Tabela 22 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos Territoriais e de Infraestrutura da Área Urbana – Rancho Alegre.

Tabela 22 - Avaliação da Área Urbana de Rancho Alegre

RANCHO ALEGRE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ÁREA URBANA	E Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).	X	5	
		Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).		3	
		Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0	
	P Ocupação e Taxa de impermeabilização dos lotes urbanos	Predomínio de Lote natural sem ocupação. (0%)			5
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento e laterais não impermeabilizados. (50%)			4
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais não impermeabilizados. (75%)	X		3
		Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais parcialmente impermeabilizados. (80 a 90%)			2
		Predomínio de Lote totalmente impermeabilizado. (100%)			0
		Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale)	Não possui ocupações irregulares.		
	Possui ocupações irregulares.		X		0
	Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).	Não apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados e/ou não apresenta hidrografia em área urbana.	X		5
		Apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados.			0
	R Pressões Antrópicas sobre os rios.	Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar em todo seu entorno e sem restrições de fluxo.			5
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e sem restrições em seu fluxo.			4
		Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e possui restrições de fluxo.			3
		Apresenta rios canalizados			0
	Problemas de inundação.	Não apresenta problemas de inundação.	X		5
		Apresenta problemas relacionados à ocupação de áreas de inundação natural dos rios e fundos de vale.			3
		Apresenta problemas relacionados à ocupações em áreas de inundação natural dos rios, desmatamento da vegetação ciliar, ocupação de encostas e drenagem pluvial ineficiente e/ou ausente.			0
	Problemas de Erosão.	Não apresenta problemas de erosão, apresenta encostas e vegetações bem preservadas.	X		5
		Apresenta encostas desmatadas, porém sem ocupações.			3
Apresenta encostas desmatadas e ocupadas por assentamentos irregulares ou não.				0	
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>35</b>	

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Características Físicas do Manancial

- Preservação da área de recarga do aquífero delimitada e protegida - A cidade de Rancho Alegre capta a água em poço e mina, sendo então o abastecimento realizado por manancial subterrâneo.

Eles ficam localizados na área rural de Rancho Alegre, afastados da cidade, próximos a culturas de banana e milho.




A área onde a mina aflora não possui nenhum tipo de vegetação para sua proteção, a mesma fica em meio a uma lavoura de milho, protegida por portão e grades contra a entrada de estranhos.

- Presença de selo sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha - Foi confirmado junto ao responsável pelo serviço de abastecimento de água que o poço utilizado para abastecimento público possui selo sanitário e a mina possui sistema de proteção no coletor.
- Estudo hidrogeológico local - O município de Rancho Alegre não possui estudo hidrogeológico local.
- Medidas para proteção superficial do ponto de captação da água subterrânea - Verificou-se que os locais de captação de água de abastecimento do município possuem infraestrutura, obras de engenharia, controle de entrada, entre outros, para proteção e preservação da qualidade da água retirada nos mesmos, porém o poço e a mina situam-se em área com intensa atividade agrícola.

É apresentada na Tabela 23 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água, características físicas do manancial – Rancho Alegre.

**Tabela 23 - Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Rancho Alegre**

		RANCHO ALEGRE		
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADOR ABASTECIMENTO ESTADO RESPOSTA	E Preservação da área de recarga manancial de abastecimento subterrâneo.	Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e distante de atividades antrópicas impactantes.		5
		Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e próximo à atividades antrópicas impactantes.		3
		Área de recarga do lençol subterrâneo desconhecida e sem delimitação, com raio de 25m de vegetação nativa degradado e ou inexistente e próximo à atividades antrópicas impactantes.	X	0
	P Presença de Selo Sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha.	Sim	X	5
		Não		0
	R Estudo Hidrogeológico Local.	Possui		5
		Não Possui.	X	0
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Subterrânea.	Sim	X
	Não			0
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>20</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água.**

- Qualidade da Água Bruta - A água bruta captada em Rancho Alegre é de boa qualidade, necessitando apenas de cloração e fluoretação para consumo.
- Capacidade do Sistema de Abastecimento público - Tal sistema possui capacidade para atender 100% da população, porém já opera em 100% . Atualmente a vazão captada é de 65 m<sup>3</sup>/h e o volume de reserva é de 500m<sup>3</sup>.
- Capacidade de Reservação *per capita* - Para abastecimento de água, a cidade dispõe de dois reservatórios de água potável anexos à sede da Sanepar, sendo um elevado, com capacidade de 50m<sup>3</sup> de água e outro, semienterrado, com capacidade de 450m<sup>3</sup> de água, somando um volume de reserva de 500m<sup>3</sup>.
- Cobertura da rede - O sistema de abastecimento público atende 100% da população da cidade de Rancho Alegre.
- Índice de perda na distribuição - Verificou-se junto ao responsável pelo sistema de abastecimento que o índice de perda na distribuição é de aproximadamente 25%.
- Continuidade do Abastecimento - O abastecimento ocorre de forma contínua, com interrupções programadas para manutenção e limpeza dos equipamentos e reservatórios. Em eventos críticos, havendo falta de energia, o sistema pode ser comprometido, já que o volume de reserva atende a demanda de apenas 1 dia (24 horas) de consumo.
- Qualidade da Água na Ponta da Rede - São realizados monitoramentos constantes para análise da qualidade da água nas pontas de rede.
- Sistema de potabilização de água de abastecimento público - Verificou-se que o sistema de potabilização da água fornecida em Rancho Alegre é compatível com a qualidade da água bruta.
- Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais - O monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros (cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais) é realizado semanalmente na própria unidade de tratamento e reservação – SANEPAR .

• Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento - Existem mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento, como bombas e motores, porém o problema enfrentado pelo órgão responsável pelo abastecimento da cidade é a falta de técnicos e pessoal habilitado para execução dos serviços. Atualmente a cidade possui um único funcionário para realizar todas as operações necessárias ao abastecimento da população local.

É apresentada na Tabela 24 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água – Rancho Alegre.

**Tabela 24 - Avaliação do sistema de abastecimento de água de Rancho Alegre**

RANCHO ALEGRE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade da Água Bruta.	Boa Qualidade necessitando apenas de simples filtração.	X	5	
		Qualidade Regular necessitando de tratamento(s) específico(s) para utilização.		3	
		Péssima Qualidade necessitando de tratamento(s) complexo(s).		0	
	Capacidade do Sistema de Abastecimento público.	100%, sendo menos de 50% comprometida com o abastecimento.			5
		100%, sendo mais de 50% comprometida com o abastecimento.			3
		100% comprometida.	X		0
	Capacidade de Reservação per capita.	Aproximadamente 1/3 do dia de maior consumo.			5
		inferior a 1/3 do dia de maior consumo	X		3
		Não possui equipamentos ou sistemas para reservação.			0
	Cobertura da rede.	100% da pop urbana.	X		5
		inferior a 80%			3
		inferior a 10%			0
	Índice de perda na distribuição.	inferior a 25%			5
		entre 25 e 50%	X		3
		superior a 50%			0
	Continuidade do Abastecimento.	Contínuo.			5
		Com interrupções ocasionais programadas.			4
		Com interrupções ocasionais não programadas.	X		3
		Com interrupções constantes.			0
	Qualidade da Água na Ponta da Rede.	Há monitoramento e controle da qualidade.	X		5
Não há monitoramento e controle da qualidade.				0	
Sistema de Potabilização de água de abastecimento público.	Sistema de potabilização compatível com a qualidade da água bruta.	X		5	
	Sistema de potabilização não compatível com a qualidade da água bruta.			0	
Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.	Monitoramento semanal.		X	5	
	Monitoramento mensal.			3	
	Não há monitoramento.			0	
Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.	Há mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do SAA, como geradores, bombas, reservatórios entre outros; em quantidade e qualidade compatível à exigida para dar suporte em eventuais problemas.		X	5	
	Não há qualquer tipo de mecanismo ou equipamento de manutenção preventiva e corretiva.			0	
<b>TOTAL</b>			<b>39</b>	<b>50</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário**

- Profundidade do Solo - No perímetro urbano de Rancho Alegre foi identificada uma área onde o solo é pouco profundo, apresentando cerca de 1,50 metro de espessura. Trata-se da região sudoeste da área urbana. Aí, as fossas são rasas ocorrendo rocha moderadamente intemperizada a pouco mais de um metro de profundidade.

Em determinados locais do cemitério, ocorre basalto parcialmente decomposto a aproximadamente 2,00 metros de profundidade, de acordo com o relato do funcionário público responsável aos técnicos da Ong Ecopólis.

- Profundidade do Lençol Freático - Não foram encontrados dados reais a respeito da profundidade do lençol freático, porém o responsável pelo serviço de abastecimento de água revelou que em alguns locais ela gira em torno de 6 a 9 metros.

- Sistema de coleta de esgoto adotado - Constatou-se que o sistema para coleta de esgoto mais adotado no município de Rancho Alegre é o individual, realizado por meio de fossas. Ainda, não há rede pública de coleta de esgoto e estação de tratamento. Segundo informações levantadas junto ao técnico responsável pela Sanepar, o município não possui projeto até o momento para implantação de rede pública de coleta de esgoto e de estação de tratamento de esgoto.

As fossas sépticas instaladas nos últimos anos estão situadas nos fundos dos lotes, evitando ligações clandestinas ao sistema de coleta de água pluvial. A maioria das antigas não são sépticas e estão ligadas à rede de drenagem de água pluvial.

Na Figura 14 é possível visualizar o extravassador da fossa conectado à rede de drenagem pluvial.



**Figura 14** - Visualização do encanamento que faz a ligação do esgoto à rede de Drenagem pluvial

O caminhão autofossa da prefeitura está em boas condições de uso e transporta o material coletado para o aterro controlado do município. É realizada a limpeza de 2 a 3 fossas por dia, cuja demanda é orientada por requisição na Prefeitura.

- Sistema de Tratamento de Esgoto adotado - Não há sistemas para tratamento de esgoto no município.
- Cobertura da rede de esgotamento sanitário - Não há rede de coleta de esgoto no município.
- Porcentagem de esgoto coletado e tratado - A porcentagem de esgoto coletado e tratado é nula.

É apresentada na Tabela 25 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário – Rancho Alegre.

**Tabela 25 - Avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Rancho Alegre**

RANCHO ALEGRE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES SANITÁRIOS	E	Profundidade do Solo.	Solo com profundidade superior a 3m.		5
			Solo com profundidade entre 1 a 3m.	X	3
			Solo com profundidade entre 0 e 1m.		0
		Profundidade do Lençol Freático.	Superior a 9m.		5
			6 a 9m.	X	4
			3 a 6m.		3
	1 a 3m.			2	
		De 0 a 1m.		0	
	P	Sistema de coleta de esgoto adotado.	Coletivo - Rede Pública de esgotamento sanitário.		5
			Condominial		4
			Individual - fossas.	X	3
			Descarte a céu aberto		0
		Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Coletivo - Sistema Público de tratamento de esgotos.		5
			Sistemas Alternativos que obedecem aos níveis de lançamento de efluentes exigidos em legislação.		3
		Não possui nenhum tipo de tratamento de esgoto - descarte a céu aberto ou em hidrografias.	X	0	
	R	Cobertura da rede de Esgotamento Sanitário.	100% da pop urbana.		5
			inferior a 60%		3
			Não possui rede de ESS.	X	0
R	Porcentagem de esgoto coletado e tratado.	100%		5	
		Inferior a 60%		3	
		Não possui Coleta e Tratamento de esgoto.	X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>30</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana**

- Porcentagem de áreas públicas para infiltração da água pluvial. (Parques Urbanos) - A cidade possui 05 (cinco) praças públicas e 01 (um) parque; o restante de sua área urbana é ocupado por residências e lojas comerciais. As praças são de pequeno porte, bastante arborizadas e com áreas para infiltração da água pluvial.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo de dispositivo para armazenamento e/ou infiltração de água pluvial nos lotes da cidade de Rancho Alegre.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial - Não foi identificado nenhum tipo de dispositivo para captação ou reúso de água pluvial nos lotes da cidade.

- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem - O município de Rancho Alegre não possui um sistema eficiente de drenagem urbana, havendo alguns problemas de dimensionamento e localização das bocas-de-lobo, bem como dos pontos de lançamento (seis ao todo), devido à falta de dissipadores de energia.

A cidade não possui projeto ou plano de drenagem; os dispositivos instalados são projetados e instalados aleatoriamente.

- Condições físicas dos equipamentos de Drenagem Urbana - Assim como em Santa Cecília do Pavão, os dispositivos de drenagem da cidade de Rancho Alegre não possuem nenhum padrão construtivo e apresentam várias formas, sendo dispositivos sem gradeamento e outros com gradeamento fixo. Observaram-se dispositivos danificados com o entorno erodido ou obstruído por falta e/ou impossibilidade de manutenção.

- Tipos de Passeios – Os Passeios de Rancho Alegre, em sua maioria, não apresentam áreas destinadas à infiltração da água pluvial; de maneira geral são completamente impermeabilizados.

- Manutenção do Sistema de Drenagem Urbana - Devido às características construtivas dos dispositivos de drenagem da cidade de Rancho Alegre, a manutenção dos mesmos é dificultada e realizada apenas após eventos críticos. A maioria dos dispositivos apresenta grades fixas que dificultam as manutenções e reparos nos mesmos.

- Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial – Grande parte das ruas não possui bocas-de-lobo, apenas sarjetas, por serem rasas, sua capacidade de escoamento é subutilizada. Notou-se que nos pontos mais baixos durante grandes chuvas, o escoamento invade as calçadas. O escoamento em lençol ocorrido sobre as ruas compromete a pavimentação, dando origem a vários pontos de erosão do pavimento.

- Situação da Pavimentação - Praticamente toda área urbana da cidade de Rancho Alegre possui pavimentação asfáltica, com exceção de pequenos trechos.

É apresentada na Tabela 26 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana – Rancho Alegre.

**Tabela 26 - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Rancho Alegre**

RANCHO ALEGRE				
TEMA	INDICADOR	AValiação	A	PESO
INDICADORES DRENAGEM URBANA	Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial (Parques urbanos).	maior ou igual a 50%		5
		entre 40% e 30%	X	4
		inferior a 30%		3
		Não possui áreas para infiltração da água permeável.		0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para armazenamento da água pluvial.	X	0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para reúso da água pluvial.	X	0
	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.	Há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.		5
		Não há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.	X	0
	Condições físicas dos equipamentos de drenagem.	Equipamento em boas condições, de fácil acesso, remoção e manutenção.		5
		Equipamento em más condições, de difícil acesso, remoção e manutenção.	X	3
		Não existem equipamentos de drenagem.		1
	Tipos de passeios.	Passeios que permitem alguma infiltração de água pluvial.		5
		Passeios totalmente impermeáveis.	X	0
	P R	Manutenção do Sistema de Drenagem.	Há manutenções regulares.	
Há manutenções apenas após eventos críticos.				4
Manutenção deficiente e com dispositivos construídos erroneamente.				3
Não há manutenções.			X	0
R	Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.	Não há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.		5
		Há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.	X	0
	Situação da Pavimentação.	100% da área urbana é pavimentada.		5
		entre 50 e 90%	X	4
inferior a 50%			3	
	Sem pavimentação.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>11</b>	<b>45</b>

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos**

- Porcentagem da População atendida por Sistema de coleta de lixo - Verificou-se que 100% da população urbana é atendida pela coleta de resíduos sólidos.

- Frequência da coleta de RSD - A coleta de resíduos sólidos domésticos em Rancho Alegre é realizada de segunda a sábado, variando entre 13 e 15 viagens ao aterro por semana, sendo que às segundas-feiras acontecem em torno de 4 a 5 viagens por não haver coleta no domingo.

- Disposição dos resíduos sólidos domésticos - Os resíduos sólidos domésticos coletados são levados ao Aterro Controlado da Cidade, que possui um termo de conduta para operar até que seja adequado às exigências do órgão competente para posse da licença ambiental. São duas grandes valas que compõem o aterro de Rancho Alegre, com volume aproximado de 8 mil m<sup>3</sup> cada.

É mostrada na Figura 15 a vala de disposição dos resíduos sólidos domésticos no Aterro de Rancho Alegre.



**Figura 15** - Vista do Aterro Controlado de Rancho Alegre – destaque para a separação de resíduos feita no local

- Resíduos de serviços da Saúde (disposição) - Os resíduos hospitalares são coletados quinzenalmente; se necessário, há a possibilidade de se realizar coleta esporadicamente. A coleta é realizada por 2 veículos, porém nenhum deles é preparado para tal serviço.

A disposição dos resíduos ocorre no aterro controlado da cidade e em valas rasas, de aproximadamente 1m de profundidade, sendo recobertos quando

alcançam a capacidade normal. Durante a visita ao aterro, foram identificados resíduos hospitalares fora das mesmas.

- Resíduos Industriais (disposição) - Rancho Alegre não possui grandes indústrias, assim, os resíduos gerados pelas indústrias do município são levados pelos próprios industriais ao aterro sanitário da cidade.

Os gerados nas atividades comerciais são coletados pela prefeitura e dispostos no aterro sanitário do município.

- Resíduos da Construção Civil (disposição): Os resíduos da construção civil e de podas são coletados e dispostos no aterro controlado a céu aberto, em local afastado das valas onde são depositados os resíduos sólidos domésticos.

- Reciclagem da Fração Orgânica - Constatou-se que não é utilizada nenhuma forma de reciclagem da fração orgânica.

- Coleta Seletiva porcentagem da população atendida - A coleta seletiva em Rancho Alegre é realizada por uma família que vai até o aterro controlado e, no local, seleciona o material que pode ser reciclado, embora o volume de resíduo seja muito pequeno devido ao contato entre os resíduos, desde a coleta até a disposição final.

É apresentada na Tabela 27 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos – Rancho Alegre.

**Tabela 27 - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Rancho Alegre**

RANCHO ALEGRE					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES RESÍDUOS SÓLIDOS	Porcentagem da População atendida por sistema de coleta de lixo.	100% da pop urbana.	X	5	
		entre 50 e 90%		3	
		Não há coleta		0	
	Frequência da coleta de lixo.	3 vezes por semana			5
		2 vezes por semana			4
		semanal	X		3
		não há coleta.			0
	Disposição dos resíduos sólidos domésticos.	Aterro Sanitário licenciado e bem operado.			5
		Aterro Controlado sem licenciamento ambiental.	X		3
		Lixão ou outros locais.			0
	Resíduos de serviços da Saúde (disposição).	Sistema licenciado com coleta especial, separação e destinação final dos resíduos segundos os grupos de risco.			5
		Coleta especial e disposição em valas preparadas em aterros sanitários.	X		3
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0
	Resíduos Industriais (disposição).	100% dos resíduos com disposição ou tratamento licenciado.			5
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	X		3
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0
	Resíduos da Construção Civil (disposição).	Coleta especial e destinação à usina preparada para a reciclagem ou aterro exclusivo e licenciado.			5
		Coleta especial e destinação a aterro em valas preparadas para receber os materiais.			4
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.			3
		Não é feita a coleta e controle da destinação final.	X		0
Reciclagem da fração orgânica.	Sistema de compostagem licenciado e bem operado.			5	
	Não há tratamento.	X		0	
Coleta seletiva. Porcentagem da população atendida.	>25% do total do RSD é reciclado.			5	
	até 10% do RSD é reciclado.	X		3	
	Não há coleta seletiva.			0	
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	<b>40</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

#### 4.3 APLICAÇÃO / UNIDADE DE ANÁLISE 3 – CONGOINHAS

##### **Eixo Temático – Área Rural**

- Condições Topográficas - O município de Congonhinhas possui as seguintes características geomorfológicas: Em uma parte do território a classe de declividade predominante está entre 12-30%. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 780 metros, com altitudes variando entre 400 (mínima) e 1.180 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e vales em degraus. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Serra Geral.

Em outra parte apresenta dissecação alta. Classe de declividade predominante entre 6-30%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 460 metros, com altitudes variando entre 500 (mínima) e 960 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da formação Teresina.

Há também classe de declividade variando entre 12-30% em uma área de 455,22 km<sup>2</sup>. Em relação ao relevo, esta área apresenta gradiente de 740 metros com altitudes variando entre 440 (mínima) e 1.180 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos isolados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção dominante é NW/SE, modelada em rochas da Formação Rio do Rastro. Esta unidade ocorre próxima aos limites do município de Congonhinhas.

- Composição do Solo - Em Congonhinhas, foi identificada uma ampla variedade de solos ocorrendo latossolos, nitossolos e argissolos. Em locais mais restritos, ocorrem gleissolos, cambissolos e neossolos.

Solos, como os latossolos e nitossolos, são provenientes da decomposição intempérica do basalto com seu desenvolvimento intimamente relacionado com as condições climáticas e com a morfologia do terreno (relevos com baixa declividade). Os argilosos normalmente estão relacionados com a decomposição de rochas areníticas.

No geral, esses solos apresentam boa fertilidade, são profundos e ricos em minerais de argila.

• Uso e manejo do Solo Agrícola / Conservação da Cobertura Vegetal – Nascentes, Matas Ciliares e Áreas de Reserva legal - O município de Congoinhas não possui continuidade de vegetação, sendo possível identificar apenas alguns fragmentos em seu território, apresentando-se apenas nas nascentes de algumas hidrografias e nas áreas de reserva legal. As áreas de nascentes em sua maioria estão protegidas, mas por faixas inferiores aos 50m exigidos pela legislação, além disso, ao longo dos cursos, a vegetação se desestrutura completamente. Existem ainda nas áreas marginais aos rios residências e obras hidráulicas, como sistemas de captação de água.

É apresentada na Tabela 28 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos e Territoriais Área Rural – Congoinhas.

**Tabela 28 - Avaliação da área rural de Congoinhas**

CONGOINHAS				
TEMA	INDICADOR	AValiação	A	PESO
INDICADORES	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).	5
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).	X 3
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.	0
	Composição do solo.	Solo argiloso (>50% argila)	5	
		Solo mediantemente argiloso.	X 3	
		Solo arenoso.	0	
	Uso e manejo do solo agrícola.		Cobertura do solo com pastagem bem manejada (curvas de nível, pastoreio controlado para o solo não ficar sujeito à erosão).	5
			Cultura extensiva bem manejada ( proteção contra a erosão) e uso racional de agrotóxicos).	X 4
			Cultura extensiva mal manejada e com pouco controle no uso de agrotóxicos.	3
			Pastagem degradada com sinais de erosão e solo exposto.	2
			Agricultura com uso intensivo de agrotóxicos (tomate, morango e etc).	0
	P	Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).	Todos os corpos hídricos possuem vegetação ciliar, conforme disposto no Código Florestal.	5
			Todos os corpos hídricos apresentam vegetação ciliar porém em faixas inferiores a 30m.	X 3
			Os corpos hídricos apresentam margens muito expostas e com sinais de erosão.	0
	Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).		Todas as propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.	5
Até 50% das propriedades agrícolas possuem reserva legal.			4	
Até 10% das propriedades possuem área de reserva legal preservada.			X 3	
Conservação e Proteção das Nascentes.		Menos de 10% da propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.	0	
		Todas as nascentes possuem faixa de vegetação conforme legislação (50m - mata ciliar)	5	
		Nascente protegida porém com mata ciliar inferior a 50m.	X 3	
		As nascentes não apresentam nenhuma mata ciliar às protegendo.	0	
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	<b>30</b>

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – da Área Urbana**

- Condições Topográficas - A topografia da área urbana apresenta declividade entre 6% e 12%. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 120 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 500 (máxima) m. s. n. m.
- Ocupação e Taxa de Impermeabilização dos Lotes Urbanos - O município é estruturado pelo distrito sede, 3 distritos, 3 patrimônios rurais e 1 assentamento rural.

A área urbana de Congoinhas não dispõe de divisão oficial de bairros. A área central e mais antiga é caracterizada como área consolidada. As quadras apresentam em quase sua totalidade a dimensão de 80x80 metros. As dimensões dos lotes urbanos na área central variam de 250,00 m<sup>2</sup> a 600,00 m<sup>2</sup>.

É mostrada na Figura 16 uma fotografia aérea da área urbana da cidade de Congoinhas.



**Figura 16** - Vista aérea da área urbana de Congoinhas

- Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - Foi constatada a existência de algumas casas na Rua Vinte de Março, próximas ao Córrego das Laranjeiras em área imprópria à ocupação.
- Qualidade da água das hidrografias (Trechos Urbanos) / Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - O município de Congoinhas possui malha extensa de hidrografias, sendo, em sua maioria rios pequenos de 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem. Apenas uma hidrografia está inserida na área urbana, um afluente do rio Congoinhas, o mais importante do município. A característica do relevo na região é bastante acidentada, promovendo a formação de rios efêmeros e intermitentes, rios

com fluxo sazonal que ocorrem apenas em algumas épocas do ano ou somente após precipitações significativas.

Observou-se visualmente que a água do rio que corta a área urbana apresenta qualidade regular, pois notou-se turbidez, espuma, partículas e sólidos em suspensão além de odor, porém uma análise laboratorial a esse respeito deve ser feita e considerada. No entanto, não foram observadas evidências de processos erosivos.

- Pressões Antrópicas sobre os rios (rios urbanos): Durante a visita ao município foi possível identificar algumas propriedades localizadas às margens da hidrografia que corta o meio urbano. Tais propriedades têm características rurais e não configuram assentamento clandestino. Foi verificada também a existência de depósito clandestino de entulhos em um fundo de vale.

- Problemas de inundação: Constatou-se que não há problemas de inundação.

- Problemas de erosão - A cidade de Congoinhas não apresenta problemas relacionados à erosão do solo.

É apresentada na Tabela 29 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos Territoriais e de Infraestrutura da Área Urbana – Congoinhas.

Tabela 29 - Avaliação da área urbana de Congoinhas

CONGOINHAS					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ÁREA URBANA	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).	X	3
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0
	P	Ocupação e Taxa de impermeabilização dos lotes urbanos	Predomínio de Lote natural sem ocupação. (0%)		5
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento e laterais não impermeabilizados. (50%)		4
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais não impermeabilizados. (75%)	X	3
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais parcialmente impermeabilizados. (80 a 90%)		2
			Predomínio de Lote totalmente impermeabilizado. (100%)		0
			Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale)	Não possui ocupações irregulares.	
	Possui ocupações irregulares.	X		0	
	Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).	Não apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados e/ou não apresenta hidrografia em área urbana.		5	
		Apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados.	X	0	
	R	Pressões Antrópicas sobre os rios.	Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar em todo seu entorno e sem restrições de fluxo.		5
			Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e sem restrições em seu fluxo.		4
			Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e possui restrições de fluxo.	X	3
			Apresenta rios canalizados		0
	Problemas de inundação.	Não apresenta problemas de inundação.	X	5	
		Apresenta problemas relacionados à ocupação de áreas de inundação natural dos rios e fundos de vale.		3	
Apresenta problemas relacionados à ocupações em áreas de inundação natural dos rios, desmatamento da vegetação ciliar, ocupação de encostas e drenagem pluvial ineficiente e/ou ausente.			0		
Problemas de Erosão.	Não apresenta problemas de erosão, apresenta encostas e vegetações bem preservadas.		5		
	Apresenta encostas desmatadas, porém sem ocupações.		3		
	Apresenta encostas desmatadas e ocupadas por assentamentos irregulares ou não.	X	0		
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>	<b>35</b>	

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Características Físicas do Manancial

• Características físicas do manancial de abastecimento - O município é abastecido por manancial superficial, o rio Congoinhas.

Foi verificado que os locais onde se situam a nascente e a captação de água do município de Congoinhas apresentam grande concentração de vegetação nativa e outros tipos em faixa igual a 50 m.

• Porcentagem da vazão do rio comprometida com a captação de água - A empresa responsável pelo abastecimento público não disponibilizou dados para esta avaliação, por isso o valor dado a este indicador é igual a zero.

• Características físicas do local da captação de água superficial –

Embora não tenha sido possível acessar tal área o relato do material da Ong Ecopolis afirma que o local da captação encontra-se a montante de focos de poluição e em área bem protegida por vegetação ciliar.

- Medidas para proteção superficial do ponto de captação da água  
-A captação (Figura 17) está localizada em local afastado da área urbana e de atividades impactantes, sendo também bem protegida contra a entrada de pessoas não autorizadas



**Figura 17** – Vista do local onde é captada a água de Congoinhas

É apresentada na Tabela 30 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água, características físicas mananciais Superficiais – Congoinhas.

**Tabela 30 - Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Congoinhas**

CONGOINHAS					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR MANANCIAL SUPERFICIAL DE RESPOSTA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO	E	Características físicas do manancial de abastecimento.	Manancial em ótimo estado de preservação, com área de captação distante de atividades antrópicas impactantes, com mata ciliar preservada em toda sua extensão e perímetro, sem aporte de qualquer tipo de efluente a montante da captação.		5
			Manancial com estado de preservação regular, com captação distante de atividades antrópicas impactantes, sem aporte de qualquer tipo de efluente a montante, porém com mata ciliar degradada em alguns pontos de sua extensão e ou perímetro.	X	3
			Manancial em péssimo estado de preservação, próximo a atividades antrópicas impactantes, com encostas e mata ciliar desmatadas em sua extensão e perímetro, com aporte de efluentes domésticos e industriais a montante e apresentando processos de eutrofização.		0
	P	Porcentagem da vazão do rio comprometida com a captação de água ou aquífero.	inferior a 50%		5
			50 a 70%		3
			70 a 90%	X	0
	R	Características físicas do local da captação de água superficial	Situar-se a montante de focos de poluição, em local que garanta água com qualidade compatível com as tecnologias de tratamento de água e, em ponto que garanta a vazão demandada pelo sistema.	X	5
			Situar-se a jusante de focos de poluição, em local onde a qualidade da água é regular necessitando de tecnologias de tratamento de água especiais.		0
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Superficial.	Sim	X	5
			Não		0
<b>TOTAL</b>			<b>13</b>	<b>20</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água

- Qualidade da Água Bruta - Verificou-se que a água bruta captada em Congoinhas é de boa qualidade, necessitando de tratamento simplificado.
- Capacidade do Sistema de Abastecimento público - O sistema de abastecimento público possui capacidade para atender 100% da população, porém hoje opera no limite de sua capacidade. Atualmente, a vazão captada é de 680,21 m<sup>3</sup>/dia; o volume de reserva, de 440m<sup>3</sup>.
- Capacidade de Reservação per capita - O volume de reserva é de 440m<sup>3</sup>. Para isso, existem dois reservatórios elevados (30m<sup>3</sup> e 10m<sup>3</sup>); dois reservatórios enterrados (300m<sup>3</sup> e 100m<sup>3</sup>).
- Cobertura da rede - O sistema de abastecimento público atende 100% da população da cidade de Congoinhas.

- Índice de perda na distribuição - Verificou-se junto ao responsável pelo sistema de abastecimento que o índice de perda na distribuição é de aproximadamente 25%.
- Continuidade do Abastecimento - O abastecimento ocorre de forma contínua, com interrupções programadas para manutenção e limpeza dos equipamentos e reservatórios.
- Qualidade da Água na Ponta da Rede - São realizados monitoramentos constantes para análise da qualidade da água nas pontas de rede.
- Sistema de potabilização de água de abastecimento público - Constatou-se que o sistema de potabilização da água fornecida em Congoinhas é compatível com a qualidade da água bruta; o sistema utilizado é composto por um floco-decantador e um filtro.
- Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais - O monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros (cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais) é realizado semanalmente na empresa responsável pelo abastecimento – SANEPAR.
- Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento - Existem mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento, como bombas e motores reservas.

É apresentada na Tabela 31 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água – Congoinhas.

Tabela 31 - Avaliação do Sistema de Abastecimento de água de Congoinhas

CONGOINHAS				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade da Água Bruta.	Boa Qualidade necessitando apenas de simples filtração.	X	5
		Qualidade Regular necessitando de tratamento(s) específico(s) para utilização.		3
		Péssima Qualidade necessitando de tratamento(s) complexo(s).		0
	Capacidade do Sistema de Abastecimento público.	100%, sendo menos de 50% comprometida com o abastecimento.		5
		100%, sendo mais de 50% comprometida com o abastecimento.		3
		100% comprometida.	X	0
	Capacidade de Reservação per capita.	Aproximadamente 1/3 do dia de maior consumo.		5
		inferior a 1/3 do dia de maior consumo	X	3
		Não possui equipamentos ou sistemas para reservação.		0
	Cobertura da rede.	100% da pop urbana.	X	5
		inferior a 80%		3
		inferior a 10%		0
	Índice de perda na distribuição.	inferior a 25%		5
		entre 25 e 50%	X	3
		superior a 50%		0
	Continuidade do Abastecimento.	Contínuo.		5
		Com interrupções ocasionais programadas.	X	4
		Com interrupções ocasionais não programadas.		3
Com interrupções constantes.			0	
Qualidade da Água na Ponta da Rede.	Há monitoramento e controle da qualidade.	X	5	
	Não há monitoramento e controle da qualidade.		0	
Sistema de Potabilização de água de abastecimento público.	Sistema de potabilização compatível com a qualidade da água bruta.	X	5	
	Sistema de potabilização não compatível com a qualidade da água bruta.		0	
Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.	Monitoramento semanal.	X	5	
	Monitoramento mensal.		3	
	Não há monitoramento.		0	
Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.	Há mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do SAA, como geradores, bombas, reservatórios entre outros; em quantidade e qualidade compatível à exigida para dar suporte em eventuais problemas.	X	5	
	Não há qualquer tipo de mecanismo ou equipamento de manutenção preventiva e corretiva.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>	<b>50</b>

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário

- Profundidade do Solo - Não foram encontrados dados a respeito da profundidade do solo, porém empresários locais revelaram que tal profundidade gira em torno de 1 a 3 metros.
  - Profundidade do Lençol Freático - Não foram localizados dados a respeito da profundidade do lençol freático, porém empresários locais revelaram que tal profundidade gira em torno de 6 a 9 metros.
  - Sistema de coleta de esgoto adotado - Constatou-se que o sistema para coleta de esgoto mais adotado no município de Congoinhas é o individual, feito por meio de fossas, pois não possui rede pública de coleta e estação

de tratamento de esgotos. Segundo informações reportadas no relatório da Ong Ecopólis, a cidade não dispõe de planos e projeto para implantação da rede pública de coleta e da estação de tratamento de esgoto em futuro próximo. A maioria das fossas do município está ligada à rede de drenagem de água pluvial.

- Sistema de Tratamento de Esgoto adotado - Não há sistemas para tratamento de esgoto no município.
- Cobertura da rede de esgotamento Sanitário - Não há rede de coleta de esgoto no município.
- Porcentagem de esgoto coletado e tratado - A porcentagem de esgoto coletado e tratado é nula.

É apresentada na Tabela 32 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário – Congoinhas.

**Tabela 32 - Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Congoinhas**

CONGOINHAS					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR SANITÁRIO	E	Profundidade do Solo.	Solo com profundidade superior a 3m.		5
			Solo com profundidade entre 1 a 3m.	X	3
			Solo com profundidade entre 0 e 1m.		0
	E	Profundidade do Lençol Freático.	Superior a 9m.		5
			6 a 9m.	X	4
			3 a 6m.		3
			1 a 3m.		2
			De 0 a 1m.		0
	P	Sistema de coleta de esgoto adotado.	Coletivo - Rede Pública de esgotamento sanitário.		5
			Condominial		4
			Individual - fossas.	X	3
			Descarte a céu aberto		0
		Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Coletivo - Sistema Público de tratamento de esgotos.		5
			Sistemas Alternativos que obedecem aos níveis de lançamento de efluentes exigidos em legislação.		3
	R	Cobertura da rede de Esgotamento Sanitário.	Não possui nenhum tipo de tratamento de esgoto - descarte a céu aberto ou em hidrografias.	X	0
100% da pop urbana.				5	
Inferior a 60%				3	
Não possui rede de ESS.			X	0	
R	Porcentagem de esgoto coletado e tratado.	100%		5	
		Inferior a 60%		3	
		Não possui Coleta e Tratamento de esgoto.	X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>30</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana**

- Porcentagem de áreas públicas para infiltração da água pluvial (Parques Urbanos) - A cidade de Congoinhas possui 5 praças públicas, no entanto grande parte da área ocupada pelas mesmas é pavimentada, apresentando poucas árvores e espaços para infiltração das águas pluviais.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo de dispositivo para armazenamento e/ou infiltração de água pluvial nos lotes da cidade.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo de dispositivo para captação ou reúso de água pluvial nos lotes da cidade.

- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem - Os dispositivos estão alocados de forma e em quantidade satisfatória; nos pontos de lançamento das galerias, há dissipadores de energia, e o dimensionamento das declividades das vias longitudinais e transversais são apropriados.

- Condições físicas dos equipamentos de Drenagem Urbana - Assim como nas outras cidades estudadas, os dispositivos de drenagem da cidade de Congoinhas não possuem nenhum padrão construtivo e apresentam várias formas: sem gradeamento, com gradeamento fixo, dispositivos danificados com o entorno erodido ou obstruídos por falta e/ou impossibilidade de manutenção.

- Tipos de Passeios – Os Passeios em sua maioria não apresentam áreas destinadas à infiltração da água pluvial; de maneira geral os passeios são completamente impermeabilizados.

- Manutenção do Sistema de Drenagem Urbana - Devido às características construtivas dos dispositivos de drenagem da cidade de Congoinhas a manutenção dos mesmos é dificultada, sendo realizada apenas após eventos críticos. A maioria deles apresenta grades fixas que dificultam as manutenções e reparos nos mesmos.

São mostrados na Figura 18 os dispositivos utilizados para a drenagem de água pluvial no município de Congoinhas.



**Figura 18** - Precariedade dos dispositivos de drenagem

- Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial - Não foram diagnosticados processos erosivos decorrentes de problemas relativos ao funcionamento do sistema de drenagem de água pluvial. O município apresenta, aparentemente, locação correta dos dissipadores de energia e dimensionamento apropriado das declividades das vias, o que favorece a não ocorrência de processos erosivos na área urbana.
- Situação da Pavimentação - A cidade de Congoinhas encontra-se 90% pavimentada. É mostrado na foto aérea – Figura 19 o traçado das principais vias da cidade de Congoinhas.



**Figura 19** - Vista aérea das vias públicas de Congoinhas  
**Fonte:** Relatório Ong Ecopólis.




Atualmente, a pavimentação das vias está sendo feita de pedra irregular. Nas áreas onde há pavimentação asfáltica, esta encontra-se danificada, devido à ação do tempo e possíveis problemas de drenagem.

A cidade também possui trechos sem pavimentação, como é o caso da Rua São Paulo, entre as ruas Vereador Gerson Aparecido e Curitiba, o final da Rua Curitiba, Rua Noé Mendes, Rua das Maravilhas e parte da Rua João Luiz da Silva.

É apresentada na Tabela 33 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana – Congoinhas.

Tabela 33 - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Congoinhas

CONGOINHAS				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES DRENAGEM URBANA	Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial (Parques urbanos).	maior ou igual a 50%		5
		entre 40% e 30%		4
		inferior a 30%	X	3
		Não possui áreas para infiltração da água permeável.		0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para armazenamento da água pluvial.	X	0
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.	100% possui.		5
		entre 50 e 90%		4
		inferior a 50%		3
		Não possui dispositivos para reúso da água pluvial.	X	0
	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.	Há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.		5
		Não há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.	X	0
	Condições físicas dos equipamentos de drenagem.	Equipamento em boas condições, de fácil acesso, remoção e manutenção.		5
		Equipamento em más condições, de difícil acesso, remoção e manutenção.	X	3
		Não existem equipamentos de drenagem.		1
	Tipos de passeios.	Passeios que permitem alguma infiltração de água pluvial.		5
		Passeios totalmente impermeáveis.	X	0
	P R Manutenção do Sistema de Drenagem.	Há manutenções regulares.		5
Há manutenções apenas após eventos críticos.			4	
Manutenção deficiente e com dispositivos construídos erroneamente.			3	
Não há manutenções.		X	0	
R Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.	Não há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.		5	
	Há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.	X	0	
R Situação da Pavimentação.	100% da área urbana é pavimentada.		5	
	entre 50 e 90%	X	4	
	inferior a 50%		3	
	Sem pavimentação.		0	
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>45</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos

- Porcentagem da População atendida por Sistema de coleta de lixo - Verificou-se que 100% da população urbana é atendida pela coleta de resíduos sólidos.

- Frequência da coleta de RSD - O serviço de coleta de resíduos sólidos orgânicos na cidade de Congoinhas é terceirizado, sendo pessoa jurídica a responsável pela mesma. O responsável pelo serviço possui dois caminhões para esse fim: um para coleta dos resíduos sólidos domésticos da área urbana

trabalhando de segunda a sexta-feira; e outro coletando resíduos dos quatro patrimônios e da vila rural às quartas-feiras.

- Disposição dos resíduos sólidos domésticos - Os resíduos sólidos domésticos coletados são levados ao Aterro Controlado da Cidade, bem afastado da área urbana. Segundo informações, o aterro está em boas condições de operação e com atividade de triagem dos resíduos recicláveis em bom funcionamento.

- Resíduos de serviços da Saúde (disposição) - A coleta dos resíduos dos serviços da saúde bem como o transporte e destinação são realizados por empresa terceirizada, apenas 1 vez por semana, em horário comercial. É efetuada por veículos leves ou semipesados sem compactação, adaptados para o transporte de resíduos de serviços de saúde, com programação visual obedecendo à legislação vigente. Os funcionários são treinados para esta função e utilizam equipamentos de proteção individual determinados pela ANVISA (roupas, luvas e máscaras).

Os resíduos são tratados, utilizando-se uma Autoclave com capacidade de 6.000 Kg/dia (8h de funcionamento) e um triturador com capacidade de 8.000 Kg/dia para descaracterização dos mesmos.

A destinação final ocorre com o resíduo já inerte, em valas sépticas construídas em concreto armado e forrado com geomembranas.

- Resíduos Industriais (disposição) - Congoinhas não possui grandes indústrias, os resíduos gerados pelas mesmas são levados pelos próprios industriais ao aterro sanitário de Congoinhas.

Os gerados nas atividades comerciais são coletados pela prefeitura e dispostos no aterro sanitário do município.

- Resíduos da Construção Civil (disposição) - Os resíduos da construção civil e de podas, após serem coletados, são dispostos em área de fundo de vale doada pela prefeitura.

- Reciclagem da Fração Orgânica - Constatou-se que não é utilizada nenhuma forma de reciclagem da fração orgânica.

- Coleta Seletiva porcentagem da população atendida - Os resíduos recicláveis são coletados pela prefeitura, às terças-feiras e quintas-feiras

na sede do município; e nos patrimônios e na Vila Rural, o trabalho acontece a cada quinze dias. O material da coleta seletiva é separado no aterro.

São mostrados na Figura 20 os catadores de resíduos recicláveis no aterro sanitário de Congoinhas.






**Figura 20** – Presença de catadores no aterro sanitário de Congoinhas

É apresentada na Tabela 34 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos – Congoinhas.

**Tabela 34 - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Congonhas**

CONGOINHAS					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES RESÍDUOS SÓLIDOS	P	Porcentagem da População atendida por sistema de coleta de lixo.	100% da pop urbana.		5
			entre 50 e 90%	X	3
			Não há coleta		0
	Frequência da coleta de lixo.	3 vezes por semana			5
		2 vezes por semana			4
		semanal	X		3
	Disposição dos resíduos sólidos domésticos.	não há coleta.			0
		Aterro Sanitário licenciado e bem operado.		X	5
		Aterro Controlado sem licenciamento ambiental.			3
	Resíduos de serviços da Saúde (disposição).	Lixão ou outros locais.			0
		Sistema licenciado com coleta especial, separação e destinação final dos resíduos segundos os grupos de risco.			5
		Coleta especial e disposição em valas preparadas em aterros sanitários.	X		3
	Resíduos Industriais (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0
		100% dos resíduos com disposição ou tratamento licenciado.			5
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	X		3
Resíduos da Construção Civil (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.			0	
	Coleta especial e destinação à usina preparada para a reciclagem ou aterro exclusivo e licenciado.			5	
	Coleta especial e destinação a aterro em valas preparadas para receber os materiais.			4	
	Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.	X		3	
R	Reciclagem da fração orgânica.	Não é feita a coleta e controle da destinação final.		0	
		Sistema de compostagem licenciado e bem operado.		5	
		Não há tratamento.	X	0	
Coleta seletiva. Porcentagem da população atendida.	>25% do total do RSD é reciclado.			5	
	até 10% do RSD é reciclado.	X		3	
	Não há coleta seletiva.			0	
<b>TOTAL</b>			<b>23</b>	<b>40</b>	

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

#### 4.4 APLICAÇÃO / UNIDADE DE ANÁLISE 4 – ABATIA

##### Eixo Temático – Área Rural

- Condições Topográficas - A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 61,65 km<sup>2</sup>. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 120 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 460 (máxima) m. s. n. m. (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

Outra porção do município apresenta dissecação alta. A classe de declividade predominante está entre 12-30% em uma área de 455,22 km<sup>2</sup>. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 740 metros com altitudes variando entre

440 (mínima) e 1.180 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos isolados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção dominante é NW/SE, modelada em rochas da Formação Rio do Rastro. Esta unidade ocorre próximo aos limites do município de Abatiá.

- Composição do Solo - Em Abatiá, foram identificados, predominantemente, os latossolos e os nitossolos. Os principais tipos de solos encontrados (latossolos e nitossolos) são provenientes da decomposição intempérica do basalto com seu desenvolvimento intimamente relacionado com as condições climáticas e com a morfologia do terreno (relevos com baixa declividade).

O resultado são solos com boa fertilidade, geralmente profundos e ricos em minerais de argila. Localmente foram identificados neossolos e gleissolos.

- Uso e manejo do Solo Agrícola / Conservação da Cobertura Vegetal – Nascentes, Matas Ciliares e Áreas de Reserva legal - O município não possui continuidade de vegetação, sendo possível identificar apenas fragmentos da mesma nas áreas de nascente de algumas hidrografias e nas de reserva legal. O Córrego Lajeado, importante hidrografia da região, possui mata ciliar em boa parte de sua APP (Área de Preservação Permanente), porém em faixas estreitas e com espécies exóticas e frutíferas.

As áreas de nascentes, em sua maioria, estão protegidas, mas por faixas inferiores aos 50m exigidos pela legislação; ao longo dos cursos a vegetação se desestrutura completamente.

É apresentada na Tabela 35 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos e Territoriais da Área Rural – Abatiá.

Tabela 35 - Avaliação da área rural de Abatiá

ABATIÁ					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO		A	PESO
INDICADORES ÁREA RURAL	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).	X	3
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0
	Composição do solo.	Solo argiloso (>50% argila)	X	5	
		Solo mediamente argiloso.		3	
		Solo arenoso.		0	
	Uso e manejo do solo agrícola.	Cobertura do solo com pastagem bem manejada (curvas de nível, pastoreio controlado para o solo não ficar sujeito à erosão).		5	
		Cultura extensiva bem manejada ( proteção contra a erosão) e uso racional de agrotóxicos).		4	
		Cultura extensiva mal manejada e com pouco controle no uso de agrotóxicos.	X	3	
		Pastagem degradada com sinais de erosão e solo exposto.		2	
		Agricultura com uso intensivo de agrotóxicos (tomate, morango e etc).		0	
	Conservação da Cobertura Vegetal - (Matas Ciliares).	Todos os corpos hídricos possuem vegetação ciliar, conforme disposto no Código Florestal.		5	
		Todos os corpos hídricos apresentam vegetação ciliar porém em faixas inferiores a 30m.		3	
		Os corpos hídricos apresentam margens muito expostas e com sinais de erosão.	X	0	
	Conservação da Cobertura Vegetal - (Áreas de Reserva Legal).	Todas as propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.		5	
		Até 50% das propriedades agrícolas possuem reserva legal.		4	
		Até 10% das propriedades possuem área de reserva legal preservada.		3	
		Menos de 10% das propriedades agrícolas possuem área de reserva legal preservada.	X	0	
Conservação e Proteção das Nascentes.	Todas as nascentes possuem faixa de vegetação conforme legislação (50m - mata ciliar)		5		
	Nascente protegida porém com mata ciliar inferior a 50m.		3		
	As nascentes não apresentam nenhuma mata ciliar às protegendo.	X	0		
<b>TOTAL</b>				<b>8</b>	<b>30</b>

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Área Urbana

- Condições Topográficas - Na área urbana de Abatiá, foram observados vários locais com declividade acentuada superiores a 15% de inclinação. Essas elevadas declividades ocasionam uma série de problemas referentes erosão da pavimentação do sistema viário devido a velocidade do escoamento superficial.

- Ocupação e Taxa de Impermeabilização dos Lotes Urbanos - O município é estruturado por 1 distrito e 20 comunidades rurais (bairros) e 1 Vila Rural.

A área urbana de Abatiá dispõe de divisão oficial de bairros. Analisando o mapa de Uso e Ocupação do solo urbano, na área central e mais antiga, caracterizada como área consolidada, localizam-se os principais eixos de comércio e serviços. As quadras apresentam em quase sua totalidade a dimensão de 88x88 metros. Nas áreas periféricas, as quadras obedecem à padronização de cada loteamento. Quanto ao tamanho dos lotes, a área central não apresenta uma

padronização; e a maioria dos conjuntos habitacionais dispõe de lotes de dimensões variadas. A cidade possui assentamentos irregulares em área de fundo de vale, além destes, implantado na mesma área, está o matadouro municipal que além de não respeitar a faixa de preservação, lança seu efluente diretamente na hidrografia.

- Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale) - A cidade de Abatiá possui 5 assentamentos irregulares, implantados na área de preservação de fundo de vale do Córrego do Lajeado. Junto a esta ocupação irregular, encontra-se o Matadouro municipal, não respeitando a faixa de preservação e ainda lançando resíduos líquidos e sólidos nesse córrego.

- Qualidade da água das hidrografias (Trechos Urbanos) / Ocupações Irregulares (encostas e ou fundos de vale) - Abatiá é dividida em 4 (quatro) grandes bacias hidrográficas: a bacia do Rio das Cinzas, Água da Onça, Ribeirão Pau d'alho e Ribeirão das Perobas. A porção urbana do município está inserida na bacia do Ribeirão das Perobas, da qual o Córrego Lajeado faz parte.

O Córrego Lajeado (Figura 21), hidrografia mais importante do município, é o grande receptor dos passivos ambientais, ou seja, todo o rejeito do município chega a este local, principalmente os efluentes domésticos e do matadouro municipal, cujo controle não é eficiente, promovendo a exportação diária de nutrientes ao córrego. Há ainda edificações cujo esgoto é lançado diretamente na hidrografia, entre outros problemas.



**Figura 21** – Vista do Córrego Lajeado – destaque para espuma e sólidos em suspensão

- Pressões Antrópicas sobre os rios (rios urbanos) - Constatou-se a existência de um afluente do Lajeado (Figura 22), que cruza a porção urbana e quando ocorre chuvas de elevada intensidade ocorrem inundações ao longo de seu curso. Além disso devido a elevação do seu nível ocorre refluxos em algumas galerias ligadas a esse canal.



**Figura 22** - Afluente do Córrego Lajeado

- Problemas de inundação - As bacias do município possuem padrão de drenagem dendrítico e têm formato pouco circular, desfavorecendo processos de inundação, com exceção das bacias da Água da Onça e Pau D'alto, de 4ª Ordem. O córrego Lajeado, apesar de ser de 2ª ordem, tem histórico de inundações. Rios de ordem maior pertencem a bacias maiores e estão mais sujeitos a inundações por chuvas de longa duração, porém de intensidade médias a baixas, ao contrário dos rios em pequenas bacias que são sujeitos as chuvas convectivas (alta intensidade e baixa duração), principalmente nas bacias urbanas.

- Problemas de erosão - A cidade apresenta problemas relacionados à erosão do solo (pavimentação) na área urbana, provocados pela deficiência do sistema de drenagem pluvial.

É apresentada na Tabela 36 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Aspectos Físicos Territoriais e de Infra - estrutura da Área Urbana – Abatiá.

Tabela 36 - Avaliação da área urbana de Abatiá

ABATIÁ					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES ÁREA URBANA	E	Condições Topográficas.	Predomínio de áreas com inclinação suave (5 - 10%).		5
			Predomínio de áreas com inclinação levemente acentuada (10 - 20%).	X	3
			Predomínio de áreas com inclinação bastante acentuada e superior a 30%.		0
	P	Ocupação e Taxa de impermeabilização dos lotes urbanos	Predomínio de Lote natural sem ocupação. (0%)		5
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento e laterais não impermeabilizados. (50%)		4
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais não impermeabilizados. (75%)		3
			Predomínio de Lote ocupado com recuos para ajardinamento impermeabilizados e laterais parcialmente impermeabilizados. (80 a 90%)	X	2
			Predomínio de Lote totalmente impermeabilizado. (100%)		0
			Ocupações Irregulares (encostas e/ou fundos de vale)	Não possui ocupações irregulares.	
		Possui ocupações irregulares.	X	0	
		Qualidade da água das hidrografias - (trechos urbanos).	Não apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados e/ou não apresenta hidrografia em área urbana.		5
			Apresenta sinais evidentes de poluição como: sólidos flutuantes, cor, odor e turbidez alterados.	X	0
	R	Pressões Antrópicas sobre os rios.	Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar em todo seu entorno e sem restrições de fluxo.		5
			Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e sem restrições em seu fluxo.		4
			Apresenta rios preservados em seu leito natural, com mata ciliar inferior a 30m e possui restrições de fluxo.	X	3
			Apresenta rios canalizados		0
		Problemas de inundação.	Não apresenta problemas de inundação.		5
			Apresenta problemas relacionados à ocupação de áreas de inundação natural dos rios e fundos de vale.		3
			Apresenta problemas relacionados à ocupações em áreas de inundação natural dos rios, desmatamento da vegetação ciliar, ocupação de encostas e drenagem pluvial ineficiente e/ou ausente.	X	0
		Problemas de Erosão.	Não apresenta problemas de erosão, apresenta encostas e vegetações bem preservadas.		5
Apresenta encostas desmatadas, porém sem ocupações.				3	
Apresenta encostas desmatadas e ocupadas por assentamentos irregulares ou não.			X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>35</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Características Físicas do Manancial

- Preservação da área de recarga do aquífero delimitada e protegida - A cidade de Abatiá capta a água para abastecimento em poço. O poço fica localizado na área central, próximo a núcleos habitacionais e atividades impactantes.

Não foram encontrados dados a respeito da localização da área de recarga do manancial.

- Presença de selo sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha Foi confirmado junto ao responsável pelo serviço de abastecimento de água que o poço utilizado para abastecimento público possui selo sanitário.
- Estudo hidrogeológico local - O município de Abatiá não possui estudo hidrogeológico local.
- Medidas para proteção superficial do ponto de captação da água subterrânea - Comprovou-se que os locais de captação de água de abastecimento do município possuem poucas obras de infraestrutura e engenharia, apresentando apenas grades para controle da entrada de pessoal não autorizado.

É apresentada na Tabela 37 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água, características físicas dos mananciais Superficiais – Abatiá.

**Tabela 37 - Avaliação das características físicas do manancial de abastecimento de Abatiá**

		ABATIÁ			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR DE MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS	E	Preservação da área de recarga manancial de abastecimento subterrâneo.	Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e distante de atividades antrópicas impactantes.		5
			Área de recarga do lençol subterrâneo conhecida e delimitada, com raio de 25m de vegetação nativa preservado e próximo à atividades antrópicas impactantes.		3
			Área de recarga do lençol subterrâneo desconhecida e sem delimitação, com raio de 25m de vegetação nativa degradado e ou inexistente e próximo à atividades antrópicas impactantes.	X	0
	P	Presença de Selo Sanitário eficiente na camada de perfuração da rocha.	Sim	X	5
			Não		0
	R	Estudo Hidrogeológico Local.	Possui		5
			Não Possui.	X	0
		Medidas para proteção superficial do ponto de Captação da água Subterrânea.	Sim	X	5
			Não		0
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>20</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### **Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água**




- Qualidade da Água Bruta - Verificou-se que a água bruta captada em Abatiá é de boa qualidade, necessitando apenas de cloração e fluoretação para consumo.
- Capacidade do Sistema de Abastecimento público - O sistema de abastecimento público possui capacidade para atender 100% da população. Atualmente a vazão captada é de 60 m<sup>3</sup>/hora.
- Capacidade de Reservação per capita - O sistema de abastecimento de água não contém estações elevatórias e abrange 100% do município, com um volume de reserva de 400 m<sup>3</sup> de água.
- Cobertura da rede - O sistema de abastecimento público atende 100% da população da cidade de Abatiá.
- Índice de perda na distribuição - Verificou-se junto ao responsável pelo sistema de abastecimento que o índice de perda na distribuição é de aproximadamente 29%.
- Continuidade do Abastecimento - O abastecimento ocorre de forma contínua, com interrupções programadas para manutenção e limpeza dos equipamentos e reservatórios. Em eventos críticos, havendo falta de energia, o sistema pode ser comprometido, já que o volume de reserva atende à demanda de apenas 1 dia (24 horas) de consumo.
- Qualidade da Água na Ponta da Rede - São realizados monitoramentos constantes para análise da qualidade da água nas pontas de rede.
- Sistema de potabilização de água de abastecimento público – O sistema de potabilização da água fornecida em Abatiá é compatível com a qualidade da água bruta.
- Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais - O monitoramento dos parâmetros (cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais) é realizado semanalmente na própria estação de abastecimento – SAMAE e, o monitoramento da qualidade da água bruta é realizado eventualmente fora da cidade.
- Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento - Existem mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento, como bombas e motores,

porém o problema enfrentado pelo órgão responsável pelo abastecimento da cidade é a falta de pessoal técnico habilitado para execução dos serviços.

É apresentada na Tabela 38 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água – Abatiá.

**Tabela 38 - Avaliação do Sistema de Abastecimento de Água de Abatiá**

		ABATIÁ		
TEMA	INDICADOR	AValiação	A	PESO
INDICADORES ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Qualidade da Água Bruta.	Boa Qualidade necessitando apenas de simples filtração.	X	5
		Qualidade Regular necessitando de tratamento(s) específico(s) para utilização.		3
		Péssima Qualidade necessitando de tratamento(s) complexo(s).		0
	Capacidade do Sistema de Abastecimento público.	100%, sendo menos de 50% comprometida com o abastecimento.		5
		100%, sendo mais de 50% comprometida com o abastecimento.	X	3
		100% comprometida.		0
	Capacidade de Reservação per capita.	Aproximadamente 1/3 do dia de maior consumo.		5
		inferior a 1/3 do dia de maior consumo	X	3
		Não possui equipamentos ou sistemas para reservação.		0
	Cobertura da rede.	100% da pop urbana.	X	5
		inferior a 80%		3
		inferior a 10%		0
	Índice de perda na distribuição.	inferior a 25%		5
		entre 25 e 50%	X	3
		superior a 50%		0
	Continuidade do Abastecimento.	Contínuo.		5
		Com interrupções ocasionais programadas.		4
		Com interrupções ocasionais não programadas.	X	3
Com interrupções constantes.			0	
Qualidade da Água na Ponta da Rede.	Há monitoramento e controle da qualidade.		5	
	Não há monitoramento e controle da qualidade.	X	0	
Sistema de Potabilização de água de abastecimento público.	Sistema de potabilização compatível com a qualidade da água bruta.	X	5	
	Sistema de potabilização não compatível com a qualidade da água bruta.		0	
Frequência do monitoramento da qualidade da água bruta e dos parâmetros cor, odor, turbidez, pH e coliformes totais.	Monitoramento semanal.	X	5	
	Monitoramento mensal.		3	
	Não há monitoramento.		0	
Mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do sistema de abastecimento.	Há mecanismos de operação e manutenção preventiva e corretiva do SAA, como geradores, bombas, reservatórios entre outros; em quantidade e qualidade compatível à exigida para dar suporte em eventuais problemas.		5	
	Não há qualquer tipo de mecanismo ou equipamento de manutenção preventiva e corretiva.	X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>32</b>	<b>50</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário

- Profundidade do Solo - Não foram encontrados dados reais a respeito da profundidade do solo, porém empresários locais revelaram que ela gira

em torno de 0 a 1 metro, dificultando a instalação de infraestruturas de saneamento e drenagem.

- Profundidade do Lençol Freático - Não foram localizados dados reais a respeito da profundidade do lençol freático, porém em consulta ao responsável pelo serviço de abastecimento de água local foi obtido que a profundidade é superior a 9 metros.

- Sistema de coleta de esgoto adotado - O município de Abatiá não possui rede de coleta de esgoto, porém já existem planos da SAMAE para a instalação de rede de captação de esgoto. O esgoto doméstico normalmente é lançado nas galerias de águas pluviais ou diretamente no solo. Muitas das residências lançam seus efluentes *in natura* no Córrego Lajeado (Figura 23).

Quando a precipitação é elevada, um córrego canalizado do município promove o refluxo no sistema pluvial, revelando através da coloração e forte odor, a grande quantidade de lançamentos clandestinos de esgoto doméstico.



**Figura 23** - Destaque para encanamento aparente fazendo o Lançamento de esgoto no córrego Lajeado

- Sistema de Tratamento de Esgoto adotado - Não há sistemas para tratamento de esgoto no município.

- Cobertura da rede de esgotamento Sanitário - Não existe rede de coleta de esgoto no município.

- Porcentagem de esgoto coletado e tratado - A porcentagem de esgoto coletado e tratado é nula.

É apresentada na Tabela 39 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário – Abatiá.

**Tabela 39 - Avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Abatiá**

		ABATIÁ			
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADOR SANEAMENTO	E	Profundidade do Solo.	Solo com profundidade superior a 3m.		5
			Solo com profundidade entre 1 a 3m.		3
			Solo com profundidade entre 0 e 1m.	X	0
	E	Profundidade do Lençol Freático.	Superior a 9m.	X	5
			6 a 9m.		4
			3 a 6m.		3
			1 a 3m.		2
			De 0 a 1m.		0
	P	Sistema de coleta de esgoto adotado.	Coletivo - Rede Pública de esgotamento sanitário.		5
			Condominial		4
			Individual - fossas.		3
			Descarte a céu aberto	X	0
		Sistema de Tratamento de esgoto adotado.	Coletivo - Sistema Público de tratamento de esgotos.		5
			Sistemas Alternativos que obedecem aos níveis de lançamento de efluentes exigidos em legislação.		3
			Não possui nenhum tipo de tratamento de esgoto - descarte a céu aberto ou em hidrografias.	X	0
	Cobertura da rede de Esgotamento Sanitário.	100% da pop urbana.		5	
		inferior a 60%		3	
		Não possui rede de ESS.	X	0	
R	Porcentagem de esgoto coletado e tratado.	100%		5	
		Inferior a 60%		3	
		Não possui Coleta e Tratamento de esgoto.	X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>5</b>	<b>30</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos




- Porcentagem da População atendida por Sistema de coleta de lixo - Verificou-se que 100% da população urbana é atendida pela coleta de resíduos sólidos.
- Frequência da coleta de RSD - Existem dois caminhões para coleta dos resíduos domésticos, de segunda a sexta-feira, por equipe de 2 catadores e 1 motorista.
- Disposição dos resíduos sólidos domésticos - Os resíduos coletados no município são destinados para aterro controlado situado distante da área urbana, recebendo apenas resíduos domésticos.

- Reciclagem da Fração Orgânica - Constatou-se que não é utilizada nenhuma forma de reciclagem da fração orgânica.
- Coleta Seletiva porcentagem da população atendida - A coleta seletiva é realizada pelo caminhão da prefeitura e, juntamente com os resíduos sólidos domésticos, encaminhada ao aterro, onde é separada por uma família de catadores que comercializa o material selecionado. Na área rural, não há coleta de resíduos recicláveis, apenas dos domésticos.
- Resíduos da Saúde (disposição) - Os resíduos da saúde são coletados, juntamente, com os resíduos sólidos domésticos por caminhão da prefeitura e, dispostos sem qualquer distinção no aterro sanitário de Abatiá.
- Resíduos Industriais (disposição) - Abatiá não possui grandes indústrias, apenas pequenos comércios cujos resíduos são coletados pela prefeitura e dispostos no aterro sanitário do município. As únicas atividades impactantes verificadas no município são o matadouro e o lava-rápido municipais, situados às margens do córrego Lageado; os efluentes oriundos de tais atividades são descartados diretamente nesta hidrografia.
- Resíduos da Construção Civil (disposição) - Os resíduos de construção civil e inertes são aplicados no município em aterramentos.

É apresentada na Tabela 40 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos – Abatiá.

**Tabela 40 - Avaliação da coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos de Abatiá.**

ABATIÁ				
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO
INDICADORES RESÍDUOS SÓLIDOS	Porcentagem da População atendida por sistema de coleta de lixo.	100% da pop urbana.		5
		entre 50 e 90%	X	3
		Não há coleta		0
	Frequência da coleta de lixo.	3 vezes por semana		5
		2 vezes por semana		4
		semanal	X	3
	Disposição dos resíduos sólidos domésticos.	não há coleta.		0
		Aterro Sanitário licenciado e bem operado.		5
		Aterro Controlado sem licenciamento ambiental.	X	3
	Resíduos dos serviços da Saúde (disposição).	Lixão ou outros locais.		0
		Sistema licenciado com coleta especial, separação e destinação final dos resíduos segundos os grupos de risco.		5
		Coleta especial e disposição em valas preparadas em aterros sanitários.	X	3
	Resíduos Industriais (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.		0
		100% dos resíduos com disposição ou tratamento licenciado.		5
		Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.		3
	Resíduos da Construção Civil (disposição).	Não é feita a coleta e controle da destinação final.	X	0
		Coleta especial e destinação à usina preparada para a reciclagem ou aterro exclusivo e licenciado.		5
		Coleta especial e destinação a aterro em valas preparadas para receber os materiais.		4
Coletado sem precauções e disposto em aterros junto com resíduos domésticos.			3	
Reciclagem da fração orgânica.	Não é feita a coleta e controle da destinação final.	X	0	
	Sistema de compostagem licenciado e bem operado.		5	
	Não há tratamento.	X	0	
Coleta seletiva. Porcentagem da população atendida.	>25% do total do RSD é reciclado.		5	
	até 10% do RSD é reciclado.		3	
	Não há coleta seletiva.	X	0	
<b>TOTAL</b>			<b>12</b>	<b>40</b>

	PRESSAO
	ESTADO
	RESPOSTA

Fonte: O Autor.

### Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana

- Porcentagem da Pavimentação - A cidade de Abatiá sofre com problemas na pavimentação. Existe, na área central, pavimento asfáltico, porém desgastado e com erosões. As vias com melhor preservação são as avenidas principais da cidade: João Carvalho de Mello e Avenida Brasil. As áreas periféricas ao centro têm sua pavimentação feita em pedra irregular ou com cascalho. A maioria dos bairros ainda possui as vias em terra batida.

- Porcentagem de áreas públicas para infiltração da água pluvial. (Parques Urbanos) - A cidade possui 03 praças públicas, que possuem áreas suficientes para infiltração das águas pluviais.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial - Não foi diagnosticado nenhum tipo

de dispositivo para armazenamento e ou infiltração de água pluvial nos lotes da cidade de Abatiá.

- Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial - Não se identificou nenhum tipo de dispositivo para captação ou reúso de água pluvial nos lotes da cidade.

- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem - O município de Abatiá não possui um sistema eficiente de drenagem urbana, há falta de pontos de coletas de água pluvial, ou seja, número insuficiente de bocas-de-lobo, além disso, devido a falta de manutenção algumas são obstruídas pelo acúmulo de sedimentos e resíduos(lixo).

- Manutenção do Sistema de Drenagem Urbana - Devido às características construtivas dos dispositivos de drenagem da cidade, a sua manutenção é dificultada e realizada apenas após eventos críticos. A maioria deles apresenta grades fixas que tornam difíceis as suas manutenções e reparos.

- Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial - Como o município possui declividade elevada, os processos erosivos no meio urbano decorrentes da elevada velocidade do escoamento superficial são inúmeros e agravados pela falta de projeto e execução adequada do sistema de microdrenagem, obras de canalização e aterramento de áreas. Devido a essa sucessão de erros, o município possui sistema de drenagem falho gerando inundações em vários pontos da cidade.

Em épocas de grandes precipitações ocorrem refluxos nas tubulações.

- Frequência da Varrição e Limpeza dos Logradouros - Há uma equipe pública de limpeza que faz a lavagem e varrição das calçadas apenas na área central, próxima ao paço municipal. Nos bairros periféricos a limpeza fica a cargo da população e proprietários dos lotes.

- Condições físicas dos equipamentos de Drenagem Urbana - Os dispositivos de drenagem da cidade de Abatiá não possuem nenhum padrão construtivo e apresentam várias formas: dispositivos sem gradeamento, com gradeamento fixo, dispositivos danificados com o em torno erodido, ou obstruídos por falta e/ou impossibilidade de manutenção.

• Tipos de Passeios – Os passeios de Abatiá em sua maioria não apresentam áreas destinadas à infiltração da água pluvial; de maneira geral, os passeios são completamente impermeabilizados.

É apresentada na Tabela 41 a Avaliação dos Indicadores propostos para o Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana – Abatiá.

**Tabela 41 - Avaliação do sistema de drenagem urbana de Abatiá**

ABATIÁ					
TEMA	INDICADOR	AVALIAÇÃO	A	PESO	
INDICADORES DRENAGEM URBANA	Porcentagem de Áreas Públicas para infiltração da água pluvial (Parques urbanos).	maior ou igual a 50%		5	
		entre 40% e 30%		4	
		inferior a 30%	X	3	
		Não possui áreas para infiltração da água permeável.		0	
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial (valas de infiltração ou similares).	100% possui.		5	
		entre 50 e 90%		4	
		inferior a 50%		3	
		Não possui dispositivos para armazenamento da água pluvial.	X	0	
	Porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reúso da água pluvial.	100% possui.		5	
		entre 50 e 90%		4	
		inferior a 50%		3	
		Não possui dispositivos para reúso da água pluvial.	X	0	
	Dimensionamento dos dispositivos de drenagem.	Há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.		5	
		Não há diretrizes municipais para o sistema de drenagem e responsáveis técnicos para o mesmo.	X	0	
	Condições físicas dos equipamentos de drenagem.	Equipamento em boas condições, de fácil acesso, remoção e manutenção.		5	
		Equipamento em más condições, de difícil acesso, remoção e manutenção.	X	3	
		Não existem equipamentos de drenagem.		1	
	Tipos de passeios.	Passeios que permitem alguma infiltração de água pluvial.		5	
		Passeios totalmente impermeáveis.	X	0	
	P R	Manutenção do Sistema de Drenagem.	Há manutenções regulares.		5
			Há manutenções apenas após eventos críticos.		4
Manutenção deficiente e com dispositivos construídos erroneamente.				3	
Não há manutenções.			X	0	
R	Possível erosão ocasionada por lançamento de água pluvial.	Não há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.		5	
		Há evidências de processos erosivos nos locais de lançamento de água pluvial.	X	0	
	Situação da Pavimentação.	100% da área urbana é pavimentada.		5	
entre 50 e 90%		X	4		
inferior a 50%			3		
Sem pavimentação.			0		
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>45</b>	

 PRESSAO

 ESTADO

 RESPOSTA

Fonte: O Autor.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos pela aplicação da metodologia serão expostos em gráficos de coluna, tais gráficos apresentam de forma visual, clara e direta a distância que os eixos temáticos avaliados, em cada Unidade de Análise, se encontram da situação ótima e/ou do alcance da sustentabilidade para o eixo avaliado.

### 5.1 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO ÁREA RURAL.

De maneira geral a avaliação do Eixo Temático Área Rural revelou índices superiores a mediana da soma da pontuação máxima proposta pela metodologia para avaliação deste eixo. Apenas o município de Abatiá se apresentou abaixo deste valor.

Devido ao fato dos quatro municípios fazerem da atividade agrícola a força motriz de seu desenvolvimento econômico, a pontuação baixa de alguns indicadores evidenciou a necessidade de melhora em alguns aspectos, principalmente aqueles relativos à conservação da cobertura vegetal e às técnicas de manejo do solo. Ações no sentido de reverter, ou pelo menos amenizar esses problemas, devem ser tomadas, de modo a evitar a degradação do solo e dos recursos hídricos e as suas conseqüências no ecossistema local.

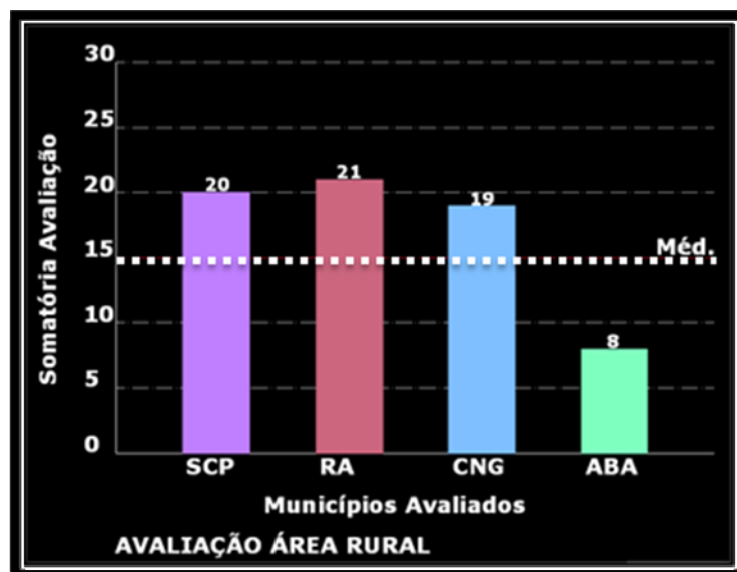
As pontuações dos municípios de Santa Cecília do Pavão, Rancho Alegre e Congoinhas lhes conferiram, segundo a metodologia proposta, à condição de favoráveis à sustentabilidade. A área rural dos três municípios apresenta características físicas semelhantes e favoráveis ao desenvolvimento de práticas agrícolas, ou seja, os indicadores de estado revelam que a área rural destes municípios apresenta baixa vulnerabilidade ambiental, possibilitando inúmeras alternativas para o desenvolvimento agrícola da região. Entretanto, medidas devem ser tomadas para que os indicadores de pressão não anulem tal potencial. Verificou-se pela avaliação dos indicadores que compõe o eixo que é urgente a implantação

de ações para a melhoria das técnicas agrícolas adotadas e para a conservação e preservação das matas ciliares ao longo das hidrografias e nascentes.

O município de Santa Cecília do Pavão é o único que vem trabalhando na reversão do quadro de degradação das matas ciliares. Planos para conscientização da sociedade foram implementados, agentes municipais visitam as propriedades agrícolas próximas às hidrografias para esclarecer sobre a necessidade de preservação de sua vegetação ciliar e, para indicar mecanismos e técnicas agrícolas mais sustentáveis, somado a isso, instrumentos como o viveiro municipal, foram criados para viabilizar tais planos disponibilizando mudas aos proprietários de terras próximas às áreas de preservação para recuperação da vegetação.

Embora o município de Abatiá possua condições físicas favoráveis ao desenvolvimento da agricultura, todo o funcionamento deste sistema se encontra comprometido pelo uso de práticas agrícolas predatórias. Os problemas que mais se destacam no município são o uso indiscriminado de agrotóxicos, as monoculturas, as pastagens mal manejadas, a degradação das matas ciliares das hidrografias e nascentes, a inexistência de áreas de reserva legal, entre outros. Os reflexos deste descaso podem ser percebidos nos focos de erosão na área rural. A perda de solo, devido a erosão em lençol, se traduz em perda da fertilidade do solo e, assim, aumenta a necessidade do uso de fertilizante no solo. A erosão também provoca o assoreamento de rios e, associada com o arraste de nutrientes, prejudica a qualidade da água.

É apresentado na Figura 24 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático - Área Rural. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 30 (trinta) pontos máximos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 24** - Gráfico de Avaliação do Eixo Temático Área Rural

Sobre a capacidade de avaliação dos indicadores propostos, cabe sugerir a inserção de um indicador capaz de revelar a existência de processos erosivos em toda a área rural, e de assoreamento dos cursos de água, já que a percepção de tais processos só foi possível devido à visita *in situ*. Como por exemplo, um indicador que considere a perda de solo por unidade de área, o mesmo poderia ser estimado utilizando a equação universal de perda de solo. Essa equação considera as características do solo, a topografia, a precipitação e o uso e ocupação do solo.

Todos os indicadores propostos foram claros e de fácil aplicação, além de, perfeitamente capazes de revelar a situação da área estudada. Ressalta-se, porém que o sucesso da avaliação está no fato do avaliador do meio em questão se aprofundar em conhecer e percorrer toda a área de estudo para apreensão total da realidade que se pretende avaliar.

## 5.2 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO ÁREA URBANA

A avaliação do Eixo Temático Área Urbana revelou que apenas o município de Rancho Alegre se apresentou acima da mediana da soma da

pontuação máxima, estimada para a condição ideal, proposta pela metodologia para avaliação deste eixo, enquanto os demais municípios com relação a este eixo temático apresentaram índices inferiores a tal parâmetro. Tal situação explica-se devido ao fato do município de Rancho Alegre não possuir hidrografias cortando a área urbana, este fato fez com que o valor do índice gerado pela somatória de todas as variáveis ficasse acima da média estabelecida, beneficiando o município na avaliação, já que não possuir hidrografia em área urbana têm pontos positivos quanto à preservação das águas que deixam de receber os passivos originados pelas atividades urbanas.

As possíveis causas para Santa Cecília do Pavão e Abatiá apresentarem pontuação baixa foram os conflitos gerados pela ocupação de áreas irregulares principalmente, àquelas situadas às margens das hidrografias urbanas dos municípios. A ocupação de tais áreas pode provocar danos severos ao meio ambiente devido à poluição das hidrografias por lançamento de esgotos domésticos e outros efluentes, somado a isso o desmatamento das matas ciliares para fixação de moradia pode provocar a erosão e o deslizamento de encostas, entre outros.

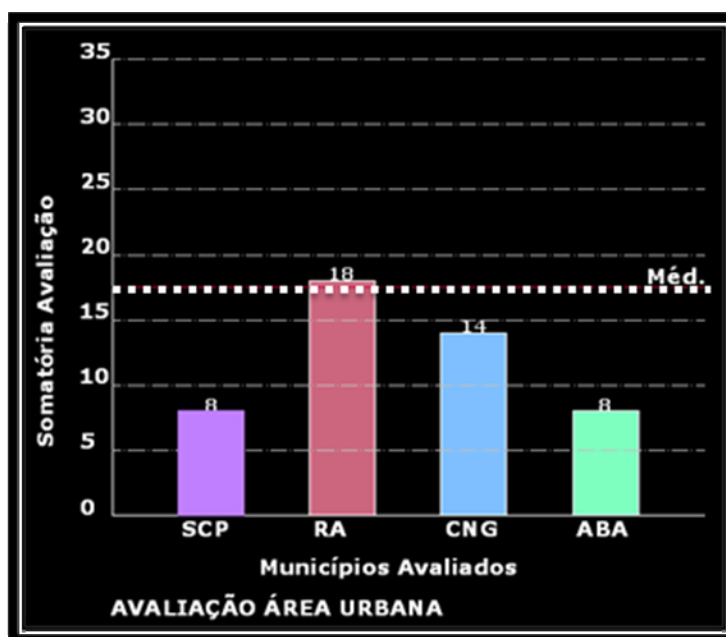
Atualmente os dois municípios apresentam problemas de inundação nessas áreas devido ao avanço das ocupações sobre o leito maior dos rios e os processos de impermeabilização.

Santa Cecília do Pavão, Congonhas e Abatiá possuem relevo moderadamente acentuado, tal característica pode ser um fator positivo quando da implantação das redes de coleta de águas pluviais e de esgoto sanitária, que funcionam como condutos livres, porém na ausência de sistema de drenagem urbana favorece a erosão do sistema viário devido à velocidade que o escoamento superficial pode adquirir.

A vulnerabilidade ambiental das áreas urbanas dos municípios de Santa Cecília do Pavão e Abatiá é evidenciada ao se fazer o cruzamento dos dados relacionados aos indicadores de pressão e aos indicadores de estado.

A área urbana de Rancho Alegre, ao contrário dos outros municípios, possui relevo plano. O município também se destaca por possuir lotes mais amplos e com áreas maiores para infiltração da água pluvial. As conseqüências das atividades antrópicas e da falta de planejamento e ordenação territorial tem efeito mais brando neste município graças às características físicas naturais da área.

É apresentado na Figura 25 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático - Área Urbana. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 35 (trinta e cinco) pontos máximos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 25** - Gráfico de Avaliação do Eixo Temático Área Urbana

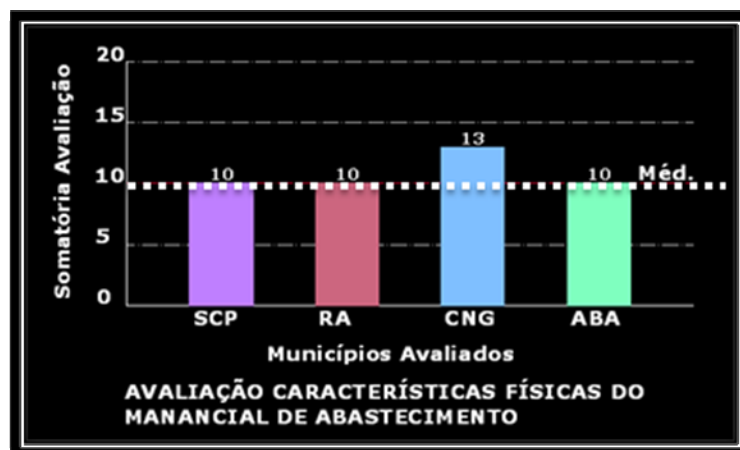
Os indicadores propostos para avaliação da área urbana foram capazes de evidenciar as falhas ocorridas durante o processo de estabelecimento das cidades, tanto quanto a localização dos núcleos habitacionais como à ausência de planos para implantação da infraestrutura de saneamento básico nessas áreas. A avaliação através de indicadores permitiu diagnosticar algumas prioridades para investimentos e planejamentos futuros.

### 5.3 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO

De maneira geral a avaliação do Eixo Temático Características Físicas do Manancial de Abastecimento revelou índices acima da mediana da soma da pontuação máxima, estimada para a condição ideal, proposta pela metodologia para avaliação deste eixo. Porém, um longo caminho deve ser percorrido pela maioria dos estados brasileiros para a obtenção de dados relacionados aos mananciais superficiais e subterrâneos, à delimitação, preservação e proteção das áreas de recarga e captação, à elaboração de estudos hidrogeológicos e hidrológicos, entre outros.

Os municípios de Santa Cecília do Pavão e Congonhas se destacaram pelas iniciativas tomadas quanto à preservação das áreas de captação e recarga dos mananciais de abastecimento, destaque deve ser feito para o reflorestamento das áreas degradadas e as obras de engenharia garantindo a segurança dos locais de captação. Em contrapartida, o resultado da avaliação para os municípios de Rancho Alegre e Abatiá alertou para a ausência de iniciativas relacionadas à preservação das áreas de captação.

É apresentado na 26 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático – Características Físicas do Manancial de Abastecimento. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 20 (vinte) pontos máximos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 26** - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Características Físicas do Manancial de Abastecimento

A análise dos indicadores propostos pela avaliação encontrou muitas limitações para a obtenção de dados relacionados aos mananciais subterrâneos, por isso sugere-se que a aplicação do material para avaliação deste eixo temático seja supervisionada por especialistas, geólogos e ou outros técnicos especialistas no tema.

#### 5.4 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A avaliação do Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água foi muito satisfatória para todos os municípios. Embora as atividades desenvolvidas na cidade e na área rural possam refletir negativamente sobre a qualidade da água, subterrânea ou superficial, os procedimentos e cuidados adotados pelas operadoras do serviço de abastecimento dos municípios em estudo se mostraram adequados.

O município de Abatiá apresentou pontuação inferior aos demais municípios analisados devido à localização dos poços de abastecimento, que estão em vias públicas e próximo a áreas de ocupação irregular.

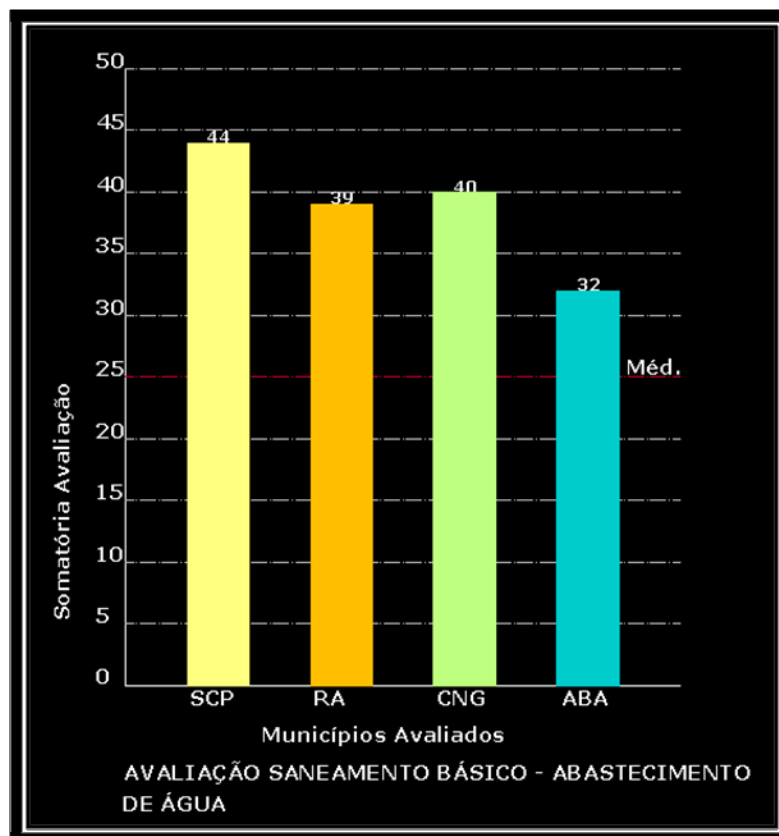
Rancho Alegre apresenta problema com relação ao quadro de técnicos habilitados para a manutenção e fiscalização do serviço. A operadora conta apenas com 1 (um) funcionário para realização de todos os serviços relacionados ao

abastecimento da cidade. Outro agravante é a localização das captações do município, tanto o poço quanto a mina utilizada para o abastecimento público de água estão inseridos em área de lavoura de trigo e cultura de bananas podendo sofrer os impactos gerados por tais atividades como a utilização incorreta de agrotóxicos e fertilizantes, que podem contaminar o aquífero e as águas de superfície.

Santa Cecília do Pavão apresenta o melhor índice dentre os municípios analisados, tanto pelo fato de adotar medidas de preservação e conservação do local onde é feita a captação quanto pelo fato de possuir corpo técnico melhor qualificado e suporte apropriado para as análises laboratoriais de rotina.

Em Congonhas, o levantamento de dados foi dificultado pela operadora do serviço de abastecimento de água que não permitiu a visita ao local onde é feita a captação nem mesmo à estação de tratamento.

É apresentado na Figura 27 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático – Saneamento Básico – Abastecimento de Água. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 50 (cinquenta) pontos máximos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 27** - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Abastecimento de Água

### 5.5 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A avaliação do Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário revelou que todos os municípios avaliados estão abaixo da mediana da soma da pontuação máxima, estimada para a condição ideal, proposta pela metodologia para a avaliação deste eixo temático.

Santa Cecília do Pavão é o único município que possui estação de tratamento de esgoto, porém a mesma não é utilizada devido à ausência de rede coletora. Segundo, informações obtidas, *in situ*, a prefeitura do município tem projetos para implantação a longo prazo da rede de coleta de esgoto, no entanto, efetivamente a existência da ETE não traz, até o momento, benefícios ambientais e sociais para o município, uma vez que não pode ser utilizada.

O resultado da avaliação nos quatro municípios analisados foi preocupante, uma vez que foi constatada a ausência total de equipamentos públicos

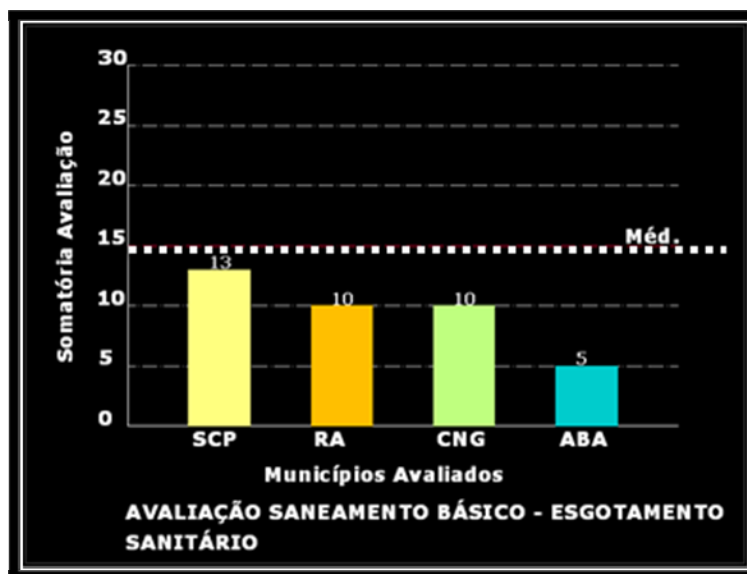
para coleta e tratamento dos esgotos, bem como o descaso quanto à formulação de planos e propostas para o esgotamento sanitário nos municípios. Isto tudo associado ao problema de solos com baixa espessura, que dificultam até o mesmo o uso de fossas sépticas.

Atualmente o esgotamento sanitário é realizado por meio de fossas, porém apenas algumas são sépticas. Em todos os municípios foram identificados lançamentos de esgoto *in natura* nas hidrografias, nos logradouros e conectados a rede de água pluvial. Como tentativa de controlar a emissão dos efluentes nos locais anteriormente citados, o município de Rancho Alegre ordena que as fossas sejam instaladas nos fundos dos lotes, porém devido à falta de fiscalização tal conduta na maioria das vezes é desrespeitada.

O município de Abatiá entre todos é o que possui maior vulnerabilidade ambiental. A associação das características físicas do município às pressões antrópicas derivadas das atividades do meio urbano, provoca reflexos negativos sobre a qualidade da água das hidrografias. O predomínio de solo pouco profundo e rochoso dificulta à instalação de fossas sépticas, por isso o município adotou como solução para o problema a conexão direta da tubulação de esgotos à galeria de água pluvial.

Rancho Alegre, Congoinhas e Abatiá não possuem planos e ou diretrizes para coleta e tratamento de efluentes.

É apresentado na Figura 28 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático – Saneamento Básico – Esgotamento Sanitário. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 30 (trinta) pontos máximos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 28** - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Esgotamento Sanitário

Os indicadores propostos foram capazes de traçar o perfil dos municípios quanto à ausência de solução adequada para o esgotamento sanitário, as soluções adotadas e uma visão geral do quadro de degradação proporcionada por tais soluções. Estando o sistema de esgotamento sanitário diretamente relacionado com a conservação do meio físico e da saúde da população, tal constatação alerta para a necessidade de responsabilização e urgência quanto a tomada de decisão para definição de prioridades e investimentos neste setor.

#### 5.6 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO DRENAGEM URBANA

A avaliação do Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana revelou a situação alarmante que se encontra este serviço nos quatro municípios analisados. Todos os municípios ficaram abaixo da mediana da soma da pontuação máxima estabelecida considerando as condições ideais. As possíveis causas para tal situação são a falta de diretrizes básicas para os projetos de sistemas de drenagem urbana, as falhas no dimensionamento dos equipamentos componentes da rede de drenagem, a falta de planejamento para a locação dos

mesmos, a ausência de critérios e padrões para construção dos equipamentos e a ausência de manutenção dos dispositivos e de varrição das vias públicas.

Os quatro municípios não possuem plano de gerenciamento, projeto ou diretriz para a realização e manutenção deste serviço. A maioria dos dispositivos existentes não é passível de manutenção, dado o gradeamento fixo dos mesmos causando sérios transtornos a população.

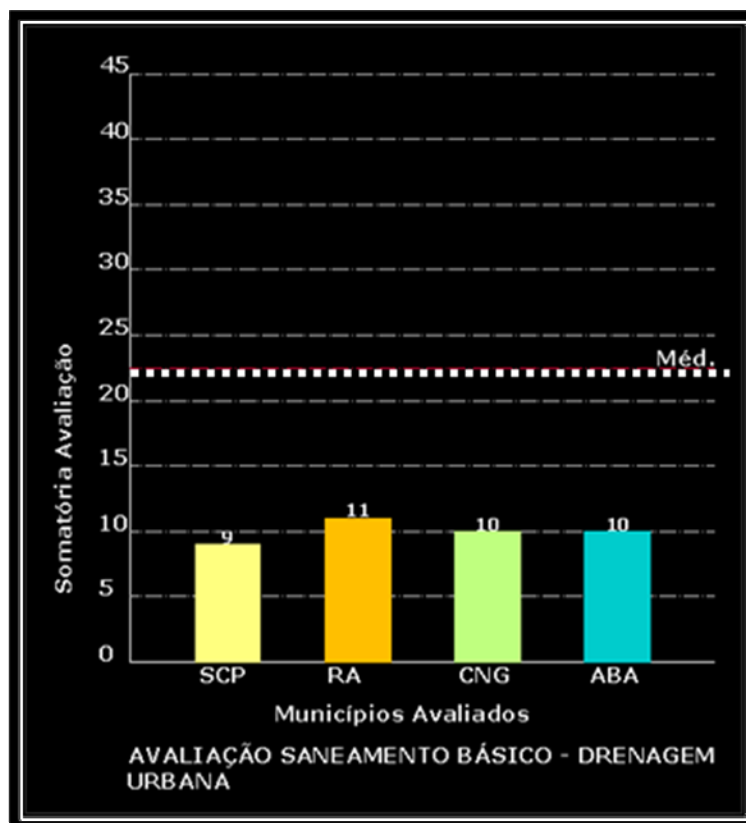
A avaliação mostra que a situação dos municípios são próximas, variando apenas quanto à situação da pavimentação e a porcentagem de áreas, praças e parques públicos para infiltração da água pluvial.

Santa Cecília do Pavão apresenta sérias complicações quanto à implantação do sistema de drenagem, e essas se agravam quando somadas às características topográficas da área urbana. Nota-se visualmente as consequências da falta de coleta das águas pluviais, a inexistência de bocas-de-lobo em trechos longos e declivosos. Os efeitos dessa situação é percebida na erosão da pavimentação das vias de transporte.

Em Abatiá a composição rochosa do solo e a declividade acentuada da área urbana exigiu que alternativas fossem implementadas para resolver os problemas provocados pelo escoamento da água pluvial. O município adotou a construção de galerias semi-elevadas, porém essas por problemas de dimensionamento e localização não funcionam adequadamente. Algumas, pelo contrário, ajudam a agravar os processos erosivos em suas extremidades, devido ao lançamento das águas em locais inadequados.

Rancho Alegre e Congonhas são cidades com relevo plano e com problemas menos evidentes quanto à erosão provocada pelo escoamento superficial, porém as duas cidades também possuem um longo caminho a percorrer para a garantia da eficiência dos seus sistemas de drenagem.

É apresentado na Figura 29 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático – Saneamento Básico – Drenagem Urbana. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 45 (quarenta e cinco) pontos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 29** - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Drenagem Urbana

Alguns dos indicadores propostos para a avaliação do Eixo Temático Saneamento Básico – Drenagem Urbana, como porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de armazenamento e infiltração para água pluvial, porcentagem dos lotes que possuem dispositivos de captação e reuso da água pluvial, tipos de calçadas e porcentagem de áreas públicas (parques) para infiltração da água pluvial, foram propostos com o intuito de chamar a atenção para a necessidade de adoção de práticas alternativas para a drenagem das águas pluviais.

## 5.7 AVALIAÇÃO – EIXO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO RESÍDUOS SÓLIDOS

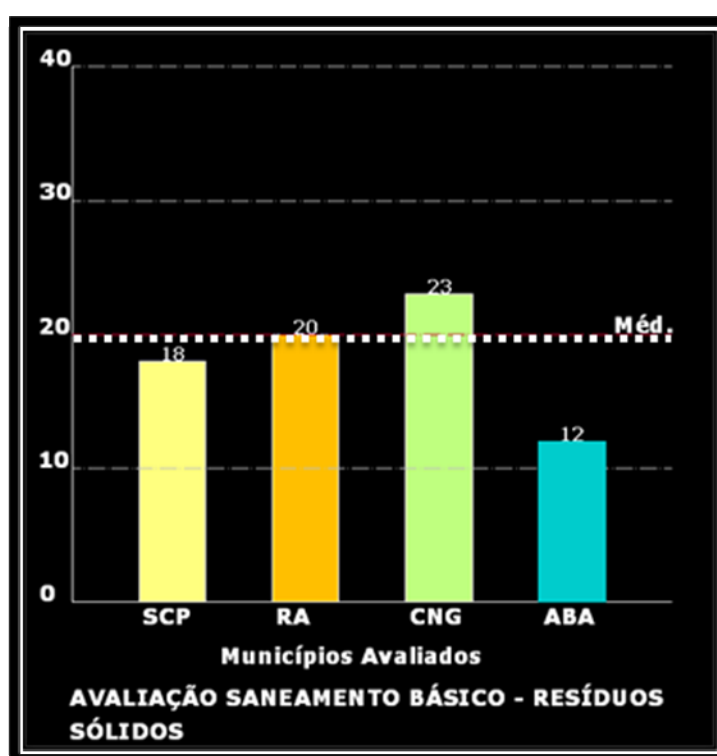
A avaliação do Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos revelou que Congoinhas e Rancho Alegre se apresentaram acima da mediana da soma da pontuação máxima estabelecida considerando as condições ideais para a avaliação deste eixo temático, os demais municípios apresentaram índices inferiores a tal parâmetro. Isso porque o gerenciamento dos resíduos sólidos em todos os municípios é dificultado principalmente pela escassez de recursos.

Congoinhas é o único município que possui aterro sanitário com práticas de aterro controlado licenciado e bem operado. A cidade também conta com a colaboração da prefeitura e de uma equipe de catadores responsáveis pela coleta seletiva, a triagem dos materiais recicláveis é feita em um galpão na área do aterro sanitário e conta com todos os equipamentos necessários para tal atividade. A coleta dos resíduos dos serviços de saúde é terceirizada e estes, após tratamentos para desinfecção e esterilização, são encaminhados ao aterro sanitário e dispostos em valas de concreto específicas para este resíduo.

Os resíduos sólidos produzidos em Santa Cecília do Pavão, Rancho Alegre e Abatiá são encaminhados aos respectivos aterros, estes ainda possuem práticas de “lixão”, porém apresentam termo para ajustamento de conduta e posteriormente ao prazo estabelecido por este, se realizados todos os procedimentos solicitados, poderão obter a licença ambiental para operação. Durante as visitas aos aterros pode-se verificar que pouco foi feito para a melhoria dos processos de disposição dos resíduos, nem mesmo medidas simples como o isolamento da área e proibição de acesso de catadores e pessoas não autorizadas foi realizado.

Quanto à reciclagem dos resíduos Santa Cecília do Pavão, Rancho Alegre e Abatiá não possuem iniciativa do setor público nem do setor privado para a realização da coleta seletiva. A coleta dos resíduos industriais, dos serviços de saúde e da construção civil também não obedece às condições previstas pelas legislações vigentes, quando há a coleta especial desses resíduos sua disposição final acaba sendo feita de forma aleatória o que inutiliza o esforço despendido para a realização da mesma.

É apresentado na Figura 30 o resultado da Avaliação, nos quatro municípios, do Eixo Temático – Saneamento Básico – Resíduos Sólidos. Nesta figura, o eixo y segundo a metodologia proposta representa a situação ótima para o alcance da Sustentabilidade. Portanto, para esta avaliação – atingir número inferior a média dos 40 (quarenta) pontos, significa ter tendência desfavorável à sustentabilidade e, por conseguinte, o contrário indica tendência favorável à sustentabilidade.



**Figura 30** - Gráfico de Avaliação Eixo Temático Saneamento Básico Resíduos Sólidos

Os indicadores propostos foram capazes de traçar o perfil dos municípios quanto a eficiência do serviço de coleta de resíduos, a forma de disposição, as condições físicas dos aterros, à existência ou não de serviços de reciclagem e a forma como são dispostos os demais resíduos – serviços da saúde, industriais e da construção.

A avaliação alerta para a necessidade de responsabilização na geração e disposição dos resíduos e para a urgência na tomada de decisão para

adequação dos aterros sanitários às exigências ambientais e definição de prioridades e investimentos para o setor.

#### 5.8 SÍNTESE FINAL POR MUNICÍPIO

As Tabelas 42 a 45 apresentam uma síntese das avaliações por município. São ressaltadas às condições físicas do meio apresentando seus aspectos positivos e negativos e, às condições da infraestrutura básica da área urbana, identificando os pontos favoráveis e desfavoráveis à sustentabilidade de tal meio.

Através da aplicação da ferramenta proposta foi possível a identificação de pontos falhos ocorridos durante o processo de desenvolvimento destes municípios. A partir da análise dos pontos relevantes foi possível elencar, ações prioritárias para dar suporte ao planejamento e ao direcionamento de recursos humanos e financeiros no sentido de reverter os problemas detectados.

**Tabela 42 - Síntese Município de Santa Cecília do Pavão**

<b>ANÁLISE GLOBAL - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> <i>SANTA CECÍLIA DO PAVÃO</i>	
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS (Rural/ Urbano)</b>	
<b>FAVORÁVEIS</b>	<b>DESFAVORÁVEIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Reflorestamento de APP's;</li> <li>° Solo fértil - área rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Solo pouco profundo;</li> <li>° Afloramento de rocha - área urbana;</li> <li>° Declividade acentuada - área urbana</li> </ul>
<b>INFRAESTRUTURA URBANA BÁSICA</b> (Abastecimento de Água, Drenagem Pluvial, Resíduos Sólidos, Esgotamento Sanitário)	
<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Medidas de proteção à captação;</li> <li>° Existência de estação de tratamento de esgoto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Inexistência de plano de drenagem;</li> <li>° Dispositivos de drenagem danificados e impossibilitando manutenções;</li> <li>° Pavimentação erodida;</li> <li>° Ausência de rede coletora de esgoto;</li> <li>° Ausência de cuidados com a Coleta e disposição de resíduos de serviço de saúde, construção civil e industrial;</li> <li>° Ausência de coleta seletiva;</li> </ul>
<b>PRIORIDADES DE AÇÃO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE COLETA DE ESGOTO;</li> <li>2. REPAROS NA REDE DE DRENAGEM;</li> <li>3. MELHORIA NAS OPERAÇÕES REALIZADAS NO A TERRO;</li> <li>4. GERENCIAMENTO DA COLETA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS, DE SERVIÇOS DA SAÚDE E DA CONSTRUÇÃO CIVIL;</li> <li>5. IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA</li> <li>6. MELHORIA DA PAVIMENTAÇÃO;</li> </ol>	

**Fonte:** O Autor.

**Tabela 43 - Síntese Município de Rancho Alegre**

<b>ANÁLISE GLOBAL - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
<b>RANCHO ALEGRE</b>	
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS (Rural/ Urbano)</b>	
<b>FAVORÁVEIS</b>	<b>DESFAVORÁVEIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Solo fértil - área rural;</li> <li>° Relevo plano;</li> <li>° Boas práticas agrícolas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Devastação da vegetação nas APP's;</li> </ul>
<b>INFRAESTRUTURA URBANA BÁSICA</b>	
<b>(Abastecimento de Água, Drenagem Pluvial, Resíduos Sólidos, Esgotamento Sanitário)</b>	
<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Tamanho dos lotes da área urbana;</li> <li>° Sistema de drenagem eficiente;</li> <li>° Ausência de Hidrografia em área urbana;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Inexistência de plano de drenagem;</li> <li>° Ausência de rede coletora e tratamento</li> <li>° Ausência de cuidados com a Coleta e disposição dos resíduos industriais e da construção civil;</li> <li>° Medidas de proteção à captação insatisfatórias;</li> </ul>
<b>PRIORIDADES DE AÇÃO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE COLETA DE ESGOTO;</li> <li>2. REFLORESTAMENTO DAS APP's.</li> <li>4. MELHORIA NAS OPERAÇÕES REALIZADAS NO A TERRO;</li> <li>3. REPAROS NA REDE DE DRENAGEM;</li> <li>5. MELHORIA DA PAVIMENTAÇÃO;</li> </ol>	

**Fonte:** O Autor.

**Tabela 44 - Síntese Município de Congoinhas**

<b>ANÁLISE GLOBAL - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
<b>CONGOINHAS</b>	
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS (Rural/ Urbano)</b>	
<b>FAVORÁVEIS</b>	<b>DESFAVORÁVEIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Solo fértil - área rural;</li> <li>° Relevo plano;</li> <li>° Boas práticas agrícolas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Devastação da vegetação nas APP's;</li> </ul>
<b>INFRAESTRUTURA URBANA BÁSICA</b>	
<b>(Abastecimento de Água, Drenagem Pluvial, Resíduos Sólidos, Esgotamento Sanitário)</b>	
<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Tamanho dos lotes da área urbana;</li> <li>° Sistema de drenagem eficiente;</li> <li>° Medidas de proteção à captação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Inexistência de plano de drenagem;</li> <li>° Ausência de rede coletora e tratamento de esgoto;</li> <li>° Ausência de cuidados com a Coleta e disposição dos resíduos industriais;</li> </ul>
<b>PRIORIDADES DE AÇÃO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IMPLANTAÇÃO DA REDE DE COLETA DE ESGOTO;</li> <li>2. REFLORESTAMENTO DAS APP's.</li> <li>3. REPAROS NA REDE DE DRENAGEM;</li> <li>4. MELHORIA NAS OPERAÇÕES REALIZADAS NO A TERRO;</li> <li>5. MELHORIA DA PAVIMENTAÇÃO;</li> </ol>	

**Fonte:** O Autor.

**Tabela 45 - Síntese Município de Abatiá**

<b>ANÁLISE GLOBAL - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
<b>ABATIÁ</b>	
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS (Rural/ Urbano)</b>	
<b>FAVORÁVEIS</b>	<b>DESFAVORÁVEIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Solo fértil - área rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Solo pouco profundo;</li> <li>° Declividade acentuada - área urbana;</li> <li>° Devastação da vegetação nas APP's;</li> <li>° Uso em excesso de agrotóxicos;</li> <li>° Técnicas de manejo do solo agrícola</li> </ul>
<b>INFRAESTRUTURA URBANA BÁSICA</b>	
<b>(Abastecimento de Água, Drenagem Pluvial, Resíduos Sólidos, Esgotamento Sanitário)</b>	
<b>ASPECTOS POSITIVOS</b>	<b>ASPECTOS NEGATIVOS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Inexistência de plano de drenagem;</li> <li>° Dispositivos de drenagem danificados e</li> <li>° Pavimentação erodida;</li> <li>° Ausência de rede coletora e tratamento de esgoto;</li> <li>° Ausência de cuidados com a Coleta e disposição de resíduos da construção civil e industrial;</li> <li>° Ausência de coleta seletiva;</li> <li>° Tubulação de esgoto ligada à rede de drenagem pluvial;</li> <li>° Localização da captação;</li> <li>° Matadouro em área de fundo de vale;</li> <li>° Assentamento Irregular em área de fundo de vale</li> </ul>
<b>PRIORIDADES DE AÇÃO</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. MEDIDAS PARA PROTEÇÃO DA CAPITAÇÃO;</li> <li>2. PROPOSTA DE SOLUÇÃO TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO;</li> <li>3. REPAROS NA REDE DE DRENAGEM;</li> <li>4. MELHORIA NAS OPERAÇÕES REALIZADAS NO A TERRO;</li> <li>5. GERENCIAMENTO DA COLETA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS, DE SERVIÇOS DA SAÚDE E DA CONSTRUÇÃO CIVIL;</li> <li>6. IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA</li> <li>7. MELHORIA DA PAVIMENTAÇÃO;</li> </ol>	

**Fonte:** O Autor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de indicadores para a avaliação ambiental foi muito satisfatória, pois permitiu o diagnóstico dos aspectos falhos dos sistemas estudados e o levantamento das necessidades primárias dos municípios. O cruzamento de dados relativos às condições intrínsecas às áreas de estudo somadas às pressões exercidas pelas atividades antrópicas foi fundamental para a visualização da “terceira dimensão” dos efeitos que uma tem sobre a outra. Terceira dimensão esta, caracterizada como o resultado da interação entre os dois campos citados e reconhecido sob a forma de impacto sobre o meio.

De posse dos resultados obtidos pela aplicação da ferramenta desenvolvida e do material gerado pela metodologia (tabelas) os municípios têm em mãos uma ferramenta eficaz, de fácil aplicação e que se seguida passo a passo, facilitará os processos de tomada de decisão e aplicação de recursos em áreas efetivamente carentes.

As vantagens encontradas ao usar indicadores, para a avaliação ambiental, não se limitaram apenas à capacidade que os mesmos possuem de sintetizar informações, mas também permitiram a identificação de pontos importantes para o direcionamento das ações a serem priorizadas pelos municípios.

As limitações encontradas para a elaboração do método dizem respeito à carência e a dificuldade no levantamento de dados e informações a respeito dos sistemas estudados, à perda de algumas informações na agregação dos dados, à dificuldade de seleção de um método matemático capaz de agregar e traduzir os dados levantados e a dificuldade de aplicação do material devido à resistência e falta de colaboração de alguns responsáveis pelos serviços de saneamento básico dos municípios.

A percepção das diferenças de valor dos índices obtidos entre os municípios para um mesmo eixo de avaliação evidenciou que cada caso deve ser analisado de forma única e particular. Por isso, o estudo proposto não se apresenta como uma fórmula pronta, assim como os diversos sistemas que compõem os municípios estão em constante crescimento e evolução, análises e indicadores sugeridos por esta metodologia de avaliação ambiental devem ser melhorados,

adaptados e constantemente atualizados para melhor apreender as características do meio estudado.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, C. M. **Sustentabilidade: caminho ou utopia?** São Paulo: Annablume, 2006.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.** Disponível em:  
<<http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/agenda21.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.218/1994.** Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. 1994. Disponível em:  
<[www.cesgranrio.org.br/.../ANALISTA%20EM%20ENGENHARIA%20SANITARIA.pdf](http://www.cesgranrio.org.br/.../ANALISTA%20EM%20ENGENHARIA%20SANITARIA.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2007.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **IQVU - Índice de Qualidade de Vida Urbana.** Disponível em:  
<<http://www.pbh.gov.br/smpl/iqvuiqvui.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2007.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4.ed. Rio de Janeiro: Ícone, 1999.

BOLLMANN, H. A. **Metodologia para avaliação ambiental integrada.** In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Orgs.). Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: Educ/Comped/Inep, 2001.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento: aspectos conceituais e metodológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 13-25, jan./ mar. 2003a. Parte 1

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento: **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental: estudos de caso**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 26-38, abr./jun. 2003b. Parte 2

BRAGA, T. M. et al. **Índice de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar.** Belo Horizonte: UFMG; Cedepar, 2003.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** 27.ed. São Paulo: Saraiva, 1991.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002.** Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto/2002/D4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto/2002/D4297.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938org.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 12.493, de 22 de janeiro de 1999.** Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Disponível em: <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/meioambiente/lei\\_12493\\_1999.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/meioambiente/lei_12493_1999.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/6766-79.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 7.661, de 16 de maio de 1988.** Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

BRASIL. **Lei Nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991.** Dispõe sobre a política agrícola. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L8171.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n.º 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L9433.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L9985.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.** Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei n.º 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 92, de 5 de novembro de 2008.** Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas

subterrâneas no território brasileiro. Disponível em:  
<[http://homologa.ambiente.sp.gov.br/aquiferos/resolucaoCNRH\\_92.pdf](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/aquiferos/resolucaoCNRH_92.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.agrolab.com.br/portaria%20518\\_04.pdf](http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Resolução n.º 313, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Resolução n.º 358/05, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.) **Nosso futuro comum.** 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.

BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável.** 4.ed. Rio de Janeiro: Terra Mater, 2008.

CIVITAS. **Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis da Universidade Nova de Lisboa.** Disponível em: <<http://civitas.dcea.fct.unl.pt/quemsomos.php>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

D.G.A. (2001) – **Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável,** Edição Direção Geral do Ambiente – Direção de Serviços de Informação e Acreditação, Amadora.

**Geral do Ambiente – Direcção de Serviços de Informação e Acreditação, Amadora.**

FIDALGO, E. C. C. **Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnostico de planeamentos ambientais.**

2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIGUEIREDO, G. A. G. **Sistemas urbanos de água**: avaliação de método para análise de sustentabilidade ambiental de projetos. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GARCIAS, C. M.; NUCCI, N. R. Indicadores de qualidade dos serviços infra-estrutura urbana de saneamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1993. p. ini-final.

GUEREIRO, Cristina. **Indicadores de desenvolvimento sustentável aplicados em sistema de informação geográfica (SIG) para o litoral Norte da Bahia**. 2004. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília.

HANH, C. M. **Valoração econômica do meio ambiente e políticas públicas**: o estudo do ajustamento de conduta. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade São Paulo, São Paulo.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico – 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – 2004**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

IPARDES, 2000 Disponível em: <[www.ipardes.gov.br](http://www.ipardes.gov.br)>.

KAYANO, J.; CALDAS, E. L. **Indicadores para o dialogo**. São Paulo: GT Indicadores, 2002. (Texto de Apoio da Oficina 2, Série Indicadores n. 8).

LIMA, José Dantas de. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. [S.l.: s.n.]; 2004.

LOURENÇO, S. M. **Questões técnicas na elaboração de indicadores de sustentabilidade**. 1996. Disponível em: <[http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/sustentabilidade/marcus\\_lorenco.pdf](http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/sustentabilidade/marcus_lorenco.pdf)> Acesso em 20 nov. 2007.

MAGALHAES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2007.

MAGLIO, I. C.; PHILIPPI JUNIOR, A. Planejamento ambiental: metodologia e prática de abordagem. In: PHILIPPI JUNIOR, A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005.

MEADOWS, D. H. **Indicators and information systems for sustainable development**: a report to the balaton group. Hartland: Sustainably Institute, 1998.

MILANEZ, B.; TEIXEIRA, B. A. N. Contextualização de princípios de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. **Anais...**, Rio de Janeiro: ABES, 2001. p. 1-11.

MIRANDA, A. B. **Sistemas urbanos de água e esgoto. princípios e indicadores de sustentabilidade**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo da ecologia e planejamento aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP), São Paulo: Humanitas/ FFLCH/ USP, 2001.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. 1998. Disponível em: < [www.oecd.org](http://www.oecd.org)>. Acesso em: 19 nov. 2007.

PHILIPPI JUNIOR, A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

Sachs, I. **Stratégies de l'éco-développement**, Paris: Les Éditions Ouvrières. 1980

SANEPAR. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba – RMC. **Sanare**: Revista Técnica, Curitiba, v. 12, n. 12, jul./dez. 1999. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Mananciais/mananciais.html>>. Acesso em: 19 nov. 2007.

SANTOS, R. F. et al. Planejamento ambiental e sistemas de informações geográficas. **Caderno de Informações Georreferenciadas** – CIG. v.1, n.2, art. 2, FEC/UNICAMP, 1997.

SICHE, Raúl; AGOSTINHO, Feni; ORTEGA, Enrique and ROMEIRO, Ademar. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambient. soc.** [online]. 2007, v.10, n.2 [cited 2010-07-21], pp. 137-148 . Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200009&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 1414-753X. doi: 10.1590/S1414-753X2007000200009.

\_\_\_\_\_. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

SCANDURRA, E. **L'ambiente dell'uomo, verso il progetto della città sostenibile**. Milano: Estalibri, 1995.

SLOCOMBE, D. S. Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integratinh environment and development. **Environmental Management**, New York, v. 17, n. 3, p. 289-303, maio/jun. 1993.

SUSTAINABLE SEATTLE. **Indicadores of sustainable community**. Seattle, Washington: SONYINK, 1998.

TOMASONI, M. A. Contribuição ao estudo de indicadores ambientais. **Revista GeoNordeste**, São Cristovão, v. 15, n. 2, p. 90-108, 2006.

TUCCI, M. E. C. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos**. Maio, 2002. Disponível em: <<http://www.iph.ufrgs.br/corpodocente/tucci/publicacoes/relclima.PDF>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

TUCCI, M. E. C.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Departamento de Hidromecânica e Hidrologia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, abr. 2001. Apostila.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- USEPA, 1995. Disponível em: <[www.epa.gov](http://www.epa.gov)>. Acesso em: 20 nov. 2007.

VAN BELLEN, H. M. I. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT - WCED. **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1991. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/a46r168.htm>> Acesso em: 20 nov. 2007.

XAVIER, C. F. **Avaliação da Influência do Uso e Ocupação do Solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná**. 2005. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal do Paraná – UFPR.