**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO**

UIRÁ PIÁ-UAÇU OLIVEIRA DEÁK

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO
PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO
MUNICIPAL**

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão

**SÃO CARLOS/SP
2012**

UIRÁ PIÁ-UAÇU OLIVEIRA DEÁK

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO
PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO AMBITO DA GESTÃO
MUNICIPAL**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão

**VERSÃO CORRIGIDA
SÃO CARLOS/SP
2012**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

D278i   Deák, Uirá Piá-Uaçu Oliveira
Índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal / Uirá Piá-Uaçu Oliveira Deá ; orientador João Luiz Boccia Brandão. -- São Carlos, 2012.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós Graduação e Área de Concentração em Engenharia Hidráulica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

1. Indicadores. 2. Índice. 3. Sustentabilidade. 4. Planejamento. 5. Recursos hídricos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **UIRÁ PIÁ-UAÇU OLIVEIRA DEÁK**.

Título da dissertação: "Índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal".

Data da defesa: 17/10/2012

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **João Luiz Boccia Brandão (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Profa. Dra. **Eulália Portela Negrelos**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Prof. Dr. **José Rodolfo Scarati Martins**
(Escola Politécnica/USP)

Resultado:

APROVADO

Aprovado

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Prof. Titular **Edson Cezar Wendland**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, que desde a infância incentivaram meu espírito curioso a buscar o conhecimento e as respostas as minhas indagações.

AGRADECIMENTOS

Qualquer estudo sempre abrange a contribuição direta e indireta de incontáveis pessoas, o que torna o intuito de agradecer de maneira adequada a todos os merecedores de agradecimento uma tarefa quase que impossível. Esforçar-me-ei aqui para nomear aqueles que foram fundamentais a consecução desta pesquisa.

Primeiramente ao Acaso, pelas oportunidades nesta vida, por me proteger e por sempre me colocar no lugar certo na hora certa.

Aos Espíritos de Luz que me acompanham e me respaldam nesta existência, que me iluminam com sabedoria, paciência e discernimento e não me permitiram desanimar nos momentos de dificuldades encontrados ao longo do curso de mestrado. Concederam-me o equilíbrio necessário nas horas mais difíceis para que eu atingisse esse objetivo e concluísse essa dissertação.

À minha família, pelo apoio em todos os momentos mesmo estando todos distantes.

Uma menção honrosa ao povo brasileiro, especialmente ao povo paulista, que financiou em boa parte meus conhecimentos e possibilitou assim, o meu ingresso em um curso de pós-graduação gratuito de alto nível. Também a CAPES e ao CNPq, que se revezaram no oferecimento da bolsa de estudos que viabilizou a dedicação à pesquisa para desenvolver esse estudo. Espero poder retribuir com o trabalho todo este investimento.

Um agradecimento especial ao ínclito Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão, por aceitar dedicar parte de seu tempo à construção do presente trabalho, e pelo apoio e confiança na orientação deste estudo, pessoa a qual passei a respeitar por sua condução única no meio científico e por não deixar de reconhecer nos seus orientandos a condição de ser social, portanto sujeito a suscetível a erros, acertos, encontros e desencontros.

Aos professores formadores da banca de qualificação, Marcelo Montaña e Eulalia Portela Negrelos, pelas importantes contribuições em prol da melhoria deste trabalho.

Também a todos os professores que fizeram parte da minha formação.

A todos os meus preciosos amigos e amigas, verdadeiros irmãos e irmãs, que de certa forma influenciaram minha vida, por estarmos juntos nesta caminhada e, mesmo reclamando de meu sumiço, devem saber o quanto são importantes em minha vida.

Aos amigos e colegas do mestrado, que me ajudaram desde o início com dicas, artigos e sugestões; pela amizade, contribuições, trocas e bate-papos.

À toda a equipe do Departamento de Hidráulica e Saneamento e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela atenção dedicada.

A todos aqueles que responderam ao questionário na consulta e aplicação do método Delphi.

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

“A cidade é o único lugar em que se pode contemplar o mundo com esperança de produzir um futuro”

Milton Santos

"Em vão centenas de milhares de homens, amontoados num pequeno espaço, se esforçavam por desfigurar a terra em que viviam; em vão a cobriam de pedras para que nada pudesse germinar; em vão arrancavam as ervas tenras que pugnavam por irromper; em vão impregnavam o ar de fumo de petróleo e de carvão; em vão escorraçavam os animais e os pássaros porque até na cidade a Primavera era Primavera."

Leon Tolstoi

RESUMO

DEAK, U.P.U.O. **Índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal**. 2012. 153p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (PPG-SHS/EESC/USP). São Carlos, SP. 2012.

Para desenvolver esta investigação científica, que trata da incorporação da sustentabilidade ambiental em planos urbanos, foi preciso realizar uma revisão crítica, contextualizando as dificuldades e barreiras que permeiam o processo de elaboração do plano diretor, com vistas a ampliar a eficácia e a eficiência deste como um instrumento capaz de enfrentar os conflitos socioambientais pré-existentes nos municípios brasileiros, e concomitantemente torná-lo um instrumento promotor de sustentabilidade ambiental para as cidades. Fundamentado por estes estudos teórico-conceituais, foram estabelecidos três grupos de análise. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em temas específicos denominados como eixos temáticos, relacionados à questão dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal. Com base nestes temas específicos, selecionaram-se indicadores qualitativos de sustentabilidade hídrica do planejamento urbano, de modo a explicitar se aspectos ambientais pertinentes aos recursos hídricos foram considerados na elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano. A metodologia aqui proposta foi aplicada num cenário concreto, através de um estudo de caso. Após a aplicação da metodologia desenvolvida por esta pesquisa, o PDDU do município de São Carlos apresentou nível de sustentabilidade denominado “sustentabilidade comprometida”, alcançado pontuação “0,403” na escala adotada.

Palavras Chave: Indicadores, índice, sustentabilidade, planejamento, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

DEAK, U.P.U.O. **Índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal.** 2012. 153p. Dissertation (Master). Post-graduation Program of. Hydraulics and Sanitation Engineering.

Engineering School of São Carlos, University of São Paulo (PPG-SHS/EESC/USP). São Carlos, SP. 2012.

To develop this scientific research, which deals with the incorporation of environmental sustainability in urban plans, it was necessary to conduct a critical review, contextualizing the difficulties and barriers that permeate the process of developing the master plan, with a view to enhancing the efficiency and effectiveness of this as an instrument to address the pre-existing environmental conflicts in Brazilian municipalities, and concurrently make it an instrument to promote environmental sustainability for cities. Based on these theoretical conceptual studies, three groups were established for analysis. Subsequently, each group was subdivided into specific themes termed as thematic axis related to the issue of water resources within the municipal administration. Based on these specific topics were selected qualitative indicators of water sustainability in urban planning, in order to clarify whether environmental aspects relevant to water resources were considered in the preparation of master plans for urban development. The methodology proposed here has been applied in a concrete scenario through a case study. After applying the methodology developed by this research, the PDDU of São Carlos presented sustainability level called "impaired sustainability", achieved score "0.403" on the adopted scale.

Keywords: Indicators, Index, Sustainability, Water Resources, Planning.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

<i>Tabela 1 - Níveis hierárquicos de análise</i>	78
<i>Tabela 2 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica do eixo temático gestão de recursos hídricos.</i>	79
<i>Tabela 3 - Indicadores de sustentabilidade hídrica do eixo temático Uso e Ocupação do Solo</i>	83
<i>Tabela 4 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica do eixo temático qualidade das águas.</i>	88
<i>Tabela 5 - Critérios de avaliação dos indicadores do Grupo de Análise I</i>	97
<i>Tabela 6 – Critérios de avaliação do Grupo de Análise II</i>	97
<i>Tabela 7 - Critérios de avaliação dos indicadores do Grupo de Análise III</i>	99
<i>Tabela 8 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise I</i>	110
<i>Tabela 9 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise II</i>	110
<i>Tabela 10 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise III</i>	112
<i>Tabela 11 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise I</i>	113
<i>Tabela 12 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise II</i>	119
<i>Tabela 13 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise III</i>	124
<i>Tabela 14 - Memória de calculo do ISGRH</i>	128
<i>Tabela 15 - Memória de calculo do ISUOS.</i>	129
<i>Tabela 16 - Memória de calculo do ISQA.</i>	130
<i>Tabela 17 - Memória de calculo do ISH.</i>	131

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
LISTA DE QUADROS E TABELAS	15
SUMÁRIO	16
PARTE I – APRESENTAÇÃO	21
1. INTRODUÇÃO	23
2. OBJETIVOS	25
2.1. OBJETIVOS PRECÍPUOS	25
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
PARTE II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
3. URBANIZAÇÃO E MEIO AMBIENTE	29
3.1. HISTÓRIA URBANA: EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA URBANIDADE	29
3.2. URBANIZAÇÃO BRASILEIRA	34
3.3. O ECOSISTEMA URBANO	37
3.4. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO NO BRASIL	40
3.5. QUALIDADE DE VIDA, QUALIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.	43
4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, SUSTENTABILIDADE E PLANEJAMENTO: INTERFACES E DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.	47
4.1. PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO TERRITORIAL	50
4.2. SUSTENTABILIDADE HÍDRICA E DESENVOLVIMENTO URBANO	54

4.3. SUSTENTABILIDADE URBANA	56
4.4. O ESTATUTO DA CIDADE	58
4.5. PLANO DIRETOR	64
4.6. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA	65
<u>5. ÍNDICES E INDICADORES</u>	<u>67</u>
<u>PARTE III – MATERIAIS E MÉTODOS</u>	<u>71</u>
<u>6. MATERIAIS E MÉTODOS</u>	<u>73</u>
6.1. METODOLOGIA	73
6.1.1. MARCO REFERENCIAL	74
6.1.2. SELEÇÃO DOS INDICADORES	76
6.1.2.1. Gestão de Recursos Hídricos	78
6.1.2.2. Uso e ocupação do solo	83
6.1.2.3. Qualidade das águas	88
6.1.3. MÉTODO DELPHI E DEFINIÇÃO DOS PESOS	92
6.1.4. MEDIÇÃO E PADRÃO DE DESEMPENHO	94
6.1.4.1. Gestão de Recursos Hídricos	96
6.1.4.2. Uso e ocupação do solo	97
6.1.4.3. Qualidade das águas	99
6.1.5. AGREGAÇÃO MATEMÁTICA	100
6.2. MATERIAIS	103
6.2.1. PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS	103

PARTE IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
7. APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI E DEFINIÇÃO DE PESOS	109
7.1. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	109
7.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	110
7.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS	111
8. ESTUDO DE CASO: PLANO DIRETOR DE SÃO CARLOS	113
8.1. MEDIÇÃO DOS PADRÕES DE DESEMPENHO	113
8.1.1. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	113
8.1.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	118
8.1.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS	124
8.2. AGREGAÇÃO MATEMÁTICA	128
8.2.1. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE “GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS” – IS_{GRH}	128
8.2.2. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE “USO E OCUPAÇÃO DO SOLO” – IS_{UOS}	129
8.2.3. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE “QUALIDADE DAS ÁGUAS” – IS_{QA}	130
8.2.4. ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA – ISH	131
PARTE V – CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
9. CONCLUSÕES	135
10. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	139
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
PARTE VI – APÊNDICES E ANEXOS	149
APÊNDICE A – CARTA CONVITE ELETRÔNICA	151

APÊNDICE B – TEXTO EXPLICATIVO DA PESQUISA	152

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO MÉTODO DELPHI	153

PARTE I – APRESENTAÇÃO

---

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é fruto de pesquisa de mestrado realizada no âmbito do Programa de Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, unidade da Universidade de São Paulo.

Este estudo procurou contribuir e apontar possibilidades de ampliação do raio de ação da gestão municipal, no que se refere ao planejamento de recursos hídricos dentro da esfera da cidade. A investigação científica aqui apresentada versa sobre as interfaces entre planejamento dos recursos hídricos e planejamento territorial, numa avaliação sistêmica dos aspectos relacionados a um planejamento integrado e adaptativo, conjecturando acerca de questões relacionadas à gestão organizacional do espaço no âmbito da gestão municipal, com ênfase nos aspectos pertinentes aos recursos hídricos. Destarte, propõe-se a criação de um instrumento capaz de conciliar todas essas feições conflitantes no planejamento da organização espacial das atividades antrópicas e, concomitantemente, ser agente promotor da sustentabilidade no planejamento dos municípios brasileiros. A principal justificativa na proposição desta metodologia fundamenta-se na grande importância de se qualificar produtos de planejamento e, neste caso específico, o Plano Diretor do município de São Carlos/SP.

O projeto de pesquisa aqui compilado teve início em março de 2010 e terminou em maio de 2012. Iniciou-se com a constituição de um marco referencial de análise, em que se realizou um estudo exploratório, descritivo e explicativo acerca das conexões entre planejamento de recursos hídricos, planejamento urbano, e os paradigmas predominantes atualmente o desenvolvimento sustentável e na sustentabilidade ambiental.

Posteriormente, mapearam-se as experiências de utilização de indicadores e índices aplicados ao desenvolvimento sustentável e sustentabilidade com escopo em avaliações de políticas, planos, projetos e programas. A partir deste mapeamento foi possível selecionar os indicadores componentes do sistema aqui proposto.

Em seguida, utilizou-se uma variação do Método Delphi de consulta a especialistas para determinação de pesos específicos utilizados na agregação matemática dos indicadores propostos e na validação da relevância dos mesmos.

Com estes insumos foi possível agregar os indicadores de modo a gerar um índice de sustentabilidade hídrica (ISH) para avaliação do planejamento dos recursos hídricos, com foco em Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano. No âmbito empírico, o ISH foi aplicado ao Plano Diretor do município de São Carlos, localizado no estado de São Paulo.

Esta dissertação apresenta os principais resultados obtidos pelo projeto de pesquisa “índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal” e divide-se em seis partes.

A primeira traz uma breve apresentação das etapas e os objetivos do projeto de pesquisa. A segunda parte constitui-se da revisão bibliográfica acerca do temas e conceitos pertinentes à pesquisa. A terceira descreve os principais insumos e procedimentos metodológicos utilizados para consecução dos objetivos da investigação. A quarta expõe o detalhamento e uma análise crítica acerca dos resultados. A quinta parte apresenta as considerações finais e perspectivas futuras, em termos de conclusões obtidas e sugestões para investigação pormenorizada em trabalhos futuros. Por fim, a sexta e última parte traz os apêndices que complementam esta dissertação.

2. OBJETIVOS

A presente pesquisa pretendeu, de uma maneira geral, criar subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade socioambiental do planejamento territorial e da construção humana do espaço.

2.1. Objetivos precípuos

Esta pesquisa teve como objetivo precípuo a proposição de um índice de sustentabilidade hídrica para avaliação da gestão organizacional do espaço no âmbito da gestão municipal, com ênfase nas feições pertinentes aos recursos hídricos, ponderando aspectos relacionados ao planejamento integrado e adaptativo.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta investigação científica foram:

- Seleção de indicadores de sustentabilidade hídrica do planejamento municipal;
- Estabelecimento de indexadores quantitativos para mensuração e avaliação dos indicadores de sustentabilidade hídrica do planejamento municipal;
- Equacionamento matemático dos indicadores selecionados para a formulação de um índice de sustentabilidade hídrica do planejamento municipal.
- Avaliação da metodologia através da sua aplicação a um estudo de caso

PARTE II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

3. URBANIZAÇÃO E MEIO AMBIENTE

A construção do ambiente urbano é um processo no qual ocorre a aglomeração espacial da ocupação humana e, em consequência, há uma série de transformações sociais, que resultam na modificação de um ambiente com características rurais em um ambiente urbano. Esse fenômeno está relacionado à história econômica mundial e é associado ao desenvolvimento da civilização e da tecnologia.

Em termos demográficos, a urbanização é a redistribuição das populações das zonas rurais para assentamentos urbanos, isto é, há um aumento proporcional da população urbana em relação à população rural. Segundo esse conceito, só ocorre urbanização quando o crescimento da população urbana é superior ao crescimento da população rural.

O termo também pode designar a ação de dotar uma área com infraestrutura e equipamentos urbanos. Ainda pode ser entendido somente como o crescimento de uma cidade.

Para Sposito (2001), o corte no tempo, sem a recuperação histórica, leva ao estudo de um espaço estático, de uma cidade apenas formal. Para ela é necessário se considerar todos os aspectos econômicos, sociais, políticos, culturais e ambientais, que no passar do tempo, constroem, transformam e a reconstroem, para entendê-la na dinâmica de um espaço que está em constante estruturação, respondendo e ao mesmo tempo dando sustentação às transformações engendradas pelo fluir das relações sociais.

Destarte, compreender a cidade de hoje, apreender quais processos dão forma à complexidade de sua organização e explicar a extensão da urbanização neste século, exige uma volta às suas origens e a tentativa de reconstruir, mesmo que de modo sintético, a sua trajetória (SPOSITO, 2001).

3.1. História urbana: evolução histórica da urbanidade

A urbanização como processo, e a cidade, como forma concretizada desse processo, marcam tão profundamente a civilização contemporânea, que é muitas

vezes difícil pensar que em algum período da história as cidades não existiram, ou tiveram um papel insignificante.

As cidades, principalmente as europeias, começam a se tornar relevantes, em relação às interferências socioambientais, a partir da Revolução Industrial iniciada no século XVIII. Industrialização e urbanização geralmente aparecem associadas, como se fosse um duplo processo, ou um processo com duas facetas. A relação entre estes dois processos é tão marcante, que não se pode fugir de sua análise para uma reflexão sobre a sociedade contemporânea.

O termo indústria, em seu sentido mais restrito, relaciona-se à produção de mercadorias, especialmente com o advento das máquinas “modernas” desenvolvidas e aprimoradas pelo ser humano a partir do século XVIII.

Através da indústria a sociedade apropria-se da natureza e transforma-a. Porém, a industrialização é um processo mais amplo, que caracteriza a Idade Contemporânea, em que há um predomínio da atividade industrial sobre as outras atividades econômicas. Devido a seu caráter urbano, as cidades se tornaram a base territorial da produção industrial, já que nelas concentram-se capital e força de trabalho (SPOSITO, 2001).

Esta concentração é consequência direta da maneira como o modo de produção capitalista se estruturou a partir do mercantilismo, preponderante entre os séculos XV e XVIII. Decorrentes desse processo, as cidades deram ao mesmo tempo suporte a ele.

A Revolução Industrial, que aconteceu na segunda metade do século XVIII, foi muito mais do que a descoberta da máquina a vapor, dos teares mecânicos de fiação, e posteriormente da locomotiva e da estrada de ferro no século XIX. Pelo contrário, estas invenções não são a causa da Revolução Industrial, mas ocorrem devido à transformação que o próprio processo de produção industrial estava passando desde o século XVI. É necessário inverter o ponto de vista mais corrente: a Revolução Industrial não ocorreu porque se inventou a máquina a vapor, mas a máquina a vapor foi criada porque era preciso uma revolução nos moldes da

produção industrial, de modo que se ampliassem as possibilidades de realização do capital.

Este processo foi tão transformador que recebeu a denominação de revolução, e reduziu o termo indústria a um sentido restrito, relativo à existência de um sistema produtivo de larga escala, viabilizando a produção em série.

O impulso tomado pela urbanização a partir do desenvolvimento da industrialização foi grande. A intensificação da produção industrial, permitida pelo capital acumulado e pelo desenvolvimento técnico-científico associado à Revolução Industrial, fez com que a urbanização apresentasse ritmos muito acentuados.

A urbanização via industrialização não deve ser caracterizada apenas pelo elevado número de pessoas que passaram a morar em cidades, mas, sobretudo, porque o desenvolvimento do capitalismo industrial causou grandes transformações nos moldes da urbanização, no que tange ao papel desempenhado pelas cidades, e na estrutura interna destas cidades. As cidades, como formas espaciais produzidas socialmente, mudam constantemente, recebendo reflexos e dando sustentação a essas transformações estruturais que estavam acontecendo no modo de produção capitalista. A indústria gera um impacto sobre o urbano. Pode-se pensar, à primeira vista, que o desenvolvimento industrial a partir da Revolução Industrial constitui-se apenas no reforço do papel produtivo assumido pela cidade com o capitalismo comercial, que permitiu a produção artesanal e manufatureira. De certa maneira o processo é este, porém ao mesmo tempo ele é contraditório, porque ao acentuar o papel produtivo das cidades, modifica a própria cidade (SPOSITO, 2001).

Lefèbvre (1969, *apud* SPOSITO, 2001) afirma que as indústrias aproximaram-se destas cidades rapidamente, modificando seu caráter, adaptando-o às novas necessidades que se impunham. Este movimento de absorção ocorreu à medida que estas cidades encontravam-se em territórios/países que se industrializavam, o que é observado até os nossos dias.

No mesmo período houve uma tendência à localização industrial fora das cidades, especialmente em setores que tinham grande interesse em estarem próximos a fontes de energia, meios de transporte e matérias-primas, sem prescindir

das importantes reservas de força de trabalho. Quando isto aconteceu, a indústria gerou a cidade.

Com o desenvolvimento do modo de produção capitalista, a rede urbana se estabeleceu, formando grandes aglomerados urbanos, as metrópoles: espaços de concentração de capital, de meios de produção, e local da gestão do modo de produção. Tais aglomerados subordinavam outros de porte médio, que, por sua vez, exerciam o mesmo papel com os pequenos centros.

A cidade recebeu diretamente as consequências do processo de urbanização gerado pela Revolução Industrial, e sofreu, na estruturação de seu espaço interno, muitas transformações. O rápido crescimento populacional causou uma procura por espaço. Entretanto, o crescimento territorial das cidades estava restrito a uma determinada área, além da qual ficava impossível percorrer a pé as distâncias entre os locais de moradia e trabalho.

O crescimento das cidades formou ao seu redor uma faixa nova, que foi chamada de periferia, transformando o antigo núcleo urbano no centro da cidade.

O centro guardava a sua estrutura original, com seus monumentos, suas ruas estreitas, algumas casas pequenas e compactas, jardins e pátios anexos às residências dos mais ricos. Estes foram deixando gradualmente o centro, onde se aglomeravam trabalhadores pobres e recém-chegados do campo.

A periferia era uma espécie de território livre da iniciativa privada, onde, de maneira independente, apareceram bairros de luxo para os ricos oriundos do centro, bairros pobres para os assalariados e recém-emigrados do campo e unidades industriais maiores. Estes novos setores da cidade foram aglutinando-se com o tempo, fundindo-se num tecido urbano mais compacto (SPOSITO, 2001).

De acordo com Sposito (2001), o Estado não formulava novos planos e regulamentos, e nem fiscalizava as formas pelas quais a cidade vinha sendo produzida. Ele próprio passou a ser um especulador, vendendo muitos terrenos públicos para pagar suas dívidas. A classe dominante aproveitou para realizar seus investimentos imobiliários, o que contribuiu para o modo como se deu o crescimento das cidades, criando uma desordem muito grande na paisagem e na malha urbana,

evidenciando o fato de que houve um abandono das formas de controle público sobre o espaço construído, passando assim a serem determinados pelos interesses do lucro.

As ruas eram estreitas e insuficientes para a circulação das pessoas, dos veículos puxados por animais, para o escoamento do esgoto, criação de porcos, e ainda local de brincadeiras das crianças.

A falta de rede de água e esgoto, de coleta de lixo, a poluição de toda ordem, as ruas estreitas, moradias apertadas, a falta de espaço para o lazer e a insalubridade eram problemas urbanos, na medida em que se manifestavam de forma acentuada nas cidades, palco de transformações econômicas, sociais e políticas.

Na segunda metade do século XIX, houve a aprovação de leis sanitárias em alguns países europeus, como Inglaterra e França, e ocorreu a implantação de redes de água e esgoto, melhorias nas vias e desenvolveu-se o transporte coletivo urbano. O poder público estabeleceu regulamentos e executou obras: a administração passou a gerir/planejar os espaços urbanos. Estas medidas possibilitaram a reorganização das cidades européias, e refletiam a preocupação dos industriais em melhorar as condições de vida dos trabalhadores. Em algumas cidades industriais inglesas, a duração média de vida havia baixado para menos de 30 anos, na primeira metade do século XIX. Comendo mal, dormindo pouco, morando mal, os trabalhadores produziam relativamente pouco, apesar das longas jornadas de trabalho (SPOSITO, 2001).

O centro foi reformulado para a abertura de corredores de trânsito. Havia uma nítida sobreposição da cidade pós-liberal sobre a cidade anterior, uma vez que várias das antigas construções foram demolidas para um melhor aproveitamento dos espaços e da uniformidade da arquitetura, onde se construíram edificações com mais andares. As áreas residenciais ricas distanciaram-se do centro em busca de áreas mais limpas, e as famílias de maior poder aquisitivo começaram a construir suas casas distanciadas da linha da rua. Foram planejados imensos bairros operários, marcados por alta densidade e por uniformidade. A cidade estendeu-se consideravelmente, com o aparecimento de muitos subúrbios, onde se instalavam

novas indústrias atendendo às exigências das leis sanitárias e novas áreas de moradias de trabalhadores. Guardadas as diferenças como as de padrão arquitetônico, aí estão as bases da estrutura urbana das cidades de hoje. Podem-se reconhecer estes traços em muitas cidades contemporâneas, pois a especialização funcional do uso do solo urbano começou a partir da separação social no interior do espaço urbano (SPOSITO, 2001).

3.2. Urbanização Brasileira

A colonização portuguesa no Brasil, nos primórdios da ocupação, tinha a economia baseada na produção agrícola, voltada para a exportação. As planícies e os terraços litorâneos foram escolhidos para a implantação dos primeiros núcleos urbanos. Os sítios escolhidos eram os localizados nos arredores das baías ou enseadas próximos dessas planícies. As primeiras grandes cidades brasileiras estiveram intrinsecamente ligadas à função de porto e à função militar. As condições de tais locais favoreciam não somente a ligação com as áreas de produção agrícola como também o estabelecimento seguro de bases militares para garantir a posse da colônia.

As raízes da urbanização brasileira são decorrentes, portanto, da sua própria história: os primeiros centros urbanos surgiram no século XVI, ao longo do litoral em razão da produção do açúcar, nos séculos XVII e XVIII a descoberta de ouro fez surgir vários núcleos urbanos e no século XIX a produção de café foi importante no processo de urbanização.

Na segunda metade do século XIX, a cafeicultura, que transformou definitivamente o Sudeste na principal região econômica do país e ajudou a promover a urbanização do Rio de Janeiro e de São Paulo, deu início a um incipiente processo de industrialização no país.

No início de século XX, a indústria foi o instrumento de povoamento. A partir da década de 1930, o país começou a industrializar-se e, como o trabalho no campo era duro e a mecanização já provocava desemprego, boa parte dos trabalhadores rurais foi atraída para as cidades com o intuito de trabalhar no mercado industrial

que se expandia. Esse êxodo rural elevou de forma significativa o número de pessoas nos centros urbanos.

Somente após a segunda guerra mundial que a integração do território se torna viável, quando as estradas de ferro, até então desconectadas na maior parte do país, são interligadas, e constroem-se estradas de rodagem, pondo em contato as diversas regiões do país (SANTOS, 1993).

A partir da integração do território se consolidou uma rede urbana em escala nacional. Até então, o Brasil era constituído por “arquipélagos regionais” polarizados por suas metrópoles e capitais regionais. A integração econômica entre São Paulo, Zona da Mata nordestina, Meio-Norte e região Sul era extremamente frágil. Com a modernização da economia, primeiro as regiões Sul e Sudeste formaram um mercado único que, depois, incorporou o Nordeste e, mais recentemente, também o Norte e o Centro-Oeste.

O processo de urbanização no Brasil se distingue do europeu pela velocidade de seu crescimento. Enquanto na Europa esse processo acentuou-se no século XVIII, impulsionado pela Revolução Industrial, no Brasil ele só tomou fôlego a partir de 1950, com a intensificação da industrialização.

O Brasil passou por dois fenômenos que merecem destaque quando se trata de ambientes urbanos: a rápida industrialização a partir do pós-guerra, e a urbanização acelerada que se seguiu. Neste processo, reflexo das políticas desenvolvimentistas então vigentes, várias regulamentações de proteção ambiental e ao cidadão foram desrespeitadas ou mesmo desconsideradas. A partir dos anos 50, a construção das cidades brasileiras vem constituindo um cenário de contrastes, típico das grandes cidades do Terceiro Mundo. O modo como ocorreu a criação da maioria dos municípios acabou atropelando os modelos de organização do território e gestão urbana tradicionalmente utilizados, e mostrou-se inadequada. O resultado são cidades sem infraestrutura e disponibilidade de serviços urbanos capazes de comportar o crescimento provocado pelo contingente populacional que migrou para elas (NEFUSSI & LICCO, 2005).

Desde o pós-guerra, aconteceram mudanças significativas no modo de vida dos consumidores (que inicialmente eram restritos às faixas de maior renda) e também na habitação nas cidades. Com a massificação do consumo dos bens modernos, dos eletroeletrônicos e também do automóvel, mudam radicalmente o modo de vida, os valores, a cultura e o conjunto do ambiente construído. Da ocupação do solo urbano até o interior da moradia, a transformação foi profunda, o que não significa que tenha sido homogeneamente moderna. Ao contrário, os bens modernos passam a integrar um cenário em que a pré-modernidade sempre foi muito marcante, especialmente na moradia ou no padrão de urbanização dos bairros da periferia (MARICATO, 1996).

O êxodo rural no final da década de 50 em direção às cidades afetou consideravelmente os países em desenvolvimento. Uma população migrante de baixa renda se instalou precariamente no ambiente urbano em busca de melhores condições de vida: oportunidades de trabalho, educação, saúde e acesso a níveis mais amplos de informação e participação. Uma das consequências dessa concentração da população nas cidades foi o surgimento de diversos problemas ambientais com o estabelecimento de assentamentos informais (favelas), localizados, muitas vezes, em locais de risco, ambientalmente sensíveis e de preservação obrigatória, em função de sua exclusão das áreas legalmente urbanizadas, tornando difícil a sua legalização e integração (ANDRADE E GOUVÊA, 2004).

A chegada desta corrente migratória terminou avolumando o contingente populacional responsável pelo crescimento da cidade informal. É interessante observar que muitos especialistas referem-se corriqueiramente a estes espaços ocupados pelos excluídos da rede urbana, como sendo áreas de crescimento dito desordenado, aparentemente alheios “ao fato de que o que se chama desordem, é apenas a ordem do possível, já que nada é desordenado” (SANTOS, 1988).

Apenas na década de 70, o Brasil começou a preocupar-se com as questões ambientais, de saneamento e de controle da poluição, constituindo seu primeiro intento com o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), ao conseguir abastecer com água tratada cerca de 80% da população urbana brasileira. Desde então, os grandes problemas ambientais do País vêm sendo identificados e controlados,

porém nem sempre com a velocidade e intensidade que merecem (NEFUSSI & LICCO, 2005).

O padrão de urbanização brasileiro apresenta, a partir dos anos 80, mudanças que merecem algum destaque. Embora as metrópoles continuassem crescendo proporcionalmente mais que o país, o ritmo desse crescimento diminuiu. As cidades de porte médio, com população entre 100 mil e 500 mil habitantes, cresceram a taxas maiores do que as metrópoles nos anos 80 e 90. Apesar disso, a aceleração extraordinária do crescimento das cidades de porte médio e das cidades litorâneas de um modo geral exige, evidentemente, atenção. É preciso considerar ainda que as periferias das metrópoles cresceram mais do que os núcleos centrais, o que implica um aumento relativo das regiões pobres (MARICATO, 2000).

3.3. O ecossistema urbano

Para se entender o que se passa na cidade, compreender as relações que se desenvolvem no tecido urbano, suas consequências e como essas se expressam, é importante compreender como se constitui o ecossistema urbano.

Qualquer área urbana é constituída por uma variedade de habitats, desde os seminaturais até os que aparecem em consequência direta da ocupação humana. A interferência antrópica gera um mosaico de pequenas paisagens adjacentes em uma área relativamente pequena. Deste modo, o espectro de habitats nos centros urbanos é amplo: de florestas urbanas e parques municipais até grandes áreas de construção civil, industrial e aterros (JACOBI, 2000).

De acordo com Jacobi (2000), alguns estudiosos encaram as cidades como ecossistemas uma vez que nestas ocorrem os mesmos processos que operam em sistemas naturais. Outros argumentam que mesmo que as cidades possuam algumas características encontradas em ecossistemas naturais, não podem ser consideradas ecossistemas verdadeiros, devido à influência antrópica. Se definirmos ecossistema como um grupo de espécies interagindo de forma integrada entre si e com o seu ambiente, as cidades certamente se encaixam nesta definição. As metrópoles e outras áreas povoadas estão repletas de organismos. O construtor destes habitats artificiais é o ser humano, mas inúmeros seres se aproveitam e se

adaptam a esses novos habitats recém criados. Os organismos urbanos, incluindo o ser humano, também se relacionam com os outros organismos e estas interações podem ser estudadas, sob a ótica conceitual, da mesma maneira que relações ecológicas de ecossistemas naturais.

A produtividade e a complexidade dos ecossistemas dependem da obtenção de energia. A principal fonte de energia na maioria dos ambientes naturais é a solar. O sol atinge as áreas urbanas, mas a produção é baixa, pois estas dependem diretamente da quantidade de áreas verdes, que é comparativamente pequena, e do estágio de sucessão das comunidades vegetais (JACOBI, 2000).

A maioria dos ecossistemas naturais tem seus próprios produtores de energia (plantas verdes) que sustentam, com certa quantidade de biomassa, os seres consumidores. Os centros urbanos têm pouca área verde e, mesmo nesses casos, as plantas não são destinadas ao consumo humano, com exceção das hortaliças. As cidades tampouco têm um contingente suficiente de animais para consumo humano.

Nas cidades, o ecossistema e o meio físico se transformam em razão da atividade interna, que funcionam a base de trocas de matéria, energia e informações. Uma característica especial é o volume de energia que circula por fora dos organismos vivos, a energia que movimenta o sistema (ODUM, 1983).

A exigência de alta energia concentrada por parte do ser humano e suas máquinas contrasta com o amplo e diluído campo da energia luminosa proveniente do sol. A explosão demográfica e industrial é fruto da aceleração da taxa de consumo de energia, em sua maioria advinda de fontes não renováveis. Assim, as magnitudes correspondentes desses novos fluxos de matéria e energia começam a ter envergadura suficiente para alterar o equilíbrio natural em qualquer lugar que estejam (FRANCO, 2001).

Deste modo, os ecossistemas que abrangem aglomerados urbanos e atividades antrópicas, sobrevivem da importação de alimentos e uma série de outros recursos de outras regiões.

A cidade, bem como seu sentido ampliado para a área metropolitana, pode ser classificada, na visão ecológica, como um ecossistema incompleto ou

heterotrófico, dependente de grandes áreas externas a ele para obtenção de energia, alimentos, água e outros materiais. No entanto, a mesma difere de um sistema heterotrófico natural, tal como um recife de ostras, por apresentar um metabolismo bem mais intenso por unidade de área, exigindo um influxo de energia concentrada e uma grande entrada de materiais, como metais, para uso comercial e industrial, acima e além do necessário para a sustentação da própria vida. Além disso, há ainda uma saída maior e mais “venenosa” de resíduos, muitos dos quais substâncias químicas sintéticas mais tóxicas que seus precursores naturais (ODUM, 1983).

O ecossistema urbano é responsável pelos maiores impactos ambientais negativos na Terra. A produção de efluente doméstico, comercial e industrial, situações de disposição final inadequadas de resíduos em locais como encostas, margens de rios, fundos de vale e lotes baldios, a geração e lançamento de fumaça e gases, a supressão da vegetação para instalação de edificações e tantas outras formas de uso humano do ambiente urbano, têm contribuído para o surgimento ou agravamento desses impactos tanto na área urbana quanto rural (MUCELIN & BELLINI, 2007).

A entrada constante de matéria para sustentar a cidade muitas vezes ultrapassa sua capacidade de eliminar resíduos, o que acarreta no aumento dos níveis de determinadas substâncias até o ponto em que passam a ser considerados poluentes.

O problema do lixo e a sua degradação é um dos mais sérios nas grandes cidades. Os resíduos sólidos são geralmente depositados em áreas adjacentes aos centros urbanos, em aterros com diversos graus de segurança para evitar a contaminação do solo e das águas subterrâneas. O problema do grande volume de resíduos gerados tem sido resolvido de forma parcial, mediante programas de reciclagem, programas de compostagem ou uso de material biodegradável.

Os processos relacionados à sucessão ecológica estão altamente comprometidos, pois o ser humano interfere sobre estes continuamente, podendo interrompê-los ou moldá-los de acordo com a sua conveniência. Devido a essas ações, o desequilíbrio ecológico dos ecossistemas urbanos é constante. As

perturbações podem ser diretas, pela mudança da paisagem mediante construções, pavimentação, passagem de veículos, diversos tipos de controle sobre a vegetação como plantios, podas, uso de herbicidas, ou uma consequência destas, como deslizamentos de terra e inundações, erosão e diversas formas de poluição. As cidades são construções humanas sobre um território geográfico, geológico e condições climáticas que interagem incessantemente e condicionam sua vida, para o “bem” ou para o “mal”. A crise urbana é cada vez mais intensa e só poderá ser enfrentada com sucesso dentro de uma concepção que se proponha a integrar sabiamente a cidade ao seu ambiente natural e não divorciá-la uma vez que ecossistemas urbanos são um híbrido de elementos naturais e antrópicos, cujas interações são afetadas não só pelo ambiente natural, mas também pela cultura, comportamento pessoal, política, economia e organização social.

3.4. Impactos socioambientais decorrentes da urbanização no Brasil

Para compreender as questões pertinentes aos impactos ambientais causados pelo processo de urbanização, é necessário entender a relação do ser humano com o ambiente que habita.

O ser humano, pelo seu modo de vida, caracterizado pela constante interação com o meio que o cerca, causa uma série de impactos no ambiente em que vive. Isso é intrínseco à sua existência e não há como a humanidade, ou qualquer outro ser vivo, não gerar impactos sobre seu habitat. A própria ideia de ecossistema considera a relação interdependente entre os seres vivos e o ambiente em que vivem.

A história da humanidade torna evidente que a interação do ser humano com o meio ambiente, assim como os processos de apropriação dos recursos naturais disponíveis, tem sido caracterizada por sua conduta perdulária e predatória. As atividades antrópicas têm causado processos intensivos de exploração dos recursos naturais, sobretudo, em bacias hidrográficas, sob pretexto de uma demanda crescente para atender as suas necessidades básicas. Esse modo de vida vem ameaçando tanto a disponibilidade de alguns desses recursos, como também a capacidade de regeneração de diversos sistemas ambientais, determinantes para a sustentação do seu habitat no planeta (BORGES, 2002).

Impacto ambiental é todo efeito no meio ambiente gerado pelas alterações e/ou atividades antrópicas. Neste texto, entende-se impacto ambiental conforme disposto no artigo 1º da resolução Conama 001/86: “Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

De acordo com o tipo de interpretação, modificações produzidas e eventos posteriores, pode-se avaliar qualitativa e quantitativamente o impacto, classificando-o como positivo ou negativo, direto ou indireto, imediato ou a médio ou longo prazo, temporário ou permanente, seu grau de reversibilidade, magnitude e suas propriedades cumulativas e sinérgicas.

É nas cidades que ocorre a concentração da produção humana, e, em consequência, é na cidade que os rejeitos do processo produtivo se concentram. É desse aspecto concentrador, marcado pelas relações do modo de produção capitalista e da incapacidade de absorção pelo sistema urbano destes resíduos, que surgem uma série de alterações e impactos no ambiente urbano contemporâneo. De acordo com Nefussi & Licco (2005), os grandes assentamentos urbanos concentram também os maiores problemas ambientais, tais como poluição do ar, sonora e hídrica.

Mota (1999) afirma que as principais alterações provocadas pelo processo de urbanização são o desmatamento, as movimentações e impermeabilização do solo, aterramento de corpos d'água, as modificações nos ecossistemas e a poluição ambiental.

O processo de gentrificação (SMITH, 1996), e consequentemente a expulsão da população de baixa renda para as zonas periféricas das cidades aumenta a degradação ambiental pela expansão desordenada e pela falta de infraestrutura urbana adequada, gerando desta maneira os problemas de ocupação de áreas de proteção a mananciais e das várzeas, além da necessidade de expansão dos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários e de coleta de

lixo. Isto traz uma consequência bastante séria para a região que é a necessidade da continuidade do investimento na expansão da infraestrutura urbana a taxas superiores às próprias taxas globais de crescimento populacional. Esvazia-se o centro urbano, cuja infraestrutura, já instalada e consolidada, passa a ter ociosidade crescente, e incha-se a periferia, que, penosamente, aguarda o sistema ter possibilidade (e vontade política) de aumentar seus investimentos e levar, para aí, a infraestrutura básica necessária. Tal ocupação traz esgoto doméstico, lixo e aumenta a carga urbana de poluição difusa, levando ao comprometimento da qualidade da água bruta e à possível inviabilização de uso do manancial, dado o aumento do custo do tratamento e também a ameaça de redução da qualidade da água a ser distribuída para a população, devido à possível presença de substâncias tóxicas associadas à poluição urbana (SILVA & PORTO, 2003).

Neste sentido, os impactos negativos do processo de urbanização são cada vez mais monitorados e reconhecidos. Refletem-se pela piora dos indicadores de qualidade do ar e das águas; do uso predatório das áreas de mananciais; pela crescente redução das áreas verdes; pela grande impermeabilização do solo, que gera riscos constantes de inundação; pelos congestionamentos no trânsito, que causam perda de tempo e transtornos no deslocamento da população entre a casa e o trabalho, além de outros conflitos socioambientais cada dia mais concentrados nas cidades brasileiras (MAGLIO, 2005).

De todas as mazelas decorrentes desse processo de urbanização, no qual uma parte da população está excluída do mercado residencial privado legal e da construção formal da cidade, a mais grave talvez possa estar localizada no setor de saneamento. O destino das águas servidas e do esgoto, assim como de grande parte do lixo produzido, fica evidente no desastroso comprometimento das redes hídricas, dos mananciais de água, das praias, dos mangues ou de qualquer outra localização nos arredores das cidades que não seja de interesse do mercado imobiliário (MARICATO, 2000).

Os aspectos de saneamento aparecem como centrais em países como o Brasil, onde o caráter incompleto da produção e organização do espaço social cria sérios problemas ambientais relacionados à reprodução coletiva. Serviços sanitários precários ou inexistentes ameaçam o cotidiano das populações urbanas pobres,

enquanto a disposição final dos resíduos (sólidos e líquidos) atinge o conjunto das áreas urbanas, suburbanas e espaços regionais (MONTE-MÓR, 1994).

A infraestrutura urbana funciona como um meio de ligação significativa entre a cidade e o meio natural no qual se insere. As tecnologias tradicionais interrompem o ciclo natural da água. De acordo com Rueda (1999), os impactos no ciclo hidrológico em uma bacia, relacionados diretamente à urbanização são: o aumento da velocidade da água, devido à impermeabilização de uma parte significativa da bacia e a canalização dos leitos dos rios; a redução de áreas de infiltração; as distorções no movimento por gravidade da água, causadas pela infraestrutura das vias urbanas, que provocam desvios dos fluxos e contribuem para futuras inundações e, por fim, a expansão urbana de baixas densidades que demandam um consumo de água significativamente maior que as tipologias de altas densidades.

A impermeabilização do solo urbano, causada pela expansão da mancha urbana, faz com que as cheias locais se agravem. A impermeabilização do solo provoca o aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração. Isso faz com que o tempo de concentração da bacia hidrográfica diminua e, em consequência, há o aumento da vazão de pico da cheia. O problema das cheias urbanas é um problema de alocação de espaço. Os rios, na época das chuvas, veiculam mais água e necessitam, para tanto, de espaço para esse transporte. O espaço assim ocupado é denominado várzea do rio. Ora, se a cidade ocupa esse espaço, o rio o reclamará de qualquer forma e invadirá as áreas urbanizadas.

Observa-se, portanto, que os impactos socioambientais decorrentes do processo de urbanização ocorrido no Brasil, afetam principalmente, direta ou indiretamente, os recursos hídricos. Destarte, a presente investigação científica focará suas principais análises sob a ótica dos recursos hídricos, uma vez que é sobre eles que direta ou indiretamente, os principais impactos socioambientais acabam atuando.

3.5. Qualidade de vida, qualidade ambiental e qualidade dos recursos hídricos.

Um grande desafio dos dias atuais é que as cidades, independentemente do seu porte, criem as condições para assegurar uma qualidade de vida que possa ser

considerada aceitável, não afetando negativamente o meio ambiente, e agindo preventivamente para evitar a continuidade do nível de degradação, principalmente nas regiões habitadas pelos setores mais carentes (JACOBI, 1999).

Nesse contexto, controlar e manter um elevado padrão de qualidade ambiental constitui uma tarefa importante, haja vista que as condições atuais de boa parte das cidades do mundo contemporâneo, principalmente aquelas dos países “subdesenvolvidos” como o Brasil, que passaram por um processo de urbanização desenfreado e que continuam se expandindo de maneira não planejada (GOMES & SOARES, 2004).

Os problemas ambientais e suas causas não são exclusivos do Brasil. Outros países viveram problemas semelhantes e buscaram soluções que garantiram a qualidade de vida dos cidadãos e o simultâneo crescimento econômico (NEFUSSI & LICCO, 2005).

Há um enorme potencial para a melhoria da qualidade de vida em sentidos que não se vinculam necessariamente a generalização do estilo de vida “consumista” contemporâneo. É possível promover intervenções mais eficazes nas cidades e demonstrar que o aumento da qualidade de vida das populações urbanas pode seguir outros rumos que não o “consumismo”, que ameaça a integridade dos ecossistemas (HOGAN *et. al.*, 2001).

São três os principais fatores ligados à qualidade ambiental das cidades: o consumo dos recursos naturais, o despejo de resíduos no meio ambiente (fundamentalmente no ar e na água) e as formas de uso e ocupação do solo (BRAGA, 2003).

A ocupação humana nas bacias hidrográficas, de maneira cada vez mais desordenada, gerando desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas e ocupações urbanas generalizadas, causa a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, promovendo a deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano. Desta maneira, pode vir a ocorrer o comprometimento da saúde humana e dos

recursos naturais, muitas vezes de forma irreversível, refletindo-se no meio ambiente e, em consequência, afetando negativamente a qualidade de vida da população envolvida (BORGES, 2002).

Os novos instrumentos de planejamento e gestão da água e do território têm sistematicamente adotado a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Tal premissa parte do pressuposto que a questão da água não é apenas uma problemática regional, mas é no espaço *intraurbano* que a mesma se potencializa e ganha contornos de saúde pública (ROMERO *et. al.*, 2004).

O uso e a ocupação do solo transformam a paisagem, e tem como consequências a poluição das águas e a degradação do solo, interferindo de maneira contundente na qualidade de vida da população que direta ou indiretamente depende dos recursos naturais da região em apreço. Deste modo, a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (BORGES, 2002).

Assim, pode-se compreender qualidade dos recursos hídricos como seu grau de preservação e os efeitos de sua interação com os organismos locais.

A degradação ambiental, nas suas mais diversas formas, é um poderoso elemento gerador ou acentuador da escassez, afetando em larga escala as águas doces, tanto as estocadas no próprio ambiente natural como as represadas por barragens. Este tem sido um dos motivos do problema da escassez qualitativa de água para consumo urbano em muitas grandes cidades brasileiras, devendo ainda ser salientado o impacto negativo para a saúde pública, a economia e ao ambiente em geral (REBOUÇAS, 1999).

Com o adensamento urbano, até mesmo locais que não apresentam déficit hídrico acentuado, podem sofrer pela escassez dos recursos hídricos, seja em quantidade ou qualidade (MENDES & CIRILO, 2001).

A escassez de água é um dos mais graves indicadores dos impactos da atividade antrópica sobre os recursos naturais e sua relação com os sistemas de produção. O crescimento demográfico no planeta é maior do que a expansão da oferta de água potável. A devastação ambiental ocorrida ao longo do século

passado, a contaminação e o uso indiscriminado desse recurso natural provocaram a contaminação e a redução dos mananciais (ANDRADE & GOUVEA, 2004).

A perspectiva de que a água é um recurso finito e ameaçado, ao qual estão associados aspectos fundamentais da habitabilidade dos centros urbanos, coloca a questão dos recursos hídricos no foco do debate atual sobre a qualidade de vida urbana (BRAGA, 2003).

Nesse sentido, é possível fazer uma analogia entre a qualidade ambiental urbana e o “sistema imunológico” da sociedade. Portanto, para que a qualidade de vida e o bem estar da população não sejam afetados pela degradação da qualidade ambiental urbana, é necessária uma gestão e um planejamento urbano que incorporem em seus preceitos a questão ambiental e o paradigma da sustentabilidade.

4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, SUSTENTABILIDADE E PLANEJAMENTO: Interfaces e desafios para o planejamento de recursos hídricos no Brasil.

A organização espacial dos seres humanos em aglomerados de moradias, aldeias e posteriormente cidades, remonta ao período neolítico e a revolução agrícola. Mesmo antes, a “caverna” tinha um significado especial, uma identificação como o lugar onde se morava.

Apesar do enorme tempo que a humanidade já se organiza em aglomerados denominados posteriormente como urbanos, esta ainda não consegue ocupar o espaço racionalmente, de modo planejado, com o intuito de interagir positivamente com os sistemas naturais.

A partir do estabelecimento do sistema capitalista, o modelo de desenvolvimento embasou-se prioritariamente no crescimento econômico. Este modelo tinha como esteio a exploração de mão de obra desqualificada e consequentemente barata, sistemas industriais altamente poluentes e o uso não racional dos bens naturais. Havia a ideia de que estes eram infinitos e durariam para sempre.

O modo de vida urbano-industrial, resultante da materialização espacial da modernidade capitalista, ainda que transmutado em cada local, espalhou-se praticamente por todo o globo (COSTA, 2000).

Até a década de 60 o conceito de desenvolvimento se exprimia em crescimento econômico. A manutenção das qualidades de vida e ambiental e a conservação ambiental eram consideradas inconciliáveis com o desenvolvimento. A poluição e a degradação do meio ambiente eram consequências inexoráveis do desenvolvimento industrial e econômico (SOUZA, 2000).

No entanto, de acordo com Elliott (1994), no princípio da década de 70 essa concepção começou a cambiar. Observou-se que, apesar do crescimento econômico obtido por vários países do então denominado Terceiro Mundo, a pobreza e seus problemas ainda continuavam a afligir seus habitantes, uma vez que

não ocorreu redistribuição dos recursos financeiros, marginalizando-se a maioria da população do processo de desenvolvimento.

Com a falência desse modelo de desenvolvimento, que pregava o aumento da produção e da riqueza indefinidamente, a sociedade iniciou um processo de conscientização das limitações do capital da natureza e dos perigos causados pela degradação do meio-ambiente (SACHS, 2002).

Nesse contexto, o meio-ambiente foi incorporado ao processo decisório e os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável começaram a ser discutidos.

Os primeiros passos no sentido dessa nova abordagem de desenvolvimento foram dados, de modo mais definido, a partir de 1972, com a Conferência de Estocolmo, que passou uma mensagem de expectativa em relação a necessidade e a possibilidade de projetar e implementar estratégias ambientalmente apropriadas para originar um desenvolvimento econômico e social equitativo, instituindo um percurso intermediário entre a crença na solução de todos os problemas ambientais, por meio do emprego de tecnologia, e o pessimismo ‘malthusiano’ a respeito do esgotamento dos recursos (SACHS, 1994; SOUZA 2000).

Deste modo, o conceito de “sustentabilidade” principiou a ser esboçado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE), realizada em Estocolmo em 1972. Foi a primeira conferência das Nações Unidas a versar sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para alterar as atividades antrópicas em relação ao meio ambiente.

A Conferência de Estocolmo difundiu os alicerces das ações ambientais em nível internacional, avocando a atenção internacional para temas relacionados com a poluição e a degradação ambiental. A Declaração de Estocolmo delineia princípios de preservação e recuperação do ambiente natural, enfatizando a necessidade de assistência econômica e apoio técnico aos países menos favorecidos na ordem econômica mundial. A Declaração de Estocolmo, em seu item 6, já pregava a necessidade de defender e melhorar o ambiente humano para as gerações

presentes e futuras, como um objetivo imperativo para a humanidade, uma meta a ser perseguida em conjunto e em harmonia com os objetivos estabelecidos e fundamentais da paz e do desenvolvimento econômico e social no mundo (UNEP, 1972).

Posteriormente, em 1983, a ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, como um organismo independente, presidido pela primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland. Em 1987 a comissão publicou o relatório *Nosso Futuro Comum*, em que apareceu a primeira conceituação sistematizada, formal e oficial sobre desenvolvimento sustentável, definindo-o como aquele “que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Em 1992, a ONU organizou a Conferência das Nações Unidas pra o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, Cúpula da Terra, “ECO-92”, “RIO-92”). Foi a consolidação do processo de amadurecimento e reconhecimento da interdependência entre meio ambiente, crescimento econômico e desenvolvimento.

O principal documento resultante deste encontro, acordado pela comunidade internacional, foi a Agenda 21, uma carta de intenções para implementar um novo modelo de desenvolvimento no século XXI, de forma a propiciar o manejo sustentável dos recurso naturais, a preservação da biodiversidade, resguardando a qualidade de vida das futuras gerações (GUIMARÃES, 2008).

Em 2002, a Cúpula da Terra sobre Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo (“RIO + 10”) reafirmou os compromissos da Agenda 21, propondo a maior integração das dimensões do desenvolvimento sustentável através de programas e políticas focados nas questões sociais e, particularmente, nos sistemas de proteção social (UN, 2002).

A última Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, ocorreu entre os dias 13 e 22 de junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro. A conferência contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas, apesar de não avançar profundamente no compromisso político com o desenvolvimento sustentável, com a resolução dos

diversos conflitos de interesse no que se refere a avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes.

4.1. Planejamento e ordenamento territorial

O planejamento busca a realização de alguns objetivos, em função dos quais são definidos os meios. É um processo intencional de obtenção de cenários desejados.

No sentido estrito, planejamento é a formulação, mais ou menos explícita, da intervenção do Estado na produção e reprodução sociais, na dialética do Estado e do mercado. O planejamento tem um objetivo (assegurar as condições da reprodução da sociedade) e uma retórica (um discurso racional que o apresenta como sendo função do interesse coletivo). Uma acepção comum de planejamento deriva de sua associação com sua própria retórica. O planejamento evolui especialmente no estágio de desenvolvimento intensivo do capitalismo, com a ampliação da atuação do Estado. A colocação do interesse coletivo em posição central e a necessidade do ordenamento e estruturação das grandes aglomerações urbanas, marca a gênese do planejamento urbano (DEÁK, 2006).

O planejamento integrado de recursos hídricos é uma forma abrangente de planejamento que envolve análises de custo do lado da demanda e as opções de gestão do lado da oferta, bem como um processo aberto e participativo de tomada de decisão. Compreende também o desenvolvimento de alternativas de recursos hídricos que incorporem considerações acerca da qualidade de vida da comunidade e questões ambientais que podem ser afetadas pela tomada de decisão, além do reconhecimento das múltiplas instituições envolvidas com os recursos hídricos. Tenta considerar todos os benefícios e custos diretos e indiretos da gestão da demanda, gestão da oferta e aumento da oferta usando cenários alternativos de planejamento, considerando outros benefícios ambientais e à sociedade. Inclui métodos de planejamento para identificar os meios mais eficientes de alcançar os objetivos considerando os custos dos impactos em outros objetivos de gestão social e ambiental. Estes métodos de planejamento necessitam especificamente de

avaliação de todos os benefícios e custos, incluindo os custos evitados e custos ciclo de vida (AWWA, 2001).

O Planejamento Adaptativo agrega conceitos do Incrementalismo Disjunto e do Planejamento Racional Compreensivo, tendo como esteio teórico o Paradigma de Sistemas Ativos Adaptativos. A teoria do planejamento adaptativo relaciona-se à organizações sociais adaptativas capazes de aprendizado contínuo. Afirma a primazia do nível normativo e da postura pró-ativa e a necessidade do engajamento de múltiplos grupos de interesse para que a implementação se realize. Busca a consolidação de uma 'ordem negociada' com repetida retroalimentação para a avaliação e auto correção (GONZÁLEZ ALVAREZ, 1997).

O planejamento urbano é o processo de criação e desenvolvimento de programas que buscam melhorar ou revitalizar aspectos do meio urbano, tendo como objetivo proporcionar aos habitantes a melhor qualidade de vida possível. O planejamento urbano, de acordo com um ponto de vista contemporâneo, tanto enquanto disciplina acadêmica, quanto como método de atuação no ambiente urbano, lida basicamente com os processos de produção, estruturação e apropriação do espaço urbano.

As raízes do planejamento urbano remontam ao trabalho dos primeiros urbanistas que se insurgiram contra as consequências advindas da intensa urbanização causada pela Revolução Industrial, em busca de respostas aos problemas enfrentados pelas cidades.

A perspectiva de associar desenvolvimento urbano com preservação do meio ambiente é recente. A partir da década de 1960, a crescente urbanização e, consequente degradação da qualidade de vida, principalmente nos grandes centros, colocou em pauta diversas questões, entre elas moradia, infraestrutura, saneamento básico e meio ambiente.

A partir da década de 1960, a Organização das Nações Unidas tenta assumir o papel de mediadora entre os interesses das grandes potências e dos países subdesenvolvidos, realizando uma série de conferências sobre os problemas mundiais emergentes, dentre as quais, no que tange a questão do planejamento

urbano, se destaca a Conferência de Vancouver de 1976, que deu origem ao Programa Habitat. O Programa Habitat da ONU tem como missão promover social e ambientalmente o desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos e a aquisição de abrigo adequado para todos.

As conferências do UN-Habitat - Vancouver (1976) e Istambul (1996) e os Fóruns Urbanos Mundiais - formam um panorama onde a análise da urbanização pode ser localizada e, independentemente da eficácia das respostas dos programas propostos, abrem indagações sobre o enfoque dos velhos problemas da urbanização e dos limites da mediação institucional sobre os processos econômicos e sociais (ANTONUCCI *et. al.*, 2009).

As cidades, e principalmente as megacidades, eram vistas na primeira conferência como uma desgraça a ser evitada a qualquer custo, e que todas as políticas ali recomendadas tinham por objetivo “fixar a população no campo”, fortalecer as políticas agrícolas, evitar o “êxodo rural”, o “inchaço das cidades”. Ainda hoje, 90% da chamada “ajuda internacional” para o desenvolvimento ainda se destina às áreas rurais, embora flagrantemente a maioria da população mundial viva em cidades (ROMERO *et. al.*, 2004).

A Declaração de Vancouver estabelece um conjunto de princípios voltados para a melhoria da qualidade de vida por meio de distribuição mais equitativa dos benefícios do desenvolvimento econômico, enfatizando ainda o planejamento e a regulação do uso da terra, a proteção do meio ambiente, o atendimento das necessidades das mulheres e dos jovens e, em especial, o atendimento às populações afetadas por desastres naturais e/ou sociais (BIAU, 2006).

As bases de algumas questões substanciais como a participação social, o incentivo à provisão de habitações e recuperação de estoques habitacionais já existentes, a necessidade de recursos financeiros e fiscais para implantação de infraestruturas básicas já estão aí delineados, mantendo-se, porém um vazio em relação aos conteúdos políticos do planejamento (ANTONUCCI *et. al.*, 2009).

De acordo com Biau (2006), a omissão de definir quem são ou quem deveriam ser os planejadores desemboca num campo nebuloso e difícil para o

estabelecimento dos elos necessários à implantação e gestão das ações propostas. As recomendações para os Planos Nacionais de Habitação e Políticas de Infraestruturas contêm posicionamentos ainda hoje pertinentes, entretanto as marcas contextuais deste momento histórico tornaram algumas de suas propostas obsoletas entre elas as que advogavam políticas fundiárias baseadas em zoneamento, reservas fundiárias, e desapropriações através de aquisições e investimentos públicos.

A conferência Habitat I, ocorrida em Vancouver no ano de 1976, abriu espaço para reconhecimento da participação direta da sociedade organizada na definição e elaboração de políticas e programas dirigidos ao planejamento, produção e melhoramento de seus assentamentos. Consideraram-se também a importância da ação dos moradores na produção e gestão de seu habitat, marcando assim o início de declarações de princípios, de recomendações aceitas ou ignoradas e de experiências de êxito ou falidas em matéria de políticas de gestão, financiamento, produção e transformação do espaço urbano (SEAFORTH, 2002).

A segunda Conferência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (Habitat II) foi realizada em Istambul, na Turquia, no ano de 1996. A conferência Habitat II se pautou pela transição por que passa a história da humanidade, a descontinuidade e rompimento de múltiplas estruturas sociais e políticas, abrindo a perspectiva de um século XXI renovado, urbanizado, negociando um novo contrato social, revendo os papéis do Estado, do setor privado e da sociedade civil. A Conferência procurou constituir parcerias entre atores que constroem e operam as cidades e a ONU abriu-se além do fórum de governos, objetivando cada vez mais um encontro de nações (WILHEIM, 1998).

As inovações de caráter participativo e democrático do processo da Habitat II podem ser percebidas no documento Agenda Habitat, como também nos desdobramentos de questões que incorporaram a visão de um expressivo número de organizações não governamentais, como as dos países latino-americanos, em desenvolvimento. Nesses posicionamentos, para o futuro das cidades são irrefutáveis as obrigações e papel do Estado referente à garantia da cidadania, do direito à moradia e à cidade, democratização e descentralização do Estado; o papel do poder local na promoção das políticas públicas e do desenvolvimento econômico;

o significado de parcerias entre o Poder Público, setor privado, e as diversas organizações da sociedade, especialmente frente o impacto social da globalização da economia, que refletem, paralelamente, no significado da cooperação internacional, sistemas e políticas de financiamento para países em desenvolvimento (ANTONUCCI *et. al.*, 2009).

4.2. Sustentabilidade hídrica e desenvolvimento urbano

O vocábulo “sustentável” advém do latim *sustentare* que significa; sustentar; apoiar; conservar, defender; favorecer. Os dicionários apresentam vários significados para a palavra *sustentar*, sendo os principais “suportar”, “manter”, “apoiar” (HOUAISS & VILLAR, 2001; OXFORD DICTIONARIES, 2010).

Sustentabilidade é um conceito sistêmico, associado à manutenção dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana.

A noção de sustentabilidade implica uma necessária interdependência entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento, respeitando a capacidade de suporte do meio (JACOBI, 1999).

O paradigma da sustentabilidade é uma síntese desse modelo de desenvolvimento baseado num novo projeto socioambiental, que se coloca como alternativa à predação dos ecossistemas de modo geral (FERREIRA, 1996).

Estes conceitos nos remetem à idéia de progredir sem destruir, um desenvolvimento pautado na melhoria da qualidade ambiental e das condições de vida dos indivíduos inseridos neste ambiente. A partir das últimas décadas, estes conceitos têm sido incorporados às mais diversas áreas de intervenção antrópica no meio-ambiente.

A urbanização é um fator importante de pressão sobre os ecossistemas. O meio ambiente satisfaz as demandas das populações e das atividades econômicas das cidades, recebendo em troca os resíduos da utilização dos recursos naturais.

A transformação de um ambiente rural em urbano sempre resultará em alterações ambientais. Os componentes físico, socioeconômico e biótico devem ser

analisados de forma integrada em uma cidade, de maneira que o ser humano satisfaça suas necessidades sem provocar danos aos outros componentes. Compete ao ser humano a adequação do processo de urbanização à capacidade suporte do meio. Um planejamento urbano que considere a questão ambiental pode minimizar os impactos negativos deste processo (MOTA, 1999).

Existe uma importante interação e interdependência dos recursos hídricos com os demais componentes do meio-ambiente, principalmente nas questões relacionadas ao uso e ocupação do solo, ao uso urbano e aos impactos associados à urbanização (LEAL, 1998).

A urbanização demanda uma intensidade de uso e pressão sobre os recursos hídricos que muitas vezes ultrapassam sua capacidade de suporte. Deste modo, o planejamento urbano tem papel fundamental na conservação e manutenção da qualidade ambiental dos assentamentos urbanos.

O ciclo hidrológico natural é constituído por distintos processos físicos, químicos e biológicos. Quando o ser humano entra dentro deste sistema e se concentra no espaço, produz grandes alterações que modificam dramaticamente este ciclo e trazem consigo impactos significativos (muitas vezes de forma irreversível) sobre o próprio homem e a natureza (TUCCI, 2003).

A sustentabilidade urbana deve ser observada sob duas dimensões. A primeira diz respeito à proteção e restauração das características e processos ecológicos remanescentes na própria comunidade urbana. A segunda refere-se aos impactos das cidades sobre os recursos ambientais com os quais ela se mantém e nos quais causa efeitos nocivos. (PLATT, 1994).

Dentro deste contexto, a sustentabilidade hídrica se caracteriza pela utilização dos recursos hídricos de tal forma que a sociedade possa continuar a usa-los sem exauri-los. Deste modo, pode-se manter uma oferta hídrica, em termos de qualidade e quantidade de recursos, que consiga suprir a demanda das presentes e futuras gerações.

4.3. Sustentabilidade urbana

A relação entre a noção de sustentabilidade e o debate sobre desenvolvimento das cidades se originam nas rearticulações políticas pelas quais um certo número de atores envolvidos na produção do espaço urbano procuram dar legitimidade a suas perspectivas, evidenciando a compatibilidade delas com os propósitos de dar sustentabilidade ao desenvolvimento, de acordo com os princípios da Agenda 21 (ACSELRAD, 1999).

Várias redes internacionais de municipalidades, notadamente européias, foram articuladas a partir de 1992, com o objetivo de pôr em prática os preceitos globais do desenvolvimento sustentável sob a forma de orientações práticas e tangíveis (EMELIANOFF, 1995).

Com maior ou menor vinculação às perspectivas de planejamento urbano, a ideia de sustentabilidade oferece a oportunidade para a legitimação de uma “*ecocracia*” emergente, favorecida pelo estabelecimento de novas instâncias governativas e regulatórias voltadas para o tratamento da questão ambiental urbana. No debate contemporâneo, existem inúmeras argumentações lógicas entre a reprodução das estruturas urbanas e sua base especificamente material.

Uma dessas articulações associa a transição para a sustentabilidade urbana à reprodução adaptativa das estruturas urbanas, com foco no ajustamento das bases técnica das cidades embasada em modelos de racionalidade “*ecoenergética*”, em que a cidade é analisada na sua continuidade material de estoques e fluxos.

Sob a ótica da eficiência especificamente material, a cidade sustentável é aquela que, para uma mesma oferta de serviços, minimiza o consumo de energia fóssil e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais e satisfazendo o critério de conservação de matéria e de redução do volume de rejeitos. Configura-se assim uma representação técnico-material da cidade como uma matriz composta por um vetor de consumo de espaço, energia e matérias-primas e um vetor de produção de rejeitos (DÉLÉAGE, 1995).

A concepção da cidade como um sistema termodinâmico aberto caracteriza o urbano como local privilegiado da produção crescente de entropia, consequência da

“irreprodutibilidade” ilimitada do processo de crescimento econômico-material. A *“insustentabilidade”* urbana é, nesta perspectiva, uma expressão social da irreversibilidade termodinâmica. De acordo com esse ponto de vista, a cidade é identificada por excelência com a perda da capacidade de transformação de energia em trabalho, e, caberia ao planejamento urbano minimizar a degradação energética e desacelerar a trajetória da irreversibilidade. Tal representação das cidades aponta para novos modelos técnicos do urbano, esteados na racionalidade econômica aplicada aos fluxos de matéria e energia. Para se reduzir o impacto entrópico das práticas urbanas, é preciso adotar tecnologias poupadoras de espaço, matéria e energia, e voltadas para a reciclagem de materiais. A ideia de eficiência *“ecoenergética”* pretende consequentemente estender o campo de vigência da racionalidade econômica (ACSELRAD, 1999).

A ineficiência *“ecoenergética”* pode ser traduzida em termos de distribuição espacial inadequada à economia de recursos, isto é, como o resultado de uma imprópria distribuição locacional das populações e atividades no espaço urbano. A *“insustentabilidade”* decorreria assim das assimetrias entre a localização espacial da população e dos recursos, bem como das pressões excessivas sobre o meio físico e sobre os sistemas ecológicos regionais (DURAZO, 1997, apud ACSELRAD, 1999).

A sustentabilidade está associada, deste modo, à redistribuição espacial da pressão das populações e das atividades antrópicas sobre a base de recursos ambientais urbanos.

Estratégias argumentativas de ordem global são frequentemente utilizadas para promover inovações na matriz técnica das cidades, tanto com a introdução de tecnologias urbanas poupadoras de recursos, como com a redistribuição espacial de populações e atividades humanas: o que é bom para o planeta é considerado bom para a cidade. A convergência entre sustentabilidade urbana local e sustentabilidade global é vista geralmente como um simplificador político, visto que no plano local os responsáveis pela poluição e as autoridades políticas são claramente identificáveis (ACSELRAD, 1999).

Entretanto, nem sempre a sustentabilidade global implica em sustentabilidade local no ambiente urbano. O aumento da densidade urbana acarreta numa

infraestrutura de equipamentos e serviços urbanos mais compacta e consequentemente num consumo energético per capita menor, o que é melhor do ponto de vista da sustentabilidade global. Porém, a capacidade de suporte de um determinado ecossistema é igual por unidade de área. Cidades mais compactas concentram ainda mais no espaço os impactos e resíduos das atividades antrópicas, comprometendo a sustentabilidade urbana local. Nesse caso, o discurso da sustentabilidade das cidades organiza-se embasado pelo conceito ecológico da resiliência, que procura descrever a capacidade adaptativa dos ecossistemas urbanos para superarem a sua condição de vulnerabilidade aos impactos externos.

A materialidade das cidades é politicamente construída. Nesta perspectiva, as modalidades de sua reprodução são enxergadas como dependentes das condições que legitimam seus pressupostos políticos. A ideia de sustentabilidade é, desta maneira, aplicada às condições de reprodução da legitimidade das políticas urbanas. É a busca da viabilidade política do crescimento urbano, isto é, das condições de construção política da base material das cidades. A sustentabilidade exprime, assim, a capacidade das políticas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos à quantidade e qualidade das demandas sociais, promovendo um equilíbrio entre necessidades cotidianas da população e os meios de satisfazê-las entre a demanda por serviços urbanos e os investimentos em redes e infraestrutura (GODARD, 1996).

Dada a complexidade dos sistemas urbanos e o ambiente que os suporta, o principal desafio intelectual da sustentabilidade urbana é uma melhor compreensão das dinâmicas interações espaciais entre os componentes do sistema urbano-ambiental. Tal entendimento pode informar os tomadores de decisão das consequências ambientais de responder às necessidades urbanas (ZELLNER *et al*, 2008).

4.4. O estatuto da cidade

Na década de 1980, a bandeira da reforma urbana se diversificou e outras questões além da moradia passaram a fazer parte desse movimento, já que o Brasil se apresentava muito mais urbanizado e complexo do que no início do movimento. A mobilização pela reforma urbana acabou desembocando na constituição do Movimento Nacional pela Reforma Urbana (MNRU), em 1987. No período pré-

constituente, os diversos movimentos sociais existentes no Brasil, especialmente o MNRU, ganharam nova visibilidade pública e conseguiram, parcialmente ou na íntegra, inserir suas propostas e reivindicações na Constituição Federal (CF) de 1988 (BOEIRA, SANTOS & SANTOS, 2009).

Na Assembléia Constituinte de 88 foi apresentada uma proposta de Emenda Constitucional de Iniciativa Popular de Reforma Urbana, subscrita por quase 130 mil eleitores e com isso conseguiram inserir na Constituição Federal o capítulo II do título VII, constituídos pelos artigos 182 e 183, que tratam da política urbana, e introduzem o princípio da função social da propriedade urbana e estabelecem alguns instrumentos urbanísticos, supostamente capazes de dar ao Poder Público melhores condições de regular a produção e apropriação do espaço urbano segundo critérios mais democráticos e socialmente justos (FERREIRA, 2005).

No processo de discussão e votação no congresso, essa emenda foi encolhendo, e teve supressões relevantes como, por exemplo, as referentes aos transportes coletivos e serviços públicos, além da que se referia à aplicação do instrumento “usucapião” em terrenos públicos (BOEIRA, SANTOS & SANTOS, 2009).

O artigo 182 da Constituição Federal estabelece que:

A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º - As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º - É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

O bloco conservador de parlamentares, denominado “Centrão”, na Assembléia Nacional Constituinte, conseguiu condicionar, nos termos do §4º do art. 182 da Constituição Brasileira, a aplicação dos instrumentos destinados a conferir uma função social à propriedade urbana, à existência de uma lei federal e do plano diretor, o que continua produzindo efeitos favoráveis para os interesses dos agentes responsáveis pela especulação imobiliária e efeitos negativos para a promoção de uma reforma urbana nas cidades (MARICATO, 2001).

Já o art. 183 aplica, na prática, a necessidade de se dar uma função social à propriedade, ao garantir o direito à moradia, o direito de domínio de área urbana, desde que não surja o proprietário, permitindo, dessa forma, uma otimização no aproveitamento das áreas urbanas (MADEIRA, 2002).

A Constituição Federal apresenta o tema nos seguintes termos:

Art. 183. Aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º - O título de domínio e a concessão de uso serão conferidos ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil.

§ 2º - Esse direito não será reconhecido ao mesmo possuidor mais de uma vez.

§ 3º - Os imóveis públicos não serão adquiridos por usucapião.

Tais artigos, no entanto, ainda precisavam ser regulamentados. O tema surgiu como projeto de lei em 1989. Após muitas discussões e negociações, foi elaborado o Projeto de Lei 5788/90, conhecido como Estatuto da Cidade.

Durante onze anos de tramitação legislativa, esse PL enfrentou inúmeras dificuldades e muitos foram os embates onde se explicitaram os conflitos entre inúmeros e diversificados interesses em jogo sobre o futuro destino de nossas cidades. A construção do Estatuto da Cidade foi longa e difícil, entretanto, nele estão garantidos princípios há muito desejados (OLIVEIRA, 2001).

Na realidade, essa lei representou a consolidação de conquistas reivindicadas há mais de três décadas por diversos setores da sociedade, notadamente os movimentos sociais (SABOYA, 2008).

A lei nº 10.257 de 2001 veio para regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal frente aos reclames da ordem pública. Ela tem por objetivo formular as diretrizes gerais da política urbana brasileira. Esta lei, também conhecida como Lei do Meio Ambiente Artificial, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Encarregada de definir o que significa cumprir a função social da cidade e da propriedade urbana, o Estatuto da Cidade delega esta tarefa para os municípios, oferecendo para as cidades um conjunto inovador de instrumentos de intervenção sobre seus territórios, além de nova concepção de planejamento e gestão urbanos (ROLNIK, 2001).

O Estatuto da Cidade é um conjunto de figuras jurídicas, um instrumental a ser operacionalizado em nível municipal, adaptado à realidade de cada cidade. O estatuto fornece os parâmetros aos executivos e legislativos municipais para a elaboração de suas leis e planos urbanísticos, que devem seguir as diretrizes fixadas na lei, com a participação da coletividade. Ele é instrumento legal que visa combinar a gestão participativa com as premissas da sustentabilidade ecológica e econômica, além de introduzir um novo conceito de gestão urbana, objetivando a melhor ordenação do espaço urbano, com observância da proteção ambiental e a

busca de solução para problemas sociais graves, como a moradia e o saneamento, por exemplo, que o caos urbano faz incidir, de modo contundente, sobre as camadas carentes da sociedade (MEDAUAR & ALMEIDA, 2004 *apud* BOEIRA, SANTOS & SANTOS, 2009).

O EC mantém os princípios básicos estabelecidos na Constituição Federal, mantendo o caráter municipalista, a centralidade do plano diretor e a ênfase na gestão democrática, fortalecendo a necessidade de um planejamento sistemático e integrado, construído a partir de um modelo participativo de gestão urbana em todas as decisões de interesse público (BOEIRA, SANTOS & SANTOS, 2009).

A grande ênfase dada ao planejamento municipal através do Estatuto da Cidade, diz respeito ao equilíbrio ambiental, numa preocupação constante com a necessidade de preservar a natureza, corrigindo os erros e inconseqüências já cometidos por nossa geração e pelas gerações passadas, para legar às gerações futuras uma cidade que ofereça todas as condições de vida saudável e bem estar dos munícipes (KIRZNER, 2003).

Do ponto de vista jurídico, o Estatuto da Cidade salvaguarda o meio ambiente urbano justo, equilibrado e sustentável, estabelecendo que toda a atividade econômica deve ter especial planejamento por parte do administrador público, observando-se os limites da sustentabilidade ambiental. Assim, nada impede que se questione o ônus de viver em comunidade, cabendo a cada indivíduo a sua cota no processo de planejamento urbano, e ao administrador público sua obrigação em utilizar os instrumentos urbanísticos, econômicos, tributários e financeiros previstos em lei para atendimento das finalidades públicas, devendo esforçar-se da melhor e mais justa maneira possível para gerir as receitas a sua disposição. As diretrizes gerais e os instrumentos de política urbana previstos no Estatuto da Cidade formam um plexo de normas que permitem o racional aproveitamento do solo urbano, planificando a vida em comunidade, dando à propriedade sua função social, com o objetivo de melhoria da qualidade ambiental urbana em todas suas dimensões (SANTIN & MARANGON, 2008).

As inovações contidas no estatuto situam-se em três campos: novos instrumentos de natureza urbanística voltados para induzir – mais do que normatizar

– as formas de uso e ocupação do solo; nova estratégia de gestão que incorpora a idéia de participação direta do cidadão em processos decisórios sobre o destino da cidade e a ampliação das possibilidades de regularização das posses urbanas, até hoje situadas na ambígua fronteira entre o legal e o ilegal. Mas não reside apenas na regulamentação deste conjunto de instrumentos a importância do Estatuto da Cidade. Na verdade, pela primeira vez na história brasileira, há uma regulação federal para a política urbana que se pratica no país, definindo uma concepção de intervenção no território que se afasta da ficção tecnocrática dos velhos Planos Diretores de Desenvolvimento Integrado, que tudo prometiam e nenhum instrumento possuíam para induzir a implementação do modelo idealizado proposto (ROLNIK, 2001).

Esses novos instrumentos legislativos de controle do uso e ocupação do solo e de regularização fundiária podem dar aos Poderes Públicos Municipais uma nova possibilidade de resgatar para o benefício da sociedade a valorização provocada por seus próprios investimentos em infraestrutura urbana, e de frear a retenção especulativa de imóveis vazios em áreas urbanas (embora o Estatuto por si só não garanta a efetivação da ação estatal mais necessária para a democratização do solo urbano, que seria a proliferação homogênea da oferta de infraestrutura por toda a cidade) (FERREIRA, 2005).

A legislação vem atender a antiga reivindicação social por uma gestão mais democrática do espaço urbano, como expressão da organização social e ainda instrumentalizar o exercício da democracia participativa. O seu art. 2º estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, e, nos termos do inciso II, apresenta como uma das suas diretrizes a gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.

O Estatuto da Cidade evidencia, deste modo, a importância da gestão democrática municipal como um mecanismo de implementação do princípio da dignidade da pessoa humana. Diante da constatação da situação de desequilíbrio vivenciada na grande maioria das cidades, em que grande parte dos habitantes

permanece à margem da infraestrutura e dos serviços públicos municipais (gerando conceitos como cidade formal e cidade informal), a gestão democrática municipal mostra-se um importante instrumento nas mãos da cidadania a fim de reverter este estado de coisas, a partir de sua participação na aprovação coletiva dos projetos para a cidade. Pleiteia-se, com essa nova política urbana, o direito de cada cidadão em participar do planejamento a respeito do desenvolvimento da cidade, garantindo que ela seja sustentável para esta e para as futuras gerações (SANTIN & MARANGON, 2008).

4.5. Plano Diretor

De acordo com o artigo 30, a Constituição Federal, nos incisos I, II, e VIII atribui competência privativa aos municípios para legislar sobre assuntos de interesse local, suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, e de promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, parcelamento e da ocupação do solo urbano. O município, com base no artigo 182 e no princípio da preponderância do interesse, é o principal ente federativo responsável em promover a política urbana de modo a ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, de garantir o bem-estar de seus habitantes e de garantir que a propriedade urbana cumpra sua função social, de acordo com os critérios e instrumentos estabelecidos no Plano Diretor, definido constitucionalmente como o instrumento básico da política urbana.

O Estatuto da Cidade reafirma, em seu artigo 40, o caráter fundamental do Plano diretor, quando estabelece que o plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, devendo a administração pública incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas.

O Plano Diretor pode ser definido como um grupo de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano. O Plano Diretor parte de uma leitura da cidade real, envolvendo temas e questões relativos aos aspectos urbanos, sociais, econômicos e ambientais, que embasa a formulação de hipóteses realistas sobre as opções de desenvolvimento e modelos de ocupação territorial. O objetivo do Plano Diretor não é resolver todos os problemas da cidade, mas sim ser um instrumento para a definição de uma

estratégia para a intervenção imediata, estabelecendo poucos e claros princípios de ação para o conjunto dos agentes envolvidos na construção da cidade, servindo também de base para a gestão pactuada da cidade. Desta maneira, é estabelecida uma concepção de intervenção no território que se afasta da ficção tecnocrática dos velhos Planos Diretores de Desenvolvimento Integrado, que tudo prometiam (e não possuíam instrumentos para induzir a implementação do modelo idealizado proposto). Conforme as diretrizes expressas no Estatuto da Cidade, os Planos Diretores devem contar necessariamente com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos econômicos e sociais, não apenas durante o processo de elaboração e votação, mas, sobretudo, na implementação e gestão das decisões do Plano. Deste modo, mais do que um documento técnico, normalmente hermético ou genérico, distante dos conflitos reais que caracterizam a cidade, o Plano passa a significar um espaço de debate dos cidadãos e de definição de opções, conscientes e negociadas, por uma estratégia de intervenção no território. Não se trata aqui da tradicional fase de “consultas” que os Planos Diretores costumam fazer a seus interlocutores preferenciais, “clientes” dos planos e leis de zoneamento, que dominam sua linguagem e simbolização, mas de um processo de construção coletiva da cidade que queremos (ROLNIK, 2001).

4.6. Avaliação ambiental estratégica

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) consiste num processo sistemático de avaliação das consequências ambientais de uma política, plano ou programa, de modo a garantir que estas sejam plenamente integradas e consideradas de uma forma adequada na fase inicial do processo de tomada de decisão, juntamente com considerações de caráter econômico e social.

A AAE tem por objetivo fundamental integrar as questões ambientais no processo de tomada de decisão estratégica, de uma forma distinta da Análise de Impacte Ambiental (AIA), que visa essencialmente projetos específicos. As origens da AAE remontam, por um lado, aos inícios das metodologias de gestão dos recursos naturais no âmbito das AIA e, por outro, aos métodos de análise de políticas e técnicas de avaliação. Em âmbito internacional, a AAE tende a ser vista como uma extensão da AIA no domínio do planeamento estratégico, aplicada nas fases iniciais da definição de políticas e programas.

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) constitui uma resposta ao desafio de integrar as questões ambientais na tomada de decisão estratégica, com o objetivo de se obterem planos, programas e políticas mais sustentáveis. Um processo baseado na AAE congrega as várias instituições envolvidas na formulação de planos, programas e políticas, incentivando que se trabalhe em conjunto para estabelecer uma agenda que integre explicitamente aspectos de sustentabilidade nas ações propostas.

A AAE serve para fomentar um contexto organizacional e institucional em que se tenha em mente as questões ambientais na fase inicial de planejamento. Ao operar a nível estratégico, lida com algumas das limitações das AIA ao nível do projeto, que não são capazes, por exemplo, de captar de uma forma adequada o efeito cumulativo da totalidade de um programa de investimento, ou que apenas conseguem avaliar esses efeitos depois do programa estar já a decorrer. A AAE responde à necessidade de assegurar condições de sustentabilidade na definição de políticas macroeconômicas, setoriais ou de desenvolvimento territorial.

5. ÍNDICES E INDICADORES

O termo indicador provém do latim *indicare*, que significa proclamar ou apontar. Em português a palavra pode ter conotação de aquilo que indica, evidencia, torna patente.

De acordo com a OECD (1994), um indicador mede um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que aponta, fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área, e cujo significado excede aquele diretamente associado ao valor do parâmetro.

Um indicador é um dado, uma informação, valor ou descrição, que retrata uma situação, um estado de coisas. Deste modo, é um conceito vinculado à função, ao papel daquele dado, informação, valor ou descrição. Além desta característica, um indicador deve ter abrangência de expressão, isto é, deve informar além daquilo que expressa diretamente. Sendo assim, quando se trata de dados, o termo 'indicador' pode se referir a uma informação numérica simples, a agregações matemáticas de informações ou mesmo de índices, visando expressar dada situação (NAHAS, 2003).

Indicadores são estatísticas que, medidas ao longo do tempo e do espaço, fornecem informações sobre tendências e comportamentos dos fenômenos abordados. O padrão de respostas dos sistemas de indicadores pode viabilizar a previsão de condições futuras e, conseqüentemente, estabelecer parâmetros para a definição de diretrizes de planejamento.

Segundo Deponti *et. al.* (2002), os indicadores são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema possibilitando a avaliação da sustentabilidade do mesmo.

Os indicadores ambientais refletem o estado do meio ambiente. Eles estão relacionados com a qualidade do meio ambiente e os problemas ambientais decorrentes dos impactos da atividade antrópica. A pressão exercida conduz a certo estado do meio ambiente biofísico, assim como as condições dos ecossistemas e das funções ecológicas, sem, contudo, esquecer-se do estado da sociedade e da

população. Destarte, os indicadores descrevem os aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos ambientais (WINOGRAD, 1995).

Os indicadores têm como característica o poder de sintetizar um conjunto complexo de informações, expondo apenas o significado essencial dos aspectos analisados. Com um bom indicador é possível entender fenômenos complexos, tornando-os mensuráveis e compreensíveis, permitindo a análise de certo contexto e comunicando-se com diversos níveis da sociedade.

De acordo com Mueller *et. al.*(1997) um bom indicador deve conter os seguintes atributos:

- **Simplificação:** Um indicador deve ser capaz de sintetizar e refletir de forma mais próxima possível à realidade;
- **Quantificação:** enquanto número, a natureza representativa do indicador deve permitir coerência estatística e lógica com as hipóteses levantadas na sua consecução;
- **Comunicação:** o indicador simplifica a informação para torná-la quantificável de forma a permitir a comunicação;
- **Validade:** um indicador deve ser produzido em tempo oportuno, pois é um importante elemento no processo decisório dos setores público e privado;
- **Pertinência:** o indicador deve atender às necessidades dos seus usuários. Deve transmitir informações de forma fácil com base científica adequada.

Avaliação da sustentabilidade hídrica requer sistemas de indicadores adequados, que podem, idealmente, descrever e comunicar as condições atuais (e, talvez, as anteriores) e fomentar o pensamento crítico sobre as ações corretivas necessárias e facilitar a participação dos várias partes interessadas nos processos de tomada de decisão (Ioris *et al*, 2008).

Os índices são entendidos como o resultado da combinação de um conjunto de parâmetros associados uns aos outros por meio de uma relação pré-estabelecida que dá origem a um novo e único valor. Nesta associação são atribuídos valores relativos a cada parâmetro que compõe o índice, e a relação pode ser estabelecida por meio de estatística, formulação analítica ou cálculo de razão matemática (SANTOS, 2004).

De acordo com Santos (2004), o uso de índices é amplamente aceito pela comunidade científica. Um índice, mais que um indicador simples, é capaz de simplificar, quantificar, comunicar e expressar de forma resumida os fenômenos complexos, a partir da agregação de dados e informações. Com grande frequência, a qualificação e quantificação de indicadores denotam que é necessário atribuir graus diferentes de importância aos parâmetros. Essa prerrogativa se expressa por meio da atribuição de pesos ou expoentes às informações, de maneira que se criem graus de importância relativa.

A decisão sobre valores do peso ou expoente a ser aplicado aos parâmetros depende da aplicação de métodos de ponderação. Apesar da existência de inúmeros métodos, a valoração das informações é sempre uma difícil tarefa. A maioria dos métodos admite que os valores atribuídos aos elementos ponderados são subjetivos, de forma comum enunciados pelos chamados opinadores – especialistas quem se confia tal decisão. Desta forma, o resultado é dependente de fatores como o tipo de formação, o grau de informação sobre os elementos a serem valorados. Ressalta-se que existem valores que são dados dentro de uma visão de importância técnica do elemento, outros em função de expectativas pessoais ou até mesmo em função de características de personalidade, como tendências de se atribuir valores sempre altos ou sempre baixos.

PARTE III – MATERIAIS E MÉTODOS

---

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta os procedimentos e materiais que nortearam a elaboração desta pesquisa. Os métodos utilizados estão divididos em itens que caracterizam as diversas etapas transcorridas. Os insumos usados para a consecução dos objetivos propostos são descritos detalhadamente após a exposição dos procedimentos metodológicos.

6.1. Metodologia

A partir do pressuposto que este trabalho consiste numa proposta teórico-metodológica, esta seção apresentará as etapas percorridas. Para facilitar o entendimento dos métodos propostos, cada etapa foi descrita a partir das atividades e/ou técnicas envolvidas.

A metodologia de uma pesquisa consiste no “estudo dos caminhos e dos instrumentos usados para fazer ciência – para se empreender a investigação científica” (DEMO, 1992). Envolve procedimentos que precisam de ações planejadas usando critérios de cientificidade que validem os resultados obtidos e qualifiquem a pesquisa como científica. Os caminhos escolhidos compreendem os métodos, “entendidos como a descrição e a discussão dos critérios básicos utilizados no processo de investigação científica” (KOCHE, 1997).

É comum afirmar que a investigação da questão ambiental tem um caráter inter e multidisciplinar, demanda reflexões multivariadas, tendo em vista a complexidade das interrelações das variáveis envolvidas, abrangendo, desta maneira, diversas áreas do conhecimento (Geologia, Topografia, Pedologia, Climatologia, Geomorfologia, Urbanismo, Sociologia, Engenharia Sanitária, Hidrologia entre outras disciplinas) que interagem para compreender os fenômenos naturais e antrópicos.

Esta pesquisa utiliza abordagens de várias áreas do conhecimento que se completam numa leitura e percepção da realidade analisada, onde essa síntese de elementos distintos suscita uma nova óptica de observação.

Destarte, procurou-se analisar a problemática à luz de uma abordagem teórica que contemple o interrelacionamento das variáveis do meio ambiente urbano, buscando caracterizar as interações entre os elementos naturais do ambiente e a dinâmica de uso e ocupação do solo atual e as respostas oferecidas pela sociedade.

A orientação metodológica adotada nesta pesquisa fundamenta-se na apreensão teórico-conceitual do objeto de estudo e define a forma de realização da investigação empírica, do caso concreto escolhido. A estrutura teórica da pesquisa baseia-se em fundamentos teórico-conceituais e político-legais, alicerces para compreensão do objeto teórico, e que possibilitaram construir um quadro de referências de categorias analíticas para a análise do objeto empírico: O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de São Carlos.

Delimitada a pesquisa, a metodologia adotada para elaboração do ISH valeu-se das seguintes etapas básicas e complementares: o estabelecimento do marco referencial a ser adotado; a elaboração do elenco de indicadores para sua composição; aplicação de método Delphi de consulta aos especialistas; definição de pesos e padrões de desempenho; construção do modelo formal de cálculo e sua aplicação;

6.1.1. Marco referencial

Para consecução desta etapa, executou-se extensa pesquisa bibliográfica para consolidar o referencial teórico-metodológico deste trabalho científico.

Procurou-se aliar trabalhos renomados com novas iniciativas de análise, almejando construir um conhecimento consistente sobre os temas a partir da leitura e análise dos documentos consultados. Para isso realizou-se uma análise crítica, meticulosa e ampla das publicações correntes, com o intuito de:

- Verificar quais textos relacionados ao assunto já foram publicados;
- Conhecer a forma como esse assunto foi abordado e analisado em estudos anteriores;
- Saber quais são as variáveis do problema em questão;

- Saber se alguém já publicou as respostas às nossas questões, para decidir da pertinência de repetir uma investigação com objetivos idênticos e/ou comparação de resultados;

As principais bases de pesquisa para esta estruturação do marco referencial foram livros de leitura corrente, livros de referência, publicações em revistas e periódicos, teses, dissertações, monografias e impressos diversos. Foram ainda consultadas publicações de órgãos reconhecidos internacionalmente no trato com os temas abordados.

Os temas pesquisados e abordados para a construção do marco referencial deste estudo com o intuito de dar respaldo à análise crítica e a proposição de indicadores de sustentabilidade hídrica foram, em termos gerais, os seguintes:

- Urbanização: acerca deste tema foram levantadas e analisadas questões referentes à evolução histórica do processo de urbanização enquanto processo social de organização espacial e suas relações com o modo de produção vigente; como tal fenômeno se deu no Brasil e no estado de São Paulo; a visão da cidade como um ecossistema característico e os impactos que a urbanização causa neste meio, com ênfase sobre os recursos hídricos; as interfaces entre qualidade de vida, qualidade ambiental e qualidade dos recursos hídricos.
- Desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e planejamento: neste tema discutiu-se o conceito de sustentabilidade alinhado à sua visão integrada com os conceitos de desenvolvimento sustentável, planejamento de recursos hídricos e aspectos relacionados à gestão municipal. Tal fundamento direcionou as análises e reflexões realizadas ao longo da pesquisa, tanto em seus estudos bibliográficos quanto em seus resultados e discussões sob a óptica do conceito de sustentabilidade trabalhado. Foi abordado primeiramente o nascimento e a evolução da preocupação humana acerca das questões ambientais culminando nos princípios e conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, com enfoque na aplicação destes [conceitos] na temática relativa aos recursos hídricos e ao ambiente urbano; do planejamento na racionalidade do ordenamento

territorial e dos usos e conservação dos recursos hídricos; instrumentos de gestão municipal, suas interfaces com o planejamento e os recursos hídricos, com atenção especial aos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano e a Avaliação Ambiental Estratégica.

- Índices e Indicadores: foram pesquisados também aspectos conceituais relativos aos temas “índices” e “indicadores”, com foco nos índices e indicadores de sustentabilidade. Neste item, foram descritos conceitos, critérios de seleção, meios e métodos de aplicação e proposição dessas ferramentas, com ênfase nos recursos hídricos. São oferecidos os conceitos para a compreensão da importância destes para a sustentabilidade integrada e os princípios para sua construção, bem como validação para que estes tenham potencial de embasar as tomadas de decisões sob a óptica da sustentabilidade, de maneira a confrontar as compreensões teóricas com a realidade empírica.

Os resultados desta etapa da pesquisa foram apresentados na Parte II – Revisão Bibliográfica.

6.1.2. Seleção dos indicadores

Os indicadores de sustentabilidade procuram prover dados mais abrangentes, de modo que permita a análise e a avaliação de tendências e modificações, ou de modificações no meio físico e social. O uso de tais indicadores foi profundamente potencializado em função do processo de aumento da urbanização e de seus respectivos impactos ambientais, gerados pela apropriação predatória dos espaços e recursos (BRITO, 2003).

Na construção de sistemas de indicadores é importante que se estabeleçam os critérios e os métodos de forma coerente com os objetivos pretendidos e também com os recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis em um dado contexto (SILVA, 2000).

Os aspectos de qualidade dos indicadores não se referem somente à confiabilidade dos dados, mas também à metodologia utilizada para sua geração, como por exemplo, o método de agregação de dados simples em informação

composta. Para isso, os métodos para sua geração e agregação devem ser descritos com precisão (JUNQUEIRA, 2005).

Os critérios que nortearam a seleção dos indicadores de sustentabilidade hídrica estão de acordo com as orientações gerais, no que diz respeito à adoção de metodologias para indicadores: torná-los válidos, simples, de fácil interpretação e com baixo custo para obtenção, mostrando um quadro representativo da situação da política urbana consubstanciada no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Estes critérios visaram contribuir para um processo de determinação válido, simples e de fácil interpretação, mas sem comprometer a representatividade que os indicadores devem ter e que estes possam ser verificados a qualquer momento em qualquer espaço geopolítico. A discussão teórica acerca dos critérios de geração e seleção de indicadores encontra-se detalhada no item 5.

Após a sistematização das informações obtidas na estruturação do marco referencial, procedeu-se à identificação dos fatores ambientais que poderiam ser afetados, positiva ou negativamente, com a implementação e operacionalização dos planos diretores de desenvolvimento urbano. A partir da seleção dos fatores ambientais, sociais e econômicos, as experiências nacionais e internacionais para a seleção de indicadores, a legislação pertinente e as possibilidades técnicas de pesquisa, procedeu-se a discussão e pré-seleção dos indicadores.

Uma vez estipulado o conjunto de indicadores-chave pertinentes ao contexto do desenvolvimento urbano e sua interface com os recursos hídricos, a pesquisa progrediu no objetivo de formar um alicerce de análise baseado em práticas correntes na construção e uso de indicadores inseridos na visão da sustentabilidade.

Fundamentado por estes estudos teórico-conceituais, foram estabelecidos três grupos de análise. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em temas específicos denominados como eixos temáticos, relacionados à questão dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal. A hierarquia entre os grupos de análise e os eixos temáticos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis hierárquicos de análise

NÍVEL HIERÁRQUICO I GRUPO DE ANÁLISE	NÍVEL HIERÁRQUICO II EIXO TEMÁTICO
Gestão de Recursos Hídricos	Instrumentos de política e gestão
	Controle das ações de planejamento
	Monitoramento da qualidade ambiental
Uso e ocupação do solo	Impermeabilização do solo
	Áreas de mananciais
	Áreas de preservação permanente
	Áreas de recarga de aquíferos
	Regularização fundiária
Qualidade das águas	Coleta e tratamento de efluentes
	Poluição difusa
	Águas subterrâneas

Buscou-se uma abordagem inovadora, em que questões tradicionais neste tipo de estudo, como avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, foram contempladas de maneira indireta, uma vez que tais aspectos relacionam-se indiretamente com a aplicação das políticas públicas aqui estudadas.

Com base nestes temas específicos, selecionaram-se indicadores qualitativos de sustentabilidade hídrica do planejamento urbano, de modo a explicitar se aspectos ambientais pertinentes aos recursos hídricos foram considerados na elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano. Os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados são apresentados nas seções posteriores deste subcapítulo.

Considerou-se que, por sua amplitude, esses indicadores contemplam não somente a dimensão social, mas também a dimensão econômica e ambiental. Os indicadores estabelecidos segundo esses critérios não compreendem variáveis financeiras. Deste modo o modelo de avaliação proposto foi desenvolvido sem considerar os valores pecuniários associados.

6.1.2.1. Gestão de Recursos Hídricos

A Tabela 2 apresenta os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados para avaliação dos aspectos pertinentes à gestão municipal e suas interfaces com os recursos hídricos.

Tabela 2 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica do eixo temático gestão de recursos hídricos.

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR
Instrumentos de política e gestão	Sustentabilidade das políticas urbanas
	Função social e questão ambiental
	Instrumentos de gestão municipal
Controle das ações de planejamento	Controle das ações de planejamento
Monitoramento da qualidade ambiental	Sistema de informações ambientais

Instrumentos de política e gestão

Nesse item, foram desenvolvidas análises dos instrumentos locais de intervenção urbana, em seus aspectos ambientais, tendo como referência os marcos legais definidos pelo Estatuto da Cidade, Política Nacional de Meio Ambiente, Política Estadual de Recursos Hídricos e Política Nacional de Recursos Hídricos, que trouxeram inovações importantes no âmbito da política pública, regulamentando os instrumentos constitucionais e introduzindo outros novos.

Sustentabilidade das políticas urbanas

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve evidenciar se há premissas de sustentabilidade nas políticas urbanas aplicadas no âmbito da gestão municipal e seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

As políticas urbanas e suas normas devem promover a cidade sustentável para todos, valorizando os aspectos relativos à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e as futuras gerações.

Portanto, deve ter como princípio básico e objetivo primordial a preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, e para tal deve prever e estabelecer ações para a proteção, valorização e uso adequado da paisagem urbana e rural.

Para que seja assegurada a sustentabilidade das políticas urbanas é necessário que se promova a gestão democrática da cidade, mediante participação da população e das associações representativas dos vários segmentos da comunidade nos processos de decisão, planejamento, formulação, execução,

acompanhamento e fiscalização do desenvolvimento urbano. Assim o conceito de sustentabilidade é abordado de maneira

Função Social e questão ambiental

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se a função social da cidade está atrelada à função ambiental. A cidade cumpre suas funções sociais na medida em que assegura o direito de seus habitantes ao acesso ao meio ambiente preservado e ecologicamente equilibrado.

Para garantir o cumprimento das funções sociais da cidade, esta deverá atuar de maneira a promover políticas públicas mediante um processo permanente de gestão democrática da cidade e de participação popular; aumentar a oferta de moradias sociais evitando a degradação de áreas de interesse ambiental pela urbanização e promover usos compatíveis com a preservação ambiental.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano deve definir os requisitos que a propriedade deve atender para cumprir sua função social. A propriedade deve ter aproveitamento, uso e ocupação do solo compatível com a preservação, a recuperação e a manutenção ou melhoria da qualidade do meio ambiente e dos recursos ambientais necessários à vida urbana e rural, tais como os mananciais, os corpos d'água, as áreas arborizadas e as reservas florestais, que são aquelas inerentes ao pleno exercício do direito à cidade sustentável, ao pleno respeito e cumprimento das funções sociais da cidade e ao bem-estar de seus habitantes e usuários.

Instrumentos de gestão municipal

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por função apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano contemplam instrumentos de política e gestão, capazes de conferir ao poder público capacidade de atuação para alcançar os objetivos de proteção dos recursos hídricos.

Dentre os instrumentos previstos no Estatuto da Cidade (Lei Federal Nº 11.257/01), na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal Nº /81), na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal Nº 9733/97) e suas alterações,

destacam-se, como mais efetivos e relacionados ao planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal, os seguintes instrumentos:

- Lei de parcelamento, do uso e da ocupação do solo;
- Zoneamento ambiental;
- Licenciamento ambiental;
- Plano plurianual;
- Gestão orçamentária participativa;
- Planos, programas e projetos setoriais;
- Incentivos e benefícios fiscais e financeiros;
- Desapropriação;
- Servidão administrativa;
- Limitações administrativas;
- Instituição de unidades de conservação;
- Instituição de zonas especiais de interesse social;
- Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;
- Direito de preempção;
- Outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;
- Operações urbanas consorciadas;
- Regularização fundiária;
- Referendo popular e plebiscito;
- Estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV);
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Controle das ações de planejamento

Controle das ações de planejamento

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve assinalar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano algum órgão responsável pelo controle das ações de planejamento, contemplando a participação do poder público e da

sociedade civil como um órgão de caráter consultivo, fiscalizador, de acompanhamento e de assessoramento em relação às políticas urbanas.

Seu objetivo é avaliar a condução e os impactos da implementação das normas contidas no Plano Diretor, na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, na Lei do Patrimônio Histórico, na Lei dos Mananciais de Abastecimento Público e nos demais instrumentos legais da política urbana; estabelecer as diretrizes gerais para a elaboração do PPA (Plano Plurianual) e da LDO (Lei das Diretrizes Orçamentárias) e sugerir diretrizes para alterações ou complementações na legislação urbana de âmbito edilício e urbanístico e ambiental.

Monitoramento da qualidade ambiental

O monitoramento ambiental pode ser definido como o processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, buscando identificar e analisar quantitativa e qualitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências temporais. As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas, por exercer influências sobre o meio ambiente.

Sistema de informações ambientais

Nesse tema de análise, o indicador de sustentabilidade hídrica deve demonstrar se as políticas urbanas preveem um sistema de informações ambientais.

O monitoramento ambiental permite avaliar a relação de ações antrópicas e fatores naturais sobre o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros capazes de manter as condições ideais dos recursos naturais ou recuperar uma determinada área. Destarte, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente, bem como auxilia na definição das políticas ambientais e no processo de tomada de decisão.

6.1.2.2. Uso e ocupação do solo

A Tabela 3 expõe os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados para avaliação dos aspectos pertinentes ao uso e ocupação do solo e suas conexões com os recursos hídricos.

Tabela 3 - Indicadores de sustentabilidade hídrica do eixo temático Uso e Ocupação do Solo

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR
Impermeabilização do solo	Coeficiente de permeabilidade
	Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas
	Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais
Áreas de mananciais	Política de preservação e recuperação dos mananciais
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada
	Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais
Áreas de preservação permanente	Política de conservação e Recuperação das áreas de preservação permanente
	Regulação de uso e ocupação do solo adequada
	Mecanismos de controle institucional da preservação das APP's
Áreas de recarga de aquíferos	Política de preservação das áreas de recarga de aquíferos
	Coeficientes de permeabilidade do solo para as áreas de recarga de aquíferos
	Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de recarga de aquífero
Regularização fundiária	Políticas de regularização fundiária
	Restrições à regularização fundiária

Impermeabilização do solo

A impermeabilização consiste na cobertura do solo pela construção de habitações, estradas e outras ocupações, reduzindo a superfície do solo disponível para realizar as suas funções, principalmente a infiltração de águas pluviais. As áreas impermeabilizadas podem ter grande impacto nos solos circundantes por alteração dos padrões de circulação da água e aumento de fragmentação da

biodiversidade e seus ecossistemas. Como consequência deste processo, ocorre a redução do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas, acarretando num acréscimo da vazão de pico das cheias e, em decorrência disso, o aumento da chance de inundações e o decréscimo da taxa de recarga dos aquíferos.

Coeficiente de Permeabilidade

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano dispõem sobre o controle da impermeabilização do solo urbano, um fator importante no quesito da redução e controle das inundações urbanas. Este indicador remete à manutenção do “hidrograma” original da bacia ou do lote e consequentemente as inundações urbanas.

Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como função apontar se as políticas urbanas referentes ao parcelamento do solo para fins urbanos exijam que estes sejam concebidos e implantados com o intuito de manter a vazão de escoamento dentro das condições originais da área antes de ser urbanizada, reduzindo-se o impacto da urbanização nos corpos d'água e nos fundos de vale.

Este indicador remete à manutenção do “hidrograma” original da bacia ou do lote, a taxa de impermeabilização da bacia consequentemente as inundações urbanas.

Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por objetivo evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem mecanismos de incentivo ao aumento da área permeável ou à retenção das águas pluviais nos lotes lindeiros, importantes medidas não estruturais de redução e mitigação de impactos associados à eventos hidrológicos extremos.

Áreas de mananciais

Mananciais de água são as fontes, superficiais ou subterrâneas, utilizadas para abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas. As áreas de mananciais compreendem as porções do território percorridas e drenadas pelos cursos d'água, desde as nascentes até os rios e represas. Pode-se afirmar que o tratamento de água começa nestes locais, pois somente o trabalho preventivo na sua preservação garante qualidade. Os principais fatores relacionados à degradação dos mananciais são o mau uso e ocupação do solo, despejo de esgotos, erosão, desmatamento e atividades industriais ou agrícolas mal planejadas.

Política de preservação e recuperação dos mananciais

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano contêm, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das bacias de mananciais.

Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada

A função deste indicador de sustentabilidade hídrica é apontar se as políticas urbanas, através de seus instrumentos, preveem uma regulação de uso e ocupação do solo diferenciada para as bacias mananciais.

Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais

O objetivo deste indicador de sustentabilidade hídrica é avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano contêm mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das bacias mananciais.

Áreas de preservação permanente

As Áreas de Preservação Permanente são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Essas áreas são protegidas pela Lei Federal nº 4.771/65.

No que tange às áreas de preservação permanente, os indicadores de sustentabilidade hídrica devem explicitar se o legislador considerou medidas de proteção tanto na área urbana como na área rural.

Política de preservação e recuperação das áreas de preservação permanente

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se as políticas urbanas contêm, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das áreas de preservação permanente.

Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, através de seus instrumentos, preveem uma regulação de uso e ocupação do solo diferenciada para as áreas de preservação permanente.

Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de preservação permanente

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por função evidenciar se as políticas urbanas contêm mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das áreas de preservação permanente.

Áreas de recarga de aquíferos.

Local ou área onde a água passa da superfície do terreno para o interior do solo, atingindo a zona saturada. É a área onde ocorre infiltração capaz de alimentar o aquífero. As áreas de recarga direta ou de afloramento dos aquíferos confinados têm se mostrado bastante expostas ao risco de degradação, seja por agrotóxicos, seja por processos erosivos, principalmente pelo avanço das atividades agrícolas sobre elas, sem muito critério em relação à capacidade de uso das mesmas. Esse cenário, comum no Brasil, aliado à alta vulnerabilidade natural das áreas de recarga dos aquíferos, colocam-nas em situação de alta exposição ao risco de contaminação do lençol freático como também favorece a formação de ravinas e voçorocas, principalmente como consequência de práticas agrícolas inadequadas e expansão

urbana sem critérios geotécnicos. A urbanização também pode comprometer a qualidade da água dos aquíferos por meio de lixões e/ou aterros não controlados, chuva ácida, fossas sépticas mal operadas, cargas de poluentes pontuais ou difusas, etc.

Política de preservação e recuperação das áreas de recarga de aquíferos

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve demonstrar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das áreas de recarga de aquíferos.

Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada

A função deste indicador de sustentabilidade hídrica é apontar se as políticas urbanas, através de seus instrumentos, contêm uma regulação de uso e ocupação do solo diferenciada para as áreas de recarga de aquíferos.

Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de recarga de aquíferos

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por objetivo avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das áreas de recarga de aquíferos.

Regularização fundiária

A grave situação de irregularidade urbana no Brasil aponta, como solução para esses problemas, os processos de regularização fundiária e urbanística, conforme o Estatuto da Cidade. Embora sejam medidas corretivas, não se configuram como uma política de fato de habitação de interesse social. Entretanto, a regularização concretiza o “direito à cidade” para as populações que, impossibilitadas do acesso à habitação formal, buscam outras formas de morar, ocupando áreas periféricas, ambientalmente frágeis, de risco e sem infraestrutura.

Nesse quesito, os indicadores de sustentabilidade devem demonstrar se existem políticas de realocação e reassentamento.

Políticas de regularização fundiária

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano têm a regularização fundiária como um dos institutos jurídicos, urbanísticos e administrativos da política urbana.

O município deve propiciar a recuperação e melhoria das condições de moradia nos aglomerados de habitações ocupadas pela população de baixa renda, implementando as medidas necessárias para a regularização física, urbanística, imobiliária, administrativa e fundiária destas áreas, assegurando-se o acesso aos equipamentos urbanos e comunitários e aos serviços públicos essenciais.

Restrições à regularização fundiária

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano permitem a regularização fundiária em Áreas de Preservação Permanente (APP), bacias de mananciais e em áreas de rico geotécnico e áreas de recarga de aquíferos.

6.1.2.3. Qualidade das águas

A Tabela 4 mostra os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados para avaliação dos aspectos pertinentes à qualidade das águas.

Tabela 4 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica do eixo temático qualidade das águas.

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR
Coleta e tratamento de efluentes	Políticas de Saneamento Ambiental
	Coleta e tratamento de efluentes domésticos
	Coleta e tratamento de efluentes industriais
Poluição difusa	Política de controle da poluição difusa
	Tratamento dos efluentes pluviais
Águas subterrâneas	Disposição final dos resíduos sólidos
	Controle de qualidade das AS

Coleta e tratamento de efluentes

O maior problema em relação aos esgotos domésticos encontra-se no sistema de coleta e tratamento, pois a sua falta causa a poluição dos recursos hídricos e repercute na fragilidade do sistema de abastecimento de água, na saúde da população e na degradação dos ecossistemas hídricos.

A grande diversidade das atividades industriais ocasiona, durante o processo produtivo, a geração de efluentes, os quais podem poluir/contaminar o solo e a água, sendo preciso observar que nem todas as indústrias geram efluentes com poder impactante nesses dois ambientes. Efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. É importante que os efluentes industriais sejam tratados separadamente, com o intuito de minimizar a carga poluidora lançada no sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos.

Nesse item, os indicadores de sustentabilidade hídrica devem demonstrar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem um sistema de coleta e tratamento de efluentes, tanto domésticos quanto industriais.

Políticas de Saneamento Ambiental

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se há nos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano políticas de saneamento ambiental.

Coleta e tratamento de efluentes domésticos

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano exigem que a regularização dos parcelamentos objeto de Urbanização deverá condicionar sua aprovação a um sistema de esgotamento sanitário, com a adoção de sistemas de coleta e tratamento que não comprometam a saúde pública e a integridade ambiental, particularmente a qualidade dos recursos hídricos da região.

Coleta e tratamento de efluentes industriais

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano exigem que a implantação de empreendimentos industriais deva sujeitar sua aprovação a constituição de um sistema de esgotamento sanitário, com a adoção de sistemas de coleta e tratamento que não comprometam a saúde pública e a integridade ambiental, particularmente a qualidade dos recursos hídricos da região.

Poluição difusa

Carga de poluição difusa é toda carga de poluição depositada sobre as superfícies e presente na atmosfera que é carregada para os corpos d'água durante os eventos chuvosos. Devido à intensa urbanização ocorrida nas últimas décadas, houve uma crescente impermeabilização do solo nas cidades levando a um significativo aumento do escoamento superficial bem como a uma grande liberação de poluentes para o meio ambiente urbano. Estes fatores potencializam os efeitos de degradação da qualidade da água pelas cargas difusas em corpos hídricos de áreas urbanas.

Nesse quesito os indicadores de sustentabilidade hídrica devem explicitar se há política de controle da poluição difusa, incluindo tratamento dos efluentes pluviais, varrição de ruas, coleta de entulhos, entre outros.

Política de controle da poluição difusa

Nesse quesito os indicadores de sustentabilidade hídrica devem explicitar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano contemplam uma política de controle da poluição difusa.

Tratamento dos efluentes pluviais

Nesse item os indicadores de sustentabilidade hídrica devem evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem o tratamento dos efluentes pluviais antes do seu lançamento em corpos hídricos, bem como outras medidas de controle, como varrição de ruas, coleta de entulhos, entre outros.

Águas subterrâneas

Considera-se água subterrânea toda aquela água que ocupa os espaços vazios de uma formação geológica. Em geral, as águas subterrâneas são armazenadas ou em rochas sedimentares porosas e permeáveis, ou em rochas não porosas, mas fraturadas. Neste último caso, as fraturas geram um efeito físico similar ao da permeabilidade. As principais fontes de alteração da qualidade das águas subterrâneas são:

- O lixo contamina o aquífero pela lixiviação nos períodos chuvosos;
- O vazamento da rede de esgotos e fossas contaminam os aquíferos com o despejo dos poluentes;
- O uso de pesticidas e fertilizantes na agricultura;
- Despejo de resíduos de origem industrial sobre áreas de recarga.

Para a avaliação deste item, os indicadores de sustentabilidade hídrica devem responder se há uma política de controle da qualidade das águas subterrâneas embasada em ações de controle da disposição de resíduos sólidos, uso de agroquímicos e gestão de áreas contaminadas.

Disposição final dos resíduos sólidos

Neste tópico, o indicador de sustentabilidade hídrica deve evidenciar se as políticas urbanas preveem que as áreas destinadas à disposição final de resíduos sólidos estejam sob contínuo controle ambiental.

Controle de qualidade das águas subterrâneas

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano possuem dispositivos de controle de qualidade das águas subterrâneas, como restrição ao uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos e monitoramento das áreas destinadas à disposição final de resíduos e cargas industriais.

6.1.3. Método DELPHI e definição dos pesos

O método Delphi é denominação da técnica usada para conseguir informações com a finalidade de obter a resposta de um grupo ou painel de especialistas (BROWN, 1968).

De acordo com a FEEMA (1992, p. 137) pode se definir como:

“(...) consulta a um determinado número de especialistas, com a finalidade de resolver um problema complexo em tempo reduzido. A consulta é feita através da aplicação de uma pequena série de questionários, cujas respostas são intercambiadas para permitir a interação e o consenso das opiniões desses especialistas (...).”

O método Delphi é um processo estruturado de comunicação em grupo no qual peritos que mantêm o anonimato opinam sobre assuntos nos quais existe conhecimento incompleto e incerto, buscando, através de processos de opinião e resposta, análises estatísticas simples e da atenção particular a respostas “excêntricas”, chegar a um conjunto de respostas (subjetivas e intuitivas) dotadas de um consenso significativo do grupo (ALVARENGA *et. al.*, 2007).

Esse tipo de consulta, conhecido como método foi desenvolvida nos Estados Unidos na década de 1950 como instrumento de auxílio na tomada de decisões, e atualmente, é utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento. Sua finalidade é desenvolver um debate interativo com uma rede de especialistas (experts) por meio de consultas auxiliadas por questionários, buscando obter informações relevantes a partir de consensos sobre determinado tema de forma rápida e com baixo custo (CERQUEIRA, 2008).

É importante ressaltar algumas desvantagens deste método: o grau de subjetividade, a limitação dos resultados em função da escolha e do nível de informação dos especialistas, o desenvolvimento da coordenação dos trabalhos e sinceridade das respostas. Tais críticas não desmerecem o método, apenas exigem a discussão destas questões no decorrer da pesquisa com a finalidade de avaliar o grau de incerteza dos resultados (LINSTONE & TUROFF, 2002; TAPAJOS, 2002; JUNQUEIRA, 2005; GALINDO, 2009).

O resultado desta consulta não é uma informação absoluta, mas sim um julgamento coletivo, de relativo consenso entre os respondentes. A força do método encontra-se na legitimidade e experiência dos componentes do painel de especialista. Destarte, é imperativo que os participantes tenham notório conhecimento sobre o assunto, assim como interesse em participar do processo (CERQUEIRA, 2008).

A literatura não estipula um número máximo ou mínimo de participantes, pois o mais importante é o respaldo dos componentes, todavia, a maioria dos trabalhos sugere um número entre dez e cinquenta (ALVARENGA *et. al.*, 2007; CERQUEIRA, 2008).

O principal objetivo dos questionários formulados e aplicados foi obter informações de grupos de pessoas, geograficamente dispersas, mas que tenham possíveis contribuições acerca da avaliação aqui pretendida. O questionário seguiu o padrão com perguntas objetivas e fechadas obtendo respostas diretas, de forma a padronizar os dados. Com o intuito de obter uma entrevista menos formal, foram inseridas algumas perguntas abertas, conferindo espaço para alguns comentários em quesitos assertivos.

O processo de consulta contemplou especialistas em recursos hídricos e planejamento urbano, com atuação nas áreas acadêmica, técnica, entidades de classe e do terceiro setor. O principal objetivo do questionário foi avaliar a importância relativa (e conseqüentemente a atribuição de pesos específicos) dos indicadores de sustentabilidade hídrica propostos bem como dos eixos temáticos e grupos de análise.

Foram enviadas correspondências eletrônicas (*e-mails*) aos especialistas acompanhadas de esclarecimentos sucintos quanto à pesquisa e o que se espera dos questionários delineados, quanto à interpretação para atribuição de pontos aos quesitos. Solicitou-se a avaliação, pela atribuição de pesos em escala fixada que varia de um valor mínimo zero até um máximo de dez, conforme a importância relativa de cada quesito analisado.

O modelo completo da aplicação desta adaptação do método Delphi está apresentado nos apêndices A, B e C e contém respectivamente os seguintes elementos:

- Carta convite eletrônica;
- Texto explicativo da consulta;
- Formulário eletrônico utilizado.

Essa etapa completou-se com o apuramento dos questionários, a análise crítica dos dados, a superação de dúvidas através de comparação as informações obtidas na elaboração do marco referencial e finalizou-se com a elaboração dos gráficos, o que permitiu uma análise mais detalhada.

Os dados derivados dos questionários foram introduzidos em planilhas eletrônicas, construindo assim a matriz de dados interdependentes, onde cada linha corresponde aos pesos relativos atribuídos por cada especialista a cada um dos indicadores pré-selecionados. Por meio de análise descritiva padrão das respostas para cada um dos indicadores (colunas), determinou-se as frequências simples e os demais descritivos estatísticos por variável analisada. Utilizou-se para efeito de cálculo do índice de sustentabilidade hídrica a média dos pesos específicos de cada quesito.

Os resultados obtidos por meio do processo de consulta estão apresentados no capítulo 7.

6.1.4. Medição e padrão de desempenho

O procedimento de determinação de intervalos para comparação de indicadores, além de usual, é recomendável, pois permite que se acompanhem os rumos do desenvolvimento através de faixas que indiquem "menor" ou "maior" intensidade de sustentabilidade (TAPAJOS, 2002).

Neste trabalho, foi utilizada uma classificação em cinco níveis: Sustentável, Sustentabilidade Ameaçada, Sustentabilidade Comprometida, Insustentável e Seriamamente Insustentável. Esta classificação foi adotada por Vasconcelos & Torres Filho (1994), Melo (1999), Carneiro Neto (2005) e Lopes (2008).

O estabelecimento dos padrões de desempenho foi realizado com a atribuição de escores ou “notas”. A determinação destas notas ocorreu de maneira indireta, havendo a necessidade de que fossem estabelecidas referências para a para a quantificação da informação (aspecto quantitativo do indicador) e sua interpretação (aspecto qualitativo). As referências utilizadas para atribuição dos escores encontram-se expostas nas tabelas Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7.

Desta forma, o indicador sofre grande inferência do pesquisador, pois os escores são atribuídos conforme o conceito pessoal sobre uma situação presente.

Quando o quesito é considerado “Seramente Insustentável” leva a pontuação 0, “Insustentável” recebe a pontuação 1, “Sustentabilidade Comprometida” a pontuação 2, “Sustentabilidade Ameaçada” a pontuação 3 e “Sustentável” a pontuação 5, conforme a avaliação qualitativa do pesquisador em relação à resposta subjetiva do quesito analisado. O de desempenho de cada indicador é apresentado na seção 8.1.

Depois de obter os resultados quantitativos do cálculo de desempenho dos indicadores de sustentabilidade hídrica, criou-se uma relação entre esses valores e cores. Quanto pior o seu desempenho, menor é seu valor, e esse será representado por uma cor, num gradiente que vai do vermelho ao verde. Isso facilita identificar aonde as ações corretivas precisam ser concentradas para que sejam atacados os desacordos apontados pelo indicador. Esse esquema de cores pode ser melhor visualizado na Quadro 1. Foi confeccionada apresentação gráfica do desempenho dos indicadores que facilita o entendimento da situação atual da política pública em relação ao quesito analisado. Essa exposição visual encontra-se na seção 8.1.

Quadro 1 - Esquema cromático de níveis de sustentabilidade

NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	PONTUAÇÃO	COR PADRÃO
Seramente Insustentável	0	
Insustentável	1	
Sustentabilidade Comprometida	2	
Sustentabilidade Ameaçada	3	
Sustentável	5	

Como o índice pode variar entre 0 e 1, nesta pesquisa esse intervalo foi subdividido em cinco classes iguais, de maneira que pudessem contemplar todas as cinco categorias citadas anteriormente. Estas faixas arbitradas de sustentabilidade procuram ser uma referência quantitativa de comparação, para que após a aplicação da metodologia seja possível obter orientações para etapas subsequentes do planejamento de recursos hídricos no âmbito da gestão municipal.

Segundo parâmetros técnicos fundamentados nas discussões acerca de sustentabilidade, planejamento e recursos hídricos; e conceitos provenientes da hermenêutica, uma vez que os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano se consubstanciam em leis municipais, estabeleceram-se critérios de avaliação para cada indicador de sustentabilidade hídrica proposto.

Para cada indicador, estabeleceram-se quatro critérios que, analisados conjuntamente, apresentam a situação da política pública, e consequentemente a resposta da sociedade, em relação ao quesito medido pelo indicador. A cada critério atendido, o indicador avança um “nível” de sustentabilidade e recebe uma pontuação de acordo com o Quadro 1.

A seguir, são apresentados os critérios considerados para avaliação de desempenho de cada indicador de sustentabilidade hídrica proposto.

6.1.4.1. Gestão de Recursos Hídricos

Nesta seção são expostos os critérios adotados para avaliação dos padrões de desempenho associados aos indicadores de sustentabilidade hídrica que integram o Grupo de Análise I – Gestão de Recursos Hídricos. A Tabela 5 apresenta resumidamente os critérios utilizados para avaliação deste grupo de análise.

Tabela 5 - Critérios de avaliação dos indicadores do Grupo de Análise I

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
Instrumentos de política e gestão	Sustentabilidade das políticas urbanas	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Relacionada com legislação decorrente
	Função social e questão ambiental	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Relacionada com legislação decorrente
	Instrumentos de gestão municipal	Cita genericamente
		Citados os instrumentos previstos no Art. 4º do Estatuto da Cidade
		Cita instrumentos previstos na PNMA
		Cita instrumentos previstos na PNRH
Controle das ações de planejamento	Controle das ações de planejamento	Audiências públicas periódicas
		Conferências Periódicas
		Órgão institucional de controle
		Participação popular nas esferas anteriores
Monitoramento da qualidade ambiental	Sistema de informações ambientais	Cita genericamente
		Estipula posterior regulamentação
		Estipula órgão gestor do sistema de informações ambientais
		Estipula regulamentação

6.1.4.2. Uso e ocupação do solo

Esta seção apresenta os critérios utilizados para avaliação dos padrões de desempenho referentes aos indicadores de sustentabilidade hídrica integrantes do Grupo de Análise II – Uso e ocupação do solo. A Tabela 6 expõe resumidamente os critérios adotados para avaliação deste grupo de análise.

Tabela 6 – Critérios de avaliação do Grupo de Análise II

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
Impermeabilização do solo	Coeficiente de permeabilidade	< 10%
		< 20%
		< 30%
		> 30%
	Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas	Cita genericamente
		Cita medidas estruturais
		Cita medidas não estruturais
		Cita Plano de Macrodrenagem
	Incentivos ao aumento da área	Incentivos econômicos para aumento da área

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
	permeável e à retenção das águas pluviais	permeável Incentivos econômicos para retenção de águas pluviais no lote Incentivos econômicos para reuso de água no lote Incentivos fiscais a implementação de sistemas de captação e retenção de águas pluviais
Áreas de mananciais	Política de preservação e recuperação dos mananciais	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Prevê lei específica para Áreas de Mananciais
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	Lei específica de regulação de uso e ocupação de áreas de mananciais
		Zona especial
		CP diferenciado
		Restrição ao Licenciamento de Atividades Potencialmente Poluidoras das bacias mananciais
	Mecanismos de controle institucional das bacias mananciais	Lei específica de proteção de mananciais
		Previsão de ZEI para mananciais
		Relaciona Plano de Saneamento e as áreas de mananciais
		Restrição à RF
Áreas de preservação permanente	Política de preservação e recuperação de áreas de preservação permanente	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Política de incentivo à recomposição de APP's
	Regulação de uso e ocupação do solo adequada	Cita genericamente
		Zona especial
		Previsão de usos de baixo impacto ambiental
		Área non aedificandi
	Mecanismos de controle institucional das áreas de preservação permanente	ZEI para APP's
		Proibição de Parcelamento
		Restrição RF
		Lei específica de APP's
Áreas de recarga de aquíferos	Política de conservação de áreas de recarga de aquíferos	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Política de incentivo à proteção das áreas de recarga de aquíferos
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	Cita genericamente
		CP's específicos
		Incentivo a Recarga artificial
		Restrição Licenciamento de indústrias potencialmente poluidoras de águas subterrâneas
	Mecanismos de controle	ZEI para Áreas de recarga

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
Regularização fundiária	institucional das áreas de recarga de aquíferos	Proibição de Parcelamento
		Restrição Licenciamento de indústrias potencialmente poluidoras de águas subterrâneas
		Restrição à RF
	Políticas de regularização fundiária	Citada nos Fundamentos
		Citada nos Objetivos
		Citada nas Diretrizes
		Cita como Instrumento da Política Urbana
	Restrições à regularização fundiária	Restrição à RF em APP's
		Restrição à RF em ARG
		Restrição à RF em APM
		Restrição à RF em ARA

6.1.4.3. Qualidade das águas

Esta seção expõe os critérios considerados para avaliação dos padrões de desempenho dos indicadores de sustentabilidade hídrica que integram o Grupo de Análise III – Qualidade das águas. A Tabela 7 mostra resumidamente os critérios utilizados para avaliação deste grupo de análise.

Tabela 7 - Critérios de avaliação dos indicadores do Grupo de Análise III

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
Coleta e tratamento de efluentes	Políticas de saneamento ambiental	Cita Genericamente
		Cita nos fundamentos e/ou objetivos
		Cita nas Diretrizes
		Relaciona com Plano de saneamento
	Coleta e tratamento de efluentes domésticos	Cita Genericamente
		Exige coleta em novos loteamentos
		Exige tratamento em novos loteamentos
		Exige coleta e tratamento em loteamentos isolados
	Coleta e tratamento de efluentes industriais	Cita Genericamente.
		Exige coleta em novos empreendimentos
		Exige tratamento em novos empreendimentos.
		Exige coleta e tratamento em loteamentos isolados.
Poluição difusa	Política de controle de poluição difusa	Cita Genericamente
		Cita nos fundamentos e/ou objetivos
		Cita nas Diretrizes
		Relaciona com Plano de saneamento
	Coleta e tratamento de efluentes pluviais	Cita Genericamente
		Exige coleta das águas pluviais
		Exige tratamento das águas pluviais

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	CRITÉRIOS ADOTADOS
Águas subterrâneas	Disposição final de resíduos sólidos	Relaciona com Plano de saneamento
		Cita genericamente
		Zona especial para disposição final de RS
		Monitoramento dos locais de disposição final de RS
	Controle de qualidade águas subterrâneas	Relaciona com PGRS
		Cita genericamente
		Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas
		Restrição a Agroquímicos
		Restrição às indústrias potencialmente poluidoras de RH subterrâneos

6.1.5. Agregação matemática

A união dos vários indicadores de sustentabilidade hídrica para composição do Índice de Sustentabilidade Hídrica (ISH) do município estudado utilizou quatro critérios gerais: relevância para as ações políticas, utilidade para os usuários, fundamentação técnica e facilidade de uso.

Nessa etapa, foram analisadas as agregações pertinentes para a composição de indicadores, que pudessem refletir características estratégicas de política ambiental em países em desenvolvimento.

O cálculo do índice foi feito através de uma série de procedimentos. O trabalho se iniciou pela elaboração do modelo formal de cálculo. Algebricamente, a construção do índice de sustentabilidade hídrica é a combinação dos índices setoriais relativos a cada grupo de análise, ponderado de acordo com seus pesos específicos obtidos através do método Delphi.

Preliminarmente, procedeu-se o cálculo do desempenho dos indicadores de sustentabilidade hídrica propostos. Para esta operação foram utilizados os padrões de desempenho expostos na seção 6.1.4. Os resultados deste procedimento são apresentados na seção 8.1. Estes valores foram normalizados em função da amplitude total (“range”) que estes valores poderiam apresentar e passaram a variar de 0 a 1, conforme equação 01. Os valores dos indicadores normalizados encontram-se na seção 8.2.

$$X_{iN} = \frac{X_i}{\mathcal{R}} \quad (01)$$

Em que:

X_{iN} = Valor do indicador i normalizado

X_i = Valor medido do indicador i

$\mathcal{R}$ = Amplitude total

A partir disto os indicadores normalizados foram agregados em função do nível de hierarquia “eixo temático” gerando índices sínteses setoriais. Para agregação dos indicadores, foi efetuada a média ponderada dos indicadores normalizados de cada eixo temático de acordo com as equações 02, 03 e 04. Os valores obtidos nestas operações estão expostos e comentados no item 8.2.

$$IS_{GRH} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_{iN}}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (02)$$

Em que:

IS_{GRH} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “gestão de recursos hídricos”

W_i = Peso do indicador i

X_i = Indicador i

$$IS_{UOS} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_{iN}}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (03)$$

Em que:

IS_{UOS} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “uso e ocupação do solo”

W_i = Peso do indicador i

X_i = Indicador i

$$IS_{QA} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_{iN}}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (04)$$

Em que:

IS_{QA} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “qualidade das águas”

W_i = Peso do indicador i

X_i = Indicador i

Por fim os índices sínteses setoriais foram combinados até gerar o índice de sustentabilidade hídrica propriamente dito, segundo a equação 05.

$$ISH = \frac{(w_i * IS_{GU}) + (w_i * IS_{UOS}) + (w_i * IS_{QA})}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (05)$$

ISH = Índice de sustentabilidade do eixo temático “qualidade das águas”

W_i = Peso do grupo de análise i

IS_{GRH} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “gestão de recursos hídricos”

IS_{UOS} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “uso e ocupação do solo”

IS_{QA} = Índice de sustentabilidade do eixo temático “qualidade das águas”

Os resultados obtidos para o ISH relativo ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos encontram-se expostos na seção 8.2.4.

6.2. Materiais

Os insumos utilizados com o intuito de atingir os objetivos principais desta investigação científica consistem basicamente de material produzido pela própria pesquisa além de normas e padrões relacionados aos temas aqui estudados.

Nesta seção é apresentado detalhamento do principal material utilizado nesta pesquisa, a saber: o seu objeto de estudo, que se trata do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos, estado de São Paulo.

6.2.1. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos

O município de São Carlos localiza-se no interior do estado de São Paulo (Figura 1), próximo ao seu centro geográfico, a uma distância aproximada de 231 quilômetros da capital paulista. De acordo com o IBGE (2010), tem uma população estimada em cerca de 220.000 habitantes, distribuídos numa área total de 1.141 km².

Figura 1 - Localização do município de São Carlos/SP

A cidade é um importante centro regional, com a economia fundamentada em atividades industriais e na agropecuária, e destacada produção científica e tecnológica.

O processo de elaboração e de discussão do Plano Diretor em São Carlos contou com três grupos atuantes:

- O Comitê Consultivo, com representantes da sociedade civil organizada que debateram o diagnóstico, identificando problemas e potencialidades em diferentes temas, formatando-se grandes eixos propositivos com diretrizes e princípios para o Plano no contexto de São Carlos;
- A Comissão Executiva, com membros de diferentes setores da Administração Pública Municipal, como órgão coordenador das ações do governo relacionadas ao processo de elaboração;
- O Grupo de Trabalho Técnico e Operacional, com técnicos de diferentes setores do governo, sob a coordenação geral da Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, cuja atribuição foi o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa, entrevistas, mapeamento e levantamentos associados ao Plano e a cada tema debatido, assim como a organização de todos os eventos realizados;

O processo de elaboração do Plano Diretor de São Carlos teve assessoria do Instituto Pólis, instituto de estudos, formação e assessoria em políticas sociais. É uma Organização Não-Governamental (ONG) de atuação nacional, constituída como associação civil sem fins lucrativos, apartidária, pluralista e reconhecida como entidade de utilidade pública nos âmbitos municipal, estadual e federal, que desde 1987 tem atuado na reforma urbana no Brasil.

A Universidade de São Paulo, através do departamento de Arquitetura Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, também prestou assessoria técnica para a elaboração do Plano Diretor de São Carlos.

Entre 2001 e 2003, foram realizados diversos eventos buscando uma ampla discussão para a sua elaboração, e, posteriormente, em novembro de 2003, foi apresentado o Projeto de Lei do Plano Diretor na Câmara Municipal de São Carlos.

Nos anos de 2004 e 2005, foram realizadas 7 audiências públicas com vistas a um debate democrático do Projeto de Lei enviado à câmara municipal.

Após o período de debates nas Audiências Públicas, o Poder Legislativo entrou em fase de proposições e apresentações de emendas, geradas tanto do próprio legislativo, como de âmbito externo, originadas nas entidades e segmentos da sociedade. No final deste processo, foram selecionadas cerca de 250 emendas ao Projeto de Lei para serem reavaliadas. Tais emendas passaram por um intenso processo de discussão que, posteriormente, foram sintetizadas em um Relatório, que forneceu o respaldo necessário à deliberação final no processo de votação em dois turnos. O Plano Diretor é considerado uma Lei Complementar e, como tal, exige votação em dois turnos, os quais foram realizados

O Plano Diretor é constituído por uma série de recursos e instrumentos da política urbana que são empregados para viabilizar a implementação de diretrizes gerais, princípios e objetivos estabelecidos para o ordenamento físico territorial do município. Os principais componentes do Plano Diretor de São Carlos são:

- Macrozoneamento do Município
- Zoneamento das Macrozonas Urbana e Rural
- Áreas de Especial Interesse
- Diretrizes Viárias
- Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo
- Instrumentos de Indução da Política Urbana:
  - ❖ Utilização, edificação e parcelamento compulsórios;
  - ❖ Direito de preempção
  - ❖ Direito de superfície
  - ❖ Outorga onerosa do direito de construir
  - ❖ Outorga onerosa de alteração de uso do solo
  - ❖ Operações urbanas consorciadas
  - ❖ Transferência do direito de construir
  - ❖ Estudo de impacto de vizinhança
- Sistema de Gestão e Planejamento do Desenvolvimento Urbano

PARTE IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

7. APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI E DEFINIÇÃO DE PESOS

Considerando as categorias e respectivos conceitos do modelo teórico apresentado, utilizou-se o método DELPHI de consulta a especialistas com o objetivo primaz de levantar dados para compor o modelo, por meio de um processo que validasse e legitimasse o sistema de indicadores aqui proposto. O intuito principal foi avaliar a importância relativa de cada indicador bem como o eixo temático e o grupo de análise.

Após o a remessa do questionário (apêndice A), estipulou-se um prazo de 30 dias para o encaminhamento das respostas. Após esse período foram respondidos 52 questionários. Considerou-se que tal número o suficiente para a continuidade da pesquisa, isto é, tabulação dos resultados e análise dos dados.

Após essa etapa procedeu-se a análise estatística da amostra, onde foram calculados para cada questão perguntada os seguintes parâmetros: média, mediana, máximo, mínimo, desvio padrão e variância. Para efeito de cálculo e agregação matemática dos indicadores, utilizou-se como peso de ponderação a média obtida por cada indicador.

As seções subsequentes reúnem os resultados desta etapa da investigação científica. Observou pouca variação entre as respostas, consubstanciada pelos baixos valores apresentados pelo desvio padrão e variância dos dados obtidos nesta fase da pesquisa. Isso já era esperado, uma vez que o perfil dos respondentes em termos de formação e atuação profissional é assemelhado, o que, por sua vez, implica numa visão parecida acerca dos temas abordados nos questionários.

7.1. Gestão de Recursos Hídricos

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para o Grupo de Análise I – Gestão de Recursos Hídricos, seus eixos temáticos e respectivos indicadores de sustentabilidade hídrica.

Tabela 8 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise I

NÍVEL HIERÁRQUICO	DESCRIPTOR	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Grupo de análise	Gestão de Recursos Hídricos	9,176	10	10	7	1,053	1,108
Eixo temático	Instrumento de política e gestão	8,941	9	10	6	1,271	1,616
	Controle das ações de planejamento	9,353	10	10	7	1,036	1,073
	Monitoramento da qualidade ambiental	8,882	9	10	6	1,032	1,066
Indicadores de sustentabilidade hídrica	Sustentabilidade das políticas urbanas	8,882	9	10	7	0,973	0,946
	Função social e questão ambiental	9,118	10	10	5	1,291	1,666
	Instrumentos de gestão municipal	9,353	10	10	7	0,844	0,713
	Controle das ações de planejamento	9,118	9	10	7	1,032	1,066
	Sistema de informações ambientais	9,059	9	10	6	1,008	1,016

7.2. Uso e ocupação do solo

A Tabela 9 mostra os resultados obtidos para o Grupo de Análise I – Gestão de Recursos Hídricos, seus eixos temáticos e respectivos indicadores de sustentabilidade hídrica.

Tabela 9 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise II

NÍVEL HIERÁRQUICO	DESCRIPTOR	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Grupo de análise	Uso e ocupação do solo	9,353	10	10	8	0,770	0,593
Eixo temático	Impermeabilização do solo	8,353	9	10	3	1,988	3,953
	Áreas de mananciais	9,235	10	10	7	1,012	1,024
	Áreas de preservação permanente	9,059	10	10	6	1,223	1,496
	Áreas de recarga de aquíferos	8,765	9	10	7	1,069	1,144
	Regularização fundiária	8,000	8	10	4	1,732	3,000
Indicadores de sustentabilidade hídrica	Coefficiente de permeabilidade	8,529	9	10	4	1,701	2,894
	Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas	8,882	10	10	4	1,657	2,746
	Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas	8,588	9	10	4	1,734	3,007

NÍVEL HIERÁRQUICO	DESCRIPTOR	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
	pluviais						
	Política de preservação e recuperação dos mananciais	9,353	10	10	6	1,146	1,313
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	9,176	10	10	6	1,161	1,348
	Mecanismos de controle institucional das bacias mananciais	8,882	9	10	6	1,194	1,426
	Política de preservação e recuperação de áreas de preservação permanente	8,941	9	10	6	1,121	1,256
	Regulação de uso e ocupação do solo adequada	9,235	10	10	6	1,069	1,144
	Mecanismos de controle institucional das áreas de preservação permanente	9,000	9	10	5	1,249	1,560
	Política de conservação de áreas de recarga de aquíferos	8,529	8	10	7	1,102	1,214
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	9,059	10	10	6	1,223	1,496
	Mecanismos de controle institucional das áreas de recarga de aquíferos	8,765	9	10	7	1,069	1,144
	Políticas de regularização fundiária	8,824	9	10	5	1,519	2,308
	Restrições à regularização fundiária	8,490	9	10	5	1,803	3,252

7.3. Qualidade das águas

A Tabela 10 traz os resultados obtidos para o Grupo de Análise I – Gestão de Recursos Hídricos, seus eixos temáticos e respectivos indicadores de sustentabilidade hídrica.

Tabela 10 - Resultados do método DELPHI para o Grupo de Análise III

NÍVEL HIERÁRQUICO	DESCRIPTOR	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Grupo de análise	Qualidade das águas	8,941	9	10	5	1,223	1,496
Eixo temático	Coleta e tratamento de efluentes	9,471	10	10	7	0,924	0,854
	Poluição difusa	8,529	9	10	6	1,155	1,334
	Águas subterrâneas	8,412	8	10	6	0,983	0,967
Indicadores de sustentabilidade hídrica	Políticas de saneamento ambiental	8,882	9	10	6	1,143	1,306
	Coleta e tratamento de efluentes domésticos	9,059	10	10	6	1,271	1,616
	Coleta e tratamento de efluentes industriais	8,824	9	10	5	1,479	2,188
	Política de controle de poluição difusa	8,294	9	10	6	1,238	1,532
	Coleta e tratamento de efluentes pluviais	8,000	8	10	5	1,510	2,280
	Disposição final de resíduos sólidos	9,118	10	10	6	1,194	1,426
	Controle de qualidade águas subterrâneas	9,118	9	10	7	1,032	1,066

8. ESTUDO DE CASO: PLANO DIRETOR DE SÃO CARLOS

Este capítulo apresenta de maneira detalhada os padrões de desempenho atribuídos a cada indicador, bem como a resposta obtida na sua aplicação para análise do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de São Carlos/SP.

8.1. Medição dos padrões de desempenho

Esta seção tem como objetivo apresentar os resultados obtidos pela aplicação dos indicadores de sustentabilidade hídrica e seus respectivos padrões de desempenho ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos/SP.

Para mensuração do “nível” de sustentabilidade de cada indicador de sustentabilidade hídrica, foi realizada uma análise metódica do PDDU do município de São Carlos, utilizando-se como critério de atribuição dos escores as referências apresentadas nas seções 6.1.4.1, 6.1.4.2 e 6.1.4.3, seguindo sistemática explicitada no item 6.1.4.

Os resultados encontram-se subdivididos por grupo de análise e são apontados aspectos referentes a cada indicador de sustentabilidade hídrica utilizado para avaliação do PDDU do município de São Carlos/SP.

8.1.1. Gestão dos Recursos Hídricos

A Tabela 11 apresenta a pontuação obtida por cada um dos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise I – Gestão dos Recursos Hídricos.

Tabela 11 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise I

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	PONTUAÇÃO
Instrumentos de política e gestão	Sustentabilidade das políticas urbanas	5
	Função social e questão ambiental	3
	Instrumentos de gestão municipal	3
Controle das ações de planejamento	Controle das ações de planejamento	3
Monitoramento da qualidade ambiental	Sistema de informações ambientais	1

Instrumentos de política e gestão

Sustentabilidade das Políticas urbanas

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve evidenciar se há premissas de sustentabilidade nas políticas urbanas, avaliadas no âmbito da lei do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Para tanto se utilizou os critérios constantes da Tabela 5.

O artigo 2º, no seu inciso II, estabelece que as políticas e normas contidas no Plano Diretor devem promover a cidade sustentável para todos, valorizando os aspectos relativos à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e futuras gerações. O inciso IX do artigo supracitado elenca, como princípio básico do plano diretor a preservação e recuperação do meio ambiente natural, e o inciso XII a gestão democrática da cidade, mediante participação da população e das associações representativas dos vários segmentos da comunidade nos processos de decisão, planejamento, formulação, execução, acompanhamento e fiscalização do desenvolvimento urbano.

O inciso III do artigo 7º define como um dos objetivos da política urbana a proteção, valorização e uso adequado do meio ambiente natural e construído e da paisagem urbana e rural.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresentou todos os critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 5 na escala adotada.

Função Social e questão ambiental

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve apontar se a função social da cidade está atrelada à função ambiental. Para atingir este objetivo utilizaram-se os critérios constantes da Tabela 5.

O artigo 3º do Plano Diretor de São Carlos, nos incisos III e XIII, aponta que a cidade cumpre suas funções sociais na medida em que assegura o direito de seus

habitantes ao acesso ao saneamento ambiental e ao meio ambiente preservado e sustentável, respectivamente.

Artigo 4º diz que o Poder Público Municipal, para garantir o cumprimento das funções sociais da cidade, deverá atuar de maneira a promover políticas públicas mediante um processo permanente de gestão democrática da cidade e de participação popular; aumentar a oferta de moradias sociais evitando a degradação de áreas de interesse ambiental pela urbanização e promover usos compatíveis com a preservação ambiental.

O artigo 5º define os requisitos que a propriedade deve atender para cumprir sua função social. A alínea "a" do inciso III estabelece que a propriedade deve ter aproveitamento, uso e ocupação do solo compatíveis com a preservação, a recuperação e a manutenção ou melhoria da qualidade do meio ambiente. O parágrafo 1º deste artigo elenca, em suas alíneas "g" e "h", a preservação do patrimônio cultural, histórico, ambiental e paisagístico e a preservação dos recursos necessários à vida urbana e rural, tais como os mananciais, os corpos d'água, as áreas arborizadas e as reservas florestais, como atividades de interesse urbano ou rural, que são aquelas inerentes ao pleno exercício do direito à cidade sustentável, ao pleno respeito e cumprimento das funções sociais da cidade e ao bem-estar de seus habitantes e usuários.

A aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 3 na escala adotada.

Instrumentos de gestão municipal

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por função apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano contemplam instrumentos de política e gestão, capazes de conferir ao poder público capacidade de atuação para alcançar os objetivos de proteção dos recursos hídricos. Os critérios adotados para efetuar esta avaliação constam da Tabela 5.

O artigo 13 define os instrumentos da política urbana. Em seu Inciso I, tal artigo estabelece, nas alíneas "a", "c", e "j", como seus instrumentos de

planejamento e gestão o Plano Diretor, Zoneamento Municipal e o Zoneamento Ambiental, respectivamente.

O inciso III do artigo supracitado, que trata dos institutos jurídicos, urbanísticos e administrativos, traz como instrumentos da política urbana as Áreas Especiais de Interesse, o Direito de Preempção, a Regularização fundiária, o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV e o Relatório de Impacto de Vizinhança - RIVI.

Os incisos III e VIII do artigo 14 estabelecem que a Prefeitura Municipal deve licenciar quaisquer projetos de conversão de áreas rurais em urbanas ou projetos de mudança de uso do solo, alteração de coeficientes de aproveitamento, parcelamentos, *remembramentos* ou desmembramentos. Posteriormente, os incisos mencionados foram detalhados no artigo 97.

Os incisos IX e X do artigo 14 exigem, para atividades modificadoras do meio ambiente, potencialmente incomodas ou impactantes, a elaboração de EIA/RIMA e EIV/RIVI.

Os artigos 153, 154, 155 e a seção X, do Capítulo I do Título IV detalham e regulamentam os Estudos de Incômodo ou Impacto de Vizinhança, bem como o licenciamento das atividades.

A seção I, do capítulo II, do título V, do Plano Diretor de São Carlos autoriza o Poder Executivo a criar, por Lei específica, o Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano, contemplando a participação do poder público e da sociedade civil como um órgão de caráter consultivo, fiscalizador, de acompanhamento e de assessoramento em relação às políticas urbanas.

Desta maneira, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apresentou atendimento à 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 3 na escala adotada.

Controle das ações de planejamento

Controle das ações de planejamento

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve assinalar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano preveem algum órgão responsável pelo controle das ações de planejamento, contemplando a participação do poder público e da sociedade civil como um órgão de caráter consultivo, fiscalizador, de acompanhamento e de assessoramento em relação às políticas urbanas. Os critérios que abalizaram esta análise constam da Tabela 5.

O artigo 230 estabelece a Conferência Municipal da Cidade, que é um foro de debates e de deliberações, aberto à participação de todos os setores da sociedade e deve ser amplamente divulgada, e deverá ocorrer, no mínimo, a cada dois anos, sendo organizada pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano, e tendo como objetivos avaliar a condução e os impactos da implementação das normas contidas no Plano Diretor, na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, na Lei do Patrimônio Histórico, na Lei dos Mananciais de Abastecimento Público e nos demais instrumentos legais da política urbana; estabelecer as diretrizes gerais para a elaboração do PPA (Plano Plurianual) e da LDO (Lei das Diretrizes Orçamentárias) e sugerir diretrizes para alterações ou complementações na legislação urbana de âmbito edilício e urbanístico.

Assim, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresentou 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 3 na escala adotada.

Monitoramento da qualidade ambiental

Sistema de informações ambientais

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve demonstrar se as políticas urbanas preveem um sistema de informações ambientais. A tabela 5 traz os critérios usados para consecução desta análise

O Artigo 11 do plano diretor de São Carlos estabelece em seu inciso XVI que a Política Municipal de Habitação de Interesse Social deve promover um sistema de informações que colete e organize dados para instrumentalizar a elaboração de projetos e programas que atendam à Política Municipal de Habitação de Interesse Social. Porém, o plano diretor não dispõe de como esse sistema de informação se organiza nem quais parâmetros devem ser monitorados.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou apenas 1 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 1 na escala adotada.

8.1.2. Uso e ocupação do solo

A Tabela 12 mostra a pontuação de cada indicador de sustentabilidade hídrica pertencente ao Grupo de Análise II – Uso e ocupação do solo.

Impermeabilização do solo

Coeficiente de Permeabilidade

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo evidenciar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano dispõem sobre o controle da impermeabilização do solo urbano, um fator importante no quesito da redução e controle das inundações urbanas. Os critérios que abalizaram esta avaliação encontram-se na Tabela 6.

O Plano Diretor, no capítulo I, do Título I, que trata das diretrizes gerais do ordenamento territorial do município de São Carlos, dispõem em seu artigo 14, Inciso XIV que o Macrozoneamento e o Zoneamento do Município devem definir o tipo de uso, o coeficiente de aproveitamento, o coeficiente de ocupação e o coeficiente de permeabilidade dos terrenos, nas diversas áreas. Tais coeficientes são posteriormente estabelecidos juridicamente no Título III, “Do parcelamento, uso e ocupação do solo”, em seu capítulo III, referente à ocupação do solo.

Desta forma, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos evidenciou apenas 1 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 1 na escala adotada.

Tabela 12 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise II

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	PONTUAÇÃO
Impermeabilização do solo	Coeficiente de permeabilidade	3
	Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas	5
	Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais	0
Áreas de mananciais	Política de preservação e recuperação dos mananciais	3
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	3
	Mecanismos de controle institucional das bacias mananciais	2
Áreas de preservação permanente	Política de preservação e recuperação de áreas de preservação permanente	3
	Regulação de uso e ocupação do solo adequada	1
	Mecanismos de controle institucional das áreas de preservação permanente	2
Áreas de recarga de aquíferos	Política de conservação de áreas de recarga de aquíferos	0
	Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	0
	Mecanismos de controle institucional das áreas de recarga de aquíferos	0
Regularização fundiária	Políticas de regularização fundiária	2
	Restrições à regularização fundiária	2

Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias urbanas

Na seção que dispõe sobre as diretrizes gerais do parcelamento do solo para fins urbanos, o artigo 103 define que devem ser concebidos e implantados projetos de drenagem com o intuito de manter a vazão de escoamento dentro das condições originais da área antes de ser urbanizada, reduzindo-se o impacto da urbanização nos corpos d'água e nos fundos de vale.

Os artigos 98 e 99 preveem que sejam destinadas áreas públicas, que podem ser utilizadas para implantação de bacias de retenção de águas pluviais. O artigo 101 diz que nos parcelamentos do solo que possuam Áreas de Preservação Permanente, parte das áreas públicas poderá ficar localizada contígua às APP's para ampliar a faixa de proteção ambiental dos corpos d'água, incrementar a permeabilidade do solo urbano e servir de suporte para a implantação das bacias de retenção de águas pluviais.

A aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou o atendimento aos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiu pontuação 5 na escala adotada.

Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais

No Plano Diretor de São Carlos não se encontram mecanismos de incentivo ao aumento da área permeável ou à retenção das águas pluviais nos lotes lindeiros, o que demonstra a opção por medidas estruturais em detrimento das não-estruturais.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou que nenhum dos critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e, obteve pontuação 0 na escala adotada.

Áreas de Mananciais

Política de preservação e recuperação dos mananciais

No Inciso II do artigo 8º consta que um dos objetivos que devem direcionar as formas de vivência e uso do território municipal pelos agentes públicos e privados, e pelos cidadãos em geral, no estabelecimento de uma política fundiária, é demarcar, preservar e ampliar as áreas verdes e de preservação ambiental.

No artigo 9º, o inciso XII estabelece, como uma das diretrizes locais da promoção da política urbana, a preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, em especial as áreas de interesse ambiental localizadas no perímetro de proteção aos mananciais.

Os Incisos I e IV do artigo 14 dispõem que o macrozoneamento e o zoneamento do município devem discriminar e delimitar as áreas de preservação ambiental, urbanas e rurais, as áreas de drenagem das captações utilizadas ou reservadas para fins de abastecimento, visando o desenvolvimento ambiental sustentável.

Desta maneira, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresenta 3 dos 4 critérios de

avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e alcançou pontuação 3 na escala adotada.

Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada

O plano diretor de São Carlos estabelece na Seção III do Capítulo III e na Seção II do Capítulo IV, do Título II, que trata do ordenamento territorial do município, as diretrizes para a ocupação das áreas de mananciais urbanos e rurais.

A aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos expôs que 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e atingiu pontuação 3 na escala adotada.

Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais

O inciso IV do artigo 240 do Plano diretor de São Carlos exige sua complementação através de uma Lei das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais, detalhando a ocupação dos mananciais.

O artigo 62 regulamenta as Áreas Especiais de Interesse Ambiental, porções do território destinadas a proteger e recuperar os mananciais, nascentes e corpos d'água.

O Inciso VII do artigo 171 estabelece que o direito de preempção será exercido sempre que o município necessitar de áreas para criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresenta 2 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e, obteve pontuação 2 na escala adotada.

Áreas de Preservação Permanente

Recuperação das áreas de preservação permanente

O artigo 8º dispõe sobre os objetivos que devem direcionar as formas de vivência e uso do território municipal pelos agentes públicos e privados, e pelos

cidadãos em geral. No estabelecimento de uma política fundiária, o inciso II, traz como um desses objetivos, a demarcação, preservação e ampliação das áreas verdes e de preservação ambiental.

O artigo 14, nos incisos I e IV, dispõe que o macrozoneamento e o zoneamento do município devem designar e delimitar as áreas de preservação ambiental, urbanas e rurais, discriminando as de preservação permanentes ou temporárias, nas encostas, nas bordas de tabuleiros ou chapadas.

O artigo 101 estabelece que, nos parcelamentos do solo que tenham Áreas de Preservação Permanente, parte das áreas públicas poderá ficar localizada contígua às APP's, para ampliar a faixa de proteção ambiental dos corpos d'água.

Assim sendo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresenta 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e atingiu pontuação 3 na escala adotada.

Regulação de uso e ocupação do solo adequada

O artigo 14 do plano diretor de São Carlos consolida as Áreas de Preservação Permanente como áreas “non aedificandi”.

Assim, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apresenta o atendimento à apenas 1 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e obteve pontuação 1 na escala adotada.

Mecanismos de controle institucionais da preservação das APP's

O artigo 62 trata das Áreas Especiais de Interesse Ambiental, que são porções do território destinadas a proteger e recuperar áreas de reflorestamento e de conservação de fundos de vale.

O artigo 104, inciso III diz que o Poder Executivo Municipal não autorizará parcelamentos para fins urbanos localizados em áreas com restrições a ocupação, que apresentem encostas nas proximidades de nascentes de cursos d'água, conforme legislação pertinente.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos apresenta 2 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foram atendidos e recebeu a pontuação 2 na escala adotada.

Áreas de recarga de aquíferos

Nada consta no Plano Diretor de São Carlos acerca das áreas de recarga de aquíferos, mesmo com mais de 70% da área do município estando em área de afloramento do aquífero Guarani, o mais importante do cone sul, o que demonstra de maneira contundente o descaso do poder público para com esse tema.

Desta maneira, a aplicação dos indicadores de sustentabilidade hídrica deste eixo temático ao PDDU do município de São Carlos não apresentou atendimento nenhum dos critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e atingiram pontuação 0 na escala adotada.

Regularização fundiária

Políticas de regularização fundiária

O inciso VII do artigo 9º do Plano diretor de São Carlos indica que o município deve propiciar a recuperação e melhoria das condições de moradia nos aglomerados de habitações ocupadas pela população de baixa renda, implementando-se as medidas necessárias para a regularização física, urbanística, imobiliária, administrativa e fundiária destas áreas, assegurando-se o acesso aos equipamentos urbanos e comunitários e aos serviços públicos essenciais.

A alínea “o” do inciso III do artigo 13 traz a regularização fundiária como um dos institutos jurídicos, urbanísticos e administrativos da política urbana.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou o atendimento à 2 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e alcançou pontuação 2 na escala adotada.

Restrições à regularização fundiária

O artigo 88, em seu inciso IV, dispõe que não serão objeto de regularização em Área Especial de Interesse Social locais que ocupem Área de Preservação Permanente (APP).

Nada consta no Plano Diretor de São Carlos quanto à regularização fundiária em áreas de mananciais. Porém, tal assunto pode ser abordado em lei específica de Proteção e Recuperação de mananciais, prevista pelo inciso IV do artigo 240 do mesmo.

O inciso III do artigo 88, prevê que não serão objeto de regularização em Área Especial de Interesse Social locais que apresentem risco geotécnico.

A aplicação do indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos atendeu à 2 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e obteve a pontuação 2 na escala adotada.

8.1.3. Qualidade das águas

A Tabela 13 expõe a pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica integrantes do Grupo de Análise I – Gestão dos Recursos Hídricos.

Tabela 13 - Pontuação obtida pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do Grupo de Análise III

EIXO TEMÁTICO	INDICADOR	PONTUAÇÃO
Coleta e tratamento de efluentes	Políticas de saneamento ambiental	3
	Coleta e tratamento de efluentes domésticos	1
	Coleta e tratamento de efluentes industriais	3
Poluição difusa	Política de controle de poluição difusa	0
	Coleta e tratamento de efluentes pluviais	0
Águas subterrâneas	Disposição final de resíduos sólidos	1
	Controle de qualidade águas subterrâneas	0

Coleta e tratamento de efluentes

Políticas de Saneamento Ambiental

O plano diretor de São Carlos, no inciso III do seu artigo 8º estabelece como um objetivo que deve direcionar as formas de vivência e uso do território municipal pelos agentes públicos e privados, e pelos cidadãos em geral, no estabelecimento

de uma política fundiária, a demarcação de zonas prioritárias para ações de saneamento ambiental, que exerçam ou possam exercer efeito prejudicial ao bem-estar físico, mental ou social dos cidadãos.

A aplicação do indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos atendeu à 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e, deste modo, atingiu a pontuação 3 na escala adotada.

Coleta e Tratamento de Efluentes domésticos

O plano diretor de São Carlos condiciona, nos termos do inciso II do artigo 116, a implantação de Chácaras de Recreio à aprovação de sistema de esgotamento sanitário, com a adoção de sistemas de coleta e tratamento que não comprometam a saúde pública e a integridade ambiental, particularmente a qualidade dos recursos hídricos da região.

O inciso II do parágrafo 1º do artigo 120, exige que a regularização dos parcelamentos objeto de Urbanização deverá garantir a coleta, tratamento e destinação de esgoto.

Porém, tais dispositivos jurídicos regulam somente casos específicos, e o Plano Diretor de São Carlos não conta com diretriz geral de coleta e tratamento de esgotos domésticos.

Desta maneira, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou que apenas 1 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 foi atendido e, assim, obteve a pontuação 1 na escala adotada.

Coleta e tratamento de efluentes industriais

O Plano Diretor de São Carlos não possui dispositivos de controle dos efluentes industriais, porém atrela a atividade industrial à lei estadual que estabelece normas e diretrizes para o zoneamento industrial. Tal lei dispõe que as zonas industriais devem situar-se em áreas que apresentem elevada capacidade de assimilação de efluentes, tendo em vista a proteção ambiental, respeitadas

quaisquer restrições legais ao uso e ocupação do solo, especialmente quanto à proteção de recursos hídricos.

A aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou a presença de 3 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e, desta forma, recebeu a pontuação 3 na escala adotada.

Poluição difusa

O Plano Diretor de São Carlos não contempla o tema da poluição difusa, evidenciado o descaso do poder público em relação à questão do carreamento de poluentes pela chuva para os corpos d'água.

Deste modo, a aplicação dos indicadores de sustentabilidade hídrica deste eixo temático apontou que o PDDU do município de São Carlos não atendeu a nenhum dos critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e obtiveram a pontuação 0 na escala adotada.

Águas subterrâneas

Disposição final dos resíduos sólidos

Os artigos 39 e 45 do Plano Diretor de São Carlos dizem que a área onde se localizava o antigo lixão municipal e a área hoje ocupada pelo atual aterro sanitário devem estar sob contínuo controle ambiental.

Deste modo, a aplicação deste indicador de sustentabilidade hídrica apontou que o PDDU do município de São Carlos atendeu somente a 1 dos 4 critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e recebeu a pontuação 1 na escala adotada.

Controle de qualidade das águas subterrâneas

O plano diretor de São Carlos não possui dispositivos de controle do uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos, demonstrando de modo explícito a falta de preocupação com a questão das águas subterrâneas.

Também não possui mecanismos de controle dos resíduos de cargas industriais, porém atrela a atividade industrial à lei estadual que estabelece normas e diretrizes para o zoneamento industrial. Tal lei dispõe que as zonas industriais devem situar-se em áreas que apresentem elevada capacidade de assimilação de efluentes, tendo em vista a proteção ambiental, respeitadas quaisquer restrições legais ao uso e ocupação do solo, especialmente quanto à proteção de recursos hídricos.

Desta maneira, a aplicação do indicador de sustentabilidade hídrica ao PDDU do município de São Carlos apontou que este não atendeu a nenhum dos critérios de avaliação apresentados na seção 6.1.4 e obteve a pontuação 0 na escala adotada.

8.2. Agregação matemática

Este capítulo apresenta os resultados finais da investigação científica de que trata esta pesquisa. Os valores obtidos foram agrupados de acordo com cada etapa do cálculo do ISH. As seções subsequentes expõem as memórias de cálculo relativas a cada passo do modelo formal de cálculo. Primeiramente são exibidas as memórias referentes aos índices “setoriais” que compõe o modelo formal de cálculo. Por fim é apresentado o cálculo final do Índice de Sustentabilidade Hídrica, propriamente dito.

8.2.1. Índice de sustentabilidade “gestão dos recursos hídricos” – IS_{GRH}

O IS_{GRH} é calculado conforme equação 02, detalhada na seção 6.1.5. Os pesos relativos a cada indicador de sustentabilidade hídrica que compõe o cálculo encontram-se na seção 7.1. A pontuação de cada indicador de sustentabilidade hídrica aplicado ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos é apresentada na seção 8.1.1. A tabela 14 traz a memória de cálculo do IS_{GRH} .

Tabela 14 - Memória de cálculo do IS_{GRH}

Indicador de Sustentabilidade Hídrica	X_i	X_{IN}	w_i	$X_{IN} * w_i$
Sustentabilidade das políticas urbanas	5	1,00	8,882	8,882
Função social e questão ambiental	3	0,60	9,118	5,471
Instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos	3	0,60	9,353	5,612
Controle das ações de planejamento	3	0,60	9,118	5,471
Sistema de informações ambientais	1	0,20	9,059	1,812
Σ			45,529	27,247
IS_{GRH}				0,598

O índice de sustentabilidade “gestão dos recursos hídricos” aplicado ao PDDU do município de São Carlos apresentou valor “0,598”. Este valor decorre da pontuação alcançada pelos indicadores que compõe este índice.

Destaque positivo para o indicador “sustentabilidade das políticas urbanas” apresentou pontuação máxima e atendeu a todos os critérios de avaliação adotados neste estudo. Como destaque negativo coloca-se o indicador “sistemas de

informações ambientais” que atendeu a somente um critério de avaliação e puxou o resultado deste índice para baixo.

Já os demais indicadores que compõem este índice setorial apresentaram (“função social e questão ambiental”, “instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos” e “controle das ações de planejamento”) tiveram desempenho razoável atingindo valor normalizado da ordem de “0,60”.

8.2.2. Índice de sustentabilidade “uso e ocupação do solo” – IS_{UOS}

O IS_{UOS} é calculado de acordo com a equação 03, exposta na seção 6.1.5. O peso relativo a cada indicador de sustentabilidade hídrica que compõe o cálculo apresentam-se na seção 7.1. A pontuação de cada indicador de sustentabilidade hídrica aplicado ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos é detalhada na seção 8.1.2. A tabela 15 contém a memória de cálculo do IS_{UOS} .

Tabela 15 - Memória de cálculo do IS_{UOS} .

Indicador de Sustentabilidade Hídrica	X_i	X_{iN}	w_i	$X_{iN} * w_i$
Coeficiente de permeabilidade	3	0,60	8,529	5,118
Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas	5	1,00	8,882	8,882
Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais	0	0,00	8,588	0,000
Política de conservação e recuperação dos mananciais	3	0,60	9,353	5,612
Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada	3	0,60	9,176	5,506
Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais	2	0,40	8,882	3,553
Política de preservação e Recuperação das áreas de preservação permanente	3	0,60	8,941	5,365
Regulação de uso e ocupação do solo adequada	1	0,20	9,235	1,847
Mecanismos de controle institucional da preservação das APP's	2	0,40	9,000	3,600
Política de conservação das áreas de recarga de aquíferos	0	0,00	8,529	0,000
Coeficientes de permeabilidade do solo para as áreas de recarga de aquíferos	0	0,00	9,059	0,000
Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de recarga de aquífero	0	0,00	8,765	0,000
Políticas de regularização fundiária	2	0,40	8,824	3,529
Restrições à regularização fundiária	2	0,40	8,490	3,396
		Σ	124,255	46,408
		IS_{UOS}		0,373

O índice de sustentabilidade “uso e ocupação do solo” aplicado ao PDDU do município de São Carlos obteve pontuação final de “0,373”. Este valor decorre do baixo desempenho apresentado pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do

eixo temático “áreas de recarga de aquíferos” e pelo indicador “incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais”. Destaque para o indicador “mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas” que obteve pontuação máxima. Já os demais indicadores que compõe este índice apresentaram desempenho mediano, recebendo pontuação na faixa intermediária da escala adotada.

8.2.3. Índice de sustentabilidade “qualidade das águas” – IS_{QA}

O IS_{QA} é calculado segundo a equação 04, apresentada na seção 6.1.5. Os pesos relativos a cada indicador de sustentabilidade hídrica que compõe o cálculo são expostos na seção 7.3. A pontuação de cada indicador de sustentabilidade hídrica aplicado ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de São Carlos é encontrada na seção 8.1.3. A tabela 16 traz a memória de cálculo do IS_{QA} .

Tabela 16 - Memória de cálculo do IS_{QA} .

Indicador de Sustentabilidade Hídrica	X_i	X_{iN}	w_i	$X_{iN} * w_i$
Políticas de Saneamento Ambiental	3	0,60	8,882	5,329
Coleta e tratamento de efluentes domésticos	1	0,20	9,059	1,812
Coleta e tratamento de efluentes industriais	3	0,60	8,824	5,294
Política de controle da poluição difusa	0	0,00	8,294	0,000
Coleta e Tratamento dos efluentes pluviais	0	0,00	8,000	0,000
Disposição final dos resíduos sólidos	1	0,20	9,118	1,824
Controle de qualidade das AS	0	0,00	9,118	0,000
		Σ	61,294	14,259
			IS_{QA}	0,233

O índice de sustentabilidade “qualidade das águas” aplicado ao PDDU do município de São Carlos resultou num valor de “0,233”. Este valor deriva da pontuação alcançada pelos indicadores que compõe o eixo temático “poluição difusa” e pelo indicador “controle de qualidade das águas subterrâneas”. Outro fator a reduzir o valor alcançado por este índice setorial este índice foi o baixo desempenho dos apontados pelos indicadores “coleta e tratamento de efluentes domésticos” e “disposição final dos resíduos sólidos”.

8.2.4. Índice de Sustentabilidade Hídrica – ISH

O ISH é obtido através da equação 05, detalhada na seção 6.1.5. Os pesos relativos a cada grupo de análise que compõe o cálculo são expostos na seção xx. Os valores dos índices “setoriais” que forma o ISH podem ser encontrados nas seções anteriores. A tabela 17 apresenta a memória de cálculo do ISH.

Tabela 17 - Memória de cálculo do ISH.

Índice setorial	IS	w_i	$IS \cdot w_i$
IS_{GRH}	0,598	9,176	5,49166
IS_{UOS}	0,373	9,353	3,49322
IS_{QA}	0,233	8,941	2,07998
	Σ	27,471	11,065
		ISH	0,403

O Índice de sustentabilidade hídrica para avaliação do planejamento dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal aplicado ao PDDU do município de São Carlos apresentou valor “0,403”. Este valor decorre da pontuação alcançada pelos índices setoriais que compõe este índice. Observou-se um valor baixo decorrente do baixo desempenho do IS_{UOS} e do IS_{QA} . Deste modo, após a agregação de todos os índices setoriais o resultado obtido que o coloca o PDDU do município de São Carlos dentro do nível de sustentabilidade “Sustentabilidade Comprometida”.

PARTE V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

9. CONCLUSÕES

Para desenvolver esta investigação científica, que trata da incorporação da sustentabilidade ambiental em planos urbanos, foi preciso realizar uma revisão crítica, contextualizando as dificuldades e barreiras que permeiam o processo de elaboração do plano diretor, com vistas a ampliar a eficácia e a eficiência deste como um instrumento capaz de enfrentar os conflitos socioambientais pré-existentes nos municípios brasileiros, e concomitantemente torná-lo um instrumento promotor de sustentabilidade ambiental para as cidades.

Essa revisão propiciou os alicerces e subsídios necessários para modelar a metodologia aplicada para consecução dos objetivos propostos nesta pesquisa. Fundamentado por estes estudos teórico-conceituais, foram estabelecidos três grupos de análise. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em temas específicos denominados como eixos temáticos, relacionados à questão dos recursos hídricos no âmbito da gestão municipal. Com base nestes temas específicos, selecionaram-se indicadores qualitativos de sustentabilidade hídrica do planejamento urbano, de modo a explicitar se aspectos ambientais pertinentes aos recursos hídricos foram considerados na elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano. Esta seleção balizou-se pelos critérios da simplificação, quantificação, comunicação, validade e pertinência, propostos por Mueller *et. al.* (1997).

Buscou-se uma abordagem inovadora, em que questões tradicionais neste tipo de estudo, como avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, foram contempladas de maneira indireta, uma vez que tais aspectos são como respostas da aplicação das políticas públicas aqui estudadas. A principal dificuldade encontrada nesta etapa da pesquisa foi justamente correlacionar estes aspectos com a situação concreta analisada. Deste modo, recomendam-se estudos específicos acerca dos critérios de avaliação adotados para cada indicador de sustentabilidade hídrica aqui proposto.

Quanto a aplicação do método Delphi de consulta a especialistas, utilizado para atribuição dos pesos específicos de cada indicador de sustentabilidade hídrica proposto, observou-se que a maioria das respostas apresentou valores elevados na escala proposta. Isso era esperado uma vez que remetem a aspectos importantes

para a o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Notou-se também a pouca variação entre as respostas, evidenciada pelos baixos valores apresentados pelo desvio padrão e variância dos dados obtidos nesta fase da pesquisa. Isso já era esperado, uma vez que o perfil dos respondentes em termos de formação e atuação profissional é assemelhado, o que, por sua vez, implica numa visão parecida acerca dos temas abordados nos questionários. Nesta etapa, a principal dificuldade encontrada foi a divulgação e a mobilização do público alvo para responder os questionários.

A metodologia aqui proposta foi aplicada num cenário concreto, através de um estudo de caso. No caso do Plano Diretor do município de São Carlos, esta investigação científica apontou que esse instrumento de gestão urbana incorporou de maneira significativa o paradigma da sustentabilidade ambiental na sua elaboração uma vez que o considera nos fundamentos, objetivos, diretrizes e legislação decorrente. Porém, em alguns pontos específicos ele se mostra bastante falho, como não considerar aspectos pertinentes a poluição difusa e área de recarga de aquíferos, por exemplo. Deste modo, após a aplicação da metodologia desenvolvida por esta pesquisa, o PDDU do município de São Carlos apresentou nível de sustentabilidade denominado “sustentabilidade comprometida”, alcançado pontuação “0,403” na escala adotada. Isso decorre principalmente do baixo desempenho obtido pelos índices setoriais IS_{UOS} e do IS_{QA} . Assim, apesar do PDDU do município de São Carlos incorporar o paradigma da sustentabilidade na sua gênese, ainda apresenta pontos que comprometem a sustentabilidade hídrica do município no longo prazo.

Em relação ao grupo de análise I, que forma o IS_{GRH} , este apresentou valor “0,598”. Neste tópico, o PDDU do município de São Carlos avança no sentido em que busca promover a cidade sustentável para todos, atrelando o conceito de sustentabilidade aos seus fundamentos, objetivos, diretrizes e legislação decorrente.

O PDDU do município de São Carlos busca atrelar a função social da cidade e da propriedade urbana à questão ambiental, porém não tem isso como uma diretriz de atuação da política pública.

Como instrumentos de gestão municipal, o PDDU do município de São Carlos contempla instrumentos do Estatuto da Cidade e Política Nacional de Meio Ambiente. Entretanto falha não relacionar os instrumentos de gestão municipal aos instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Estabelece também a gestão democrática da cidade através de um foro de debates e deliberações aberto a todos os setores da sociedade, a Conferência Municipal da Cidade. Prevê também um órgão institucional de controle, o Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano. Em relação ao controle quali-quantitativo dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos, cita genericamente um sistema de informações ambientais, porém não detalha nem prevê nada acerca da sua organização e operacionalização.

Em relação ao grupo de análise II, que forma o IS_{UOS} , este apresentou valor “0,373”. Este valor decorre do baixo desempenho apresentado pelos indicadores de sustentabilidade hídrica do eixo temático “áreas de recarga de aquíferos” e pelo indicador “incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais”. É inconcebível que uma cidade que têm mais de 70% de sua área como afloramento do maior aquíferos do país não contenha nenhuma regulamentação quanto à permeabilidade específica para áreas de recarga, uso de agroquímicos e disposição de resíduos industriais. Ao não prever incentivos ao aumento da área permeável, o poder público revela a preferência por medidas estruturais, em detrimento as medidas não estruturais, mais baratas na sua implantação.

Destaque positivo para o indicador “mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas” que obteve pontuação máxima. A análise dos impactos ambientais decorrentes da urbanização e suas consequências para a qualidade de vida urbana, no que tange aos recursos hídricos, revela preocupação do poder público em manter a condição de escoamento nas bacias semelhante às anteriores à urbanização, prevendo áreas públicas para implantação de bacia de retenção de águas pluviais e coeficientes de permeabilidade.

O IS_{QA} , relacionado ao grupo de análise III, obteve pontuação “0,233”. Este valor provém da pontuação alcançada pelos indicadores que compõe o eixo temático “poluição difusa” e pelo indicador “controle de qualidade das águas

subterrâneas”. Outro fator a reduzir o valor alcançado por este índice setorial foi o baixo desempenho apontados pelos indicadores “coleta e tratamento de efluentes domésticos” e “disposição final dos resíduos sólidos”. Tal valor, baixo perante a escala adotada, já era esperado uma vez que os critérios de avaliação utilizados previam aspectos relacionados à Política Nacional de Saneamento Básico e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, legislação federal sancionada posteriormente à aprovação do PDDU do município de São Carlos.

Considerando à pontuação alcançada pelo PDDU do município de São Carlos na aplicação do ISH proposto por esta pesquisa, alguns quesitos devem ser contemplados em sua futura revisão, como: estabelecer diretrizes mais claras em relação à coleta e tratamento de efluentes; regulamentar um sistema de monitoramento da sua qualidade ambiental; estabelecer efetivamente um sistema de informações ambientais; regulamentar o uso e ocupação das áreas de recarga de aquíferos e regulamentar aspectos relacionados à poluição difusa e suas consequências.

Por fim, devido à metodologia aqui proposta ser compreensível e não depender de recursos financeiros para sua aplicação, espera-se que a mesma possa ser facilmente replicada para Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano de outros municípios, independente de seu porte e situação ambiental.

10. RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Como recomendações e indicações para estudos futuros sugerem-se:

- Realização de estudo de “percepção ambiental” focado na atribuição de pesos específicos, que contemple um espaço amostral relevante da sociedade, em termos de distribuição espacial e de atuação dos atores envolvidos;
- Estudos específicos acerca dos critérios de avaliação adotados para cada indicador de sustentabilidade hídrica aqui proposto;
- Replicação da metodologia para outros municípios de portes diferentes;
- Estudo de sensibilidade avaliando cenários diferentes de revisão dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, Henri. *Discursos da Sustentabilidade Urbana*. In: **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. Vol. 1, nº 1, Rio de Janeiro, RJ: ANPUR, 1999.

ALVARENGA, A.; CARVALHO, P. S.; ESCÁRIA, S. C. **Delphi**: Método e aplicações. Lisboa, PT: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007.

AWWA - American Water Works Association. **Water Resources Planning: Manual of Water Supply Practices**. M50, ed. Denver, CO: American Water Works Association, 2001

ANDRADE, L. & GOUVÊA, L. *Vila Varjão: O problema da habitação como uma questão ambiental*. In: **I Conferência Latino-Americana de construção sustentável**. São Paulo, SP, 2004.

ANTONUCCI, D.; KATO, V.; ALVIM, A.; ZIONI, S. **UN-Habitat**: 3 décadas de atuação. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq107/arq107_01.asp> Acesso em 5 mai. 2009.

BIAU, Daniel. *Vancouver 1976 – Back to the future*. In: **Habitat Debate**. UN-

BOEIRA, S.L.; SANTOS, A.C.B.; SANTOS, A.G. *Estatuto da Cidade: Aspectos Epistemológicos, Sociopolíticos e Jurídicos*. In: **Revista Brasileira de Administração Pública**, v. 43, 2009.

BORGES, Aldan. **Implicações ambientais na bacia Hidrográfica do rio Pitimbu (RN) decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo**. Natal: UFRN, 2002. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

BRAGA, Roberto. *Planejamento urbano e recursos hídricos*. In: BRAGA, R. & CARVALHO, P. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro, SP: UNESP-IGCE, 2003.

BRITO, Cristina Wayne. **Avaliação da sustentabilidade ambiental urbana da cidade de Nova Hartz**: análise de caso. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BROWN, Bernice B. **DELPHI Process**: A Methodology Used for the Elicitation of Opinions of Experts, California, P-3925, 1968.

CARNEIRO NETO, J. A. **Indicadores de sustentabilidade ambiental para os perímetros irrigados Ayres de Sousa e Araras**. Fortaleza: UFC, 2005. 119 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

CERQUEIRA, E. C. **Indicadores de sustentabilidade ambiental para a gestão de rios urbanos**. Salvador: UFBA, 2008. 224p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

COSTA, H.S.M. *Desenvolvimento urbano sustentável: Uma contradição de termos?* In: **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. Nº 2, Recife, PE: ANPUR, 2000.

DEÁK, Csaba. *Planejamento urbano*. In: **Verbetes de economia política e urbanismo**. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak /CD/4verb/index.html> Acesso em 13 abr. de 2009.

DÉLÉAGE, J. P. *L'Avenir des Villes*. In: **Écologie et Politique**. Nº 13, Paris, França, 1995.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo, SP: Atlas, 1992. 255 p.

DEPONTI, C. M. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local**. Monografia (Especialização). Porto Alegre: UFRGS - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, 2002.

DURAZO, E. P. *Desarrollo sustentable de las ciudades*. In: **Ciudades**. N° 34. Cidade do México, México, 1997.

ELLIOTT, J.A. **An introduction to sustainable development**. Nova York: Routledge, 1994.

EMELIANOFF, C. *Les Villes Durables, l'émergence de nouvelles temporalités dans des vieux espaces urbains*. In: **Écologie et Politique**. N° 13, Paris, França, 1995.

FERREIRA, J.S.W. *Estatuto da cidade*. In: Verbetes de economia política e urbanismo. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak/CD/4verb/index.html> Acesso em 13 abr. de 2009.

FERREIRA, L.C. *Os ambientalistas, os direitos sociais e o universo da cidadania*. In: FERREIRA, L.C. & VIOLA, E. **Incertezas da sustentabilidade na globalização**. Campinas, SP: Unicamp, 1996.

FRANCO, M.A.R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo, SP: Annablume editora, 2001.

GALINDO, E. F. **Cidades e suas águas: a interface gestão urbana/gestão de recursos hídricos para a sustentabilidade ambiental**. Recife: UFPE, 2009. 194 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

GODARD, O. *Le Développement Durable et le Dévenir des Villes, Bonnes Intentions et Fausses Bonnes Idées*. In: **Futuribles**. Paris, França. 1996.

GOMES, M.A.S. & SOARES, B.R. *Reflexões sobre qualidade ambiental urbana*. In: **Estudos Geográficos**. vol. 2 nº 2, Rio Claro: UNESP, 2004.

GONZÁLEZ ALVAREZ, M.D. **Processos de Planejamento nos Pólos Tecnológicos: Um Enfoque Adaptativo**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1997. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1997.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável pra bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

HOGAN, D.; CUNHA, J.M.P.; CARMO, R.L. & OLIVEIRA, A. A.B. *Urbanização e Vulnerabilidade Sócio-Ambiental: o caso de Campinas*. In: HOGAN, D. et al (org.): **Migração e ambiente nas aglomerações urbanas**. Campinas, SP: Núcleo de Estudos de População / UNICAMP, 2001.

HOUAISS, Antônio & VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva, 2001.

IORIS, A.A.R, HUNTER, C., WALKER, S.). *The development and application of water management sustainability indicators on Brazil and Scotland*. In: **Journal of environmental Management**. (88), p. 1190-1201, 2008

JACOBI, C.M. **Ecologia urbana**. Belo Horizonte, 2000. Disponível em: <www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/ecourbana.pdf> Acesso em 23 out. de 2008.

JACOBI, Pedro. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Municípios no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo, SP: CEPAM e Correios, 1999.

JUNQUEIRA, J. C. J. **Desenvolvimento de modelo para avaliação de desempenho de política pública de meio ambiente**. Estudo de caso: estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 345 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

KIRZNER, Vania. *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001)*. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 7, n. 64, abr. 2003. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3899>>. Acesso em: 8 set. 2009.

KOCHE, J.C. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da ciência e prática da pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 180 p.

LEAL, Márcia. **Gestão ambiental de recursos hídricos: Princípios e aplicações.** Rio de Janeiro, RJ: CPRM, 1998.

LEFÈBVRE, Henri. **O direito à cidade.** São Paulo, SP: Documentos, 1969

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi method: techniques and applications.** Boston: Addison-Wesley Pub. Co, 2002. 620 p.

LOPES, F. B. **Índice de sustentabilidade do perímetro irrigado baixo Acaraú, Ceará.** Fortaleza: UFC, 2008. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

MADEIRA, José Maria Pinheiro. Estatuto da Cidade. Considerações introdutórias. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 7, n. 60, nov. 2002. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3434>>. Acesso em: 28 jun. 2009.

MAGLIO, I.C. **A sustentabilidade do planejamento urbano do município de São Paulo.** São Paulo: USP, 2005. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em saúde pública. Faculdade de saúde pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MARICATO, Ermínia. **Metrópole na periferia do capitalismo.** São Paulo, SP: Hucitec, 1996.

_____. *Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras.* In: **São Paulo em perspectiva**, vol.14 nº4. São Paulo, 2000

_____. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

MEDAUAR, O.; ALMEIDA, F. D. M. (Coords.). **Estatuto da Cidade: Lei 10.257, de 10.07.2001**, comentários. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MELO, A. S. S. A. **Estimação de um Índice de Agricultura Sustentável: o caso da área irrigada do vale do Submédio São Francisco.** Recife, UFPE: 1999. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

MENDES, C.A.B. & CIRILO, J.A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre, RS: ABRH, 2001.

MONTE-MÓR, R.L.M. **Urbanização Extensiva e Lógicas de Povoamento: um olhar ambiental**. In: SANTOS, M.; SOUZA, M.A.; SILVEIRA, M.L. (Eds.) **Território: globalização e fragmentação**. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1999.

MUCELIN, C.A. & BELLINI, L.M. *Percepção ambiental em ecossistema urbano*. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu, MG. 2007.

MUELLER, C.C.; TORRES, M.; MORAIS, M.P. **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos**. Brasília, DF: IPEA, 1997.

NAHAS, M.I.P. **Indicadores intra-urbanos como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades: discussão teórico-metodológica**. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <http://ead01.virtual.pucminas.br/IDHS/01_idhs/pdfs/nahas1.pdf> Acesso em 3 abr. 2009.

NEFUSSI, Nelson & LICCO, Eduardo. **Solo urbano e meio ambiente**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.tecsi.fea.usp.br/eventos/Contecsi2004/BrasilEmFoco/port/meioamb/mamburb/apresent/index.htm>> Acesso em: 15 Abr. 2008.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan, 1983.

OECD. **Environmental indicators. OECD Core set**. Paris, FRA: OECD, 1994.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Eiras. **Estatuto da cidade: para compreender...** Rio de Janeiro, RJ: IBAM/DUMA, 2001.

OXFORD DICTIONARIES. Oxford University Press. Oxford, UK, 2010. Disponível em <<http://oxforddictionaries.com/definition/sustain>> Acesso em 25 de mai. 2011.

PLATT, Rutheford. *The ecological city: Introduction and overview*. In: PLATT, R.; ROWNTREE, R. & MUICK, P. **The ecological city. Preserve and restoring urban biodiversity**. Amherst: The University of Massachusetts Press, 1994.

REBOUÇAS, Aldo. *Água Doce no Mundo e no Brasil*. In: REBOUÇAS, Aldo et al, **Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, SP: Instituto de Estudos Avançados da USP, 1999.

ROLNIK, R. (Org.). **Estatuto da Cidade - guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2001.

ROMERO, M.A.B.; SILVEIRA, A.L.; PERSON, E.; GUIA, G.; ANDRADE, L.M.S. *Indicadores de sustentabilidade dos espaços públicos urbanos. Aspectos metodológicos*. In: **Anais do Seminário A Questão Ambiental Urbana: Experiências e Perspectivas**. Brasília, DF: Núcleo de Estudos Urbanos e Regionais - NEUR, 2004.

RUEDA, S. **Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles: Taller sobre Indicadores de Huella e Calidad Ambiental Urbana**. Fundación Forum Ambiental/Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. Barcelona, 1999.

SABOYA, Renato. **Estatuto da Cidade – breve histórico**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2008/02/estatuto-da-cidade-breve-historico>> Acesso em 2 mar. 2009.

SACHS, Ignacy. *Estratégias de transição para o século XXI*. In: BURSZTYN, M., org. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Brasiliense, p. 29-56, 1994.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Petrópolis, RJ: Editora Garamond, 2002.

SANTIN, Janaína Rigo; MARANGON, Elizete Gonçalves. *O estatuto da cidade e os instrumentos de política urbana para proteção do patrimônio histórico: outorga*

onerosa e transferência do direito de construir. In: **História**, Franca, v. 27, n. 2, 2008.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado – Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. São Paulo, SP: Editora Hucitec, 1988

_____. **A urbanização brasileira**. São Paulo, SP: Editora Hucitec, 1993

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2004.

SEAFORTH, Wandia. *Estambul + 5: La Opinión de La Red “Viviendo Y Construyendo” a cinco años da La Conferencia Hábitat II*. In: **I Boletín del Instituto de La Vivienda**. Vol. 17, nº 45. Santiago, Chile: Universidad de Chile, 2002
Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/258/25804507.pdf>> Acesso em 25 jun. 2009.

SILVA, S. **Indicadores de sustentabilidade urbana: As perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável**. São Carlos: UFSCAR, 2000. 260 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

SILVA, J.T. & PORTO, M.F.A. *Gestão urbana e gestão das águas*. In: **Revista estudos avançados**, vol.17 nº47, São Paulo, 2003

SMITH, Neil. **The new urban frontier: gentrification and the ravnchist city**. New York, NY: Routledge, 1996

SOUZA, M. P. **Fundamentos de gestão ambiental: princípios e prática**. São Carlos, SP: Riani Costa, 2000.

SPOSITO, M.E.B. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo, SP: Editora Contexto, 2001.

TAPAJÓS, D. R. **Modelo de indicadores de sustentabilidade aplicável hidrovias na Amazônia – MISAHA**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 290 p. Tese

(Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisa Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TUCCI, Carlos M. *Águas Urbanas*. In: TUCCI, Carlos M. & BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre, RS: ABRH, 2003.

UN, 2002. **Report of the World Summit on Sustainable Development**. Joanesburgo, 2002. Disponível em <http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit_docs/131302_wssd_report_reissued.pdf> Acesso em 15 Abr. 2011

UNEP. 1972. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment**. Disponível em <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=97&articleid=1503>> Acesso em 15 Abr. de 2011.

UNWCED. **Our common future**. Oxford, UK: Oxford University Press, 1987.

VASCONCELOS, R. R.; TORRES FILHO, W. **Impactos Ambientais das Atividades Humanas sobre a Base de Recursos Renováveis no Semi-árido** (Relatório Preliminar). Projeto Áridas: Grupo de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Brasília: IPEA/SEPLAN, 1994.

WILHEIM, Jorge. **O caminho de Istambul**: Memórias de uma conferência da ONU. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1998.

WINOGRAD, Manuel. **Marco conceptual para El desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones em Latinoamérica y El Caribe**. México: PNUMA-CIAT, 1995.

ZELLNER, M.L., THEIS, T.L., KARUNANITHI, A.T., GARMESTANI, A.S. AND CABEZAS, H. *A new framework for urban sustainability assessments: Linking complexity, information and policy*. In: **Computer, environment and Urban Systems**. (32), p. 474-488, 2008.

PARTE VI – APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – CARTA CONVITE ELETRÔNICA

Prezado Sr(a)

Esta é uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da USP. Versa sobre a elaboração de um Índice de Sustentabilidade Hídrica para avaliação do planejamento de recursos hídricos no âmbito da gestão municipal.

Para a formulação do índice será realizada uma consulta pública acerca da importância relativa de cada indicador, eixo e grupo de análise tem dentro do contexto geral da questão. Para isso foi criada uma entrevista estruturada na forma de formulário eletrônico e gostaríamos que você respondesse a pesquisa.

A pesquisa é rápida e você pode respondê-la quando puder. Se for possível que você participe da pesquisa seria muito importante.

O link para acesso ao formulário eletrônico é <https://spreadsheets.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dGQ2M0IOTUQ5TGZwTjNhb2NoTUJoNnc6MQ>

Segue em anexo arquivo com descrição sucinta dos grupos de análise, seus eixos temáticos e respectivos indicadores de sustentabilidade hídrica.

APÊNDICE B – TEXTO EXPLICATIVO DA PESQUISA

Texto Explicativo Índice de Sustentabilidade Hídrica do Planejamento dos Recursos Hídricos no âmbito da Gestão Municipal

Abalizado por estudos teóricos acerca do planejamento urbano, foram estabelecidos três grupos de análise. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em eixos temáticos, relacionados à questão ambiental urbana, organizados da seguinte maneira:

➤ Gestão urbana

- ❖ Instrumentos de política e gestão ambiental
- ❖ Controle das ações de planejamento
- ❖ Monitoramento da qualidade ambiental

➤ Uso e ocupação do solo

- ❖ Impermeabilização do solo
- ❖ Áreas de Mananciais
- ❖ Áreas de Preservação Permanente
- ❖ Áreas de recarga de aquíferos
- ❖ Regularização fundiária

➤ Qualidade das águas

- ❖ Coleta e tratamento de efluentes domésticos
- ❖ Coleta e tratamento de efluentes industriais
- ❖ Poluição difusa
- ❖ Águas subterrâneas

Com base nestes temas específicos, selecionaram-se indicadores qualitativos de sustentabilidade hídrica do planejamento urbano, de modo a explicitar se aspectos ambientais pertinentes aos recursos hídricos foram considerados na elaboração e implantação das políticas municipais.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO MÉTODO DELPHI

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

Pesquisa do Programa de Pós Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC/USP

*Obrigatório

Nome *

Entidade *

Entidade em que atua no âmbito dos Recursos Hídricos

Grau de instrução *

Sua formação técnica

☒ Ensino Fundamental

☐ Ensino Médio

☐ Superior Incompleto

☐ Superior Completo

☐ Pós Graduação

Formação *

Sua formação técnica

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Grupos de Análise

Grupo de análise I – Gestão dos Recursos hídricos *

Importância relativa deste grupo de análise para a sustentabilidade hídrica do planejamento municipal

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Grupo de análise II – Uso e ocupação do solo *

Importância relativa deste grupo de análise para a sustentabilidade hídrica do planejamento municipal

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Grupo de análise III – Qualidade dos Recursos Hídricos *

Importância relativa deste grupo de análise para a sustentabilidade hídrica do planejamento municipal

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Grupo de Análise que poderia constar na formulação do ISH? *

- ☐ Sim
- ☒ Não

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Grupo de Análise I – Gestão dos Recursos Hídricos

Grau de relevância dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise I

Instrumentos de política e gestão ambiental *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Controle das ações de planejamento *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Monitoramento da qualidade ambiental *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Eixo Temático que poderia constar no Grupo de Análise I? *

- ☐ Sim
☒ Não

[« Voltar](#) [Continuar »](#)

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Grupo de Análise II – Uso e Ocupação do Solo

Grau de relevância dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Impermeabilização do solo *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Áreas de Mananciais *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Áreas de Preservação Permanente *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Áreas de recarga de aquíferos *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regularização fundiária *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Eixo Temático que poderia constar no Grupo de Análise II? *

☐ Sim

☒ Não

« Voltar

Continuar »

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Grupo de Análise III – Qualidade dos Recursos Hídricos

Grau de relevância dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise III

Coleta e Tratamento de efluentes *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Poluição difusa *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Águas subterrâneas *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Eixo Temático que poderia constar no Grupo de Análise III? *

- ☐ Sim
- ☒ Não

[« Voltar](#) [Continuar »](#)

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise I

Instrumentos de política e gestão ambiental

Sustentabilidade das políticas urbanas *

Deve evidenciar se há premissas de sustentabilidade nos planos diretores de desenvolvimento urbano

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Função social e questão ambiental *

Deve apontar se a função social da cidade está atrelada à função ambiental.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contemplam instrumentos de política e gestão, capazes de conferir ao poder público capacidade de atuação para alcançar os objetivos de proteção dos recursos hídricos.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Controle das ações de planejamento

Controle das ações de planejamento *

Deve assinalar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêem algum órgão responsável pelo controle das ações de planejamento, contemplando a participação do poder público e da sociedade civil

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Monitoramento da qualidade ambiental

Sistema de informações ambientais *

Deve demonstrar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêem um sistema de informações ambientais.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Indicador de Sustentabilidade Hídrica que poderia constar no Grupo de Análise I? *

- ☐ Sim
☒ Não

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Impermeabilização do solo

Coefficiente de permeabilidade *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano dispõem sobre o controle da impermeabilização do solo urbano

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Mecanismos de aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas urbanas *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano exigem que os parcelamentos do solo para fins urbanos sejam concebidos e implantados com o intuito de manter a vazão de escoamento dentro das condições originais da área antes de ser urbanizada

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Incentivos ao aumento da área permeável e à retenção das águas pluviais *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêem mecanismos de incentivo ao aumento da área permeável ou à retenção das águas pluviais nos lotes

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Áreas de Mananciais

Política de conservação e recuperação dos mananciais *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contêm, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das bacias de mananciais.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regulação de uso e ocupação do solo diferenciada *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano, através de seus instrumentos, prevêem uma regulação de uso e ocupação do solo diferenciada para as bacias mananciais.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais *

Deve avaliar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contêm mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das bacias mananciais.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

[« Voltar](#) [Continuar »](#)

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Áreas de Preservação Permanente

Política de preservação e Recuperação das áreas de preservação permanente *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contêm, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das áreas de preservação permanente

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regulação de uso e ocupação do solo adequada *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano, através de seus instrumentos, prevêem uma regulação de uso e ocupação do solo adequada para as áreas de preservação permanente.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Mecanismos de controle institucional da preservação das APP's *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contêm mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das áreas de preservação permanente

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Áreas de recarga de aquíferos

Política de conservação das áreas de recarga de aquíferos *

Deve demonstrar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêem, no estabelecimento de sua política fundiária, mecanismos de proteção e recuperação das áreas de recarga de aquíferos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Coefficientes de permeabilidade do solo para as áreas de recarga de aquíferos *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano, através de seus instrumentos, contêm uma regulação de uso e ocupação do solo diferenciada para as áreas de recarga de aquíferos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de recarga de aquífero *

Deve avaliar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêem mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das áreas de recarga de aquíferos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise II

Regularização fundiária

Regularização fundiária Políticas de regularização fundiária *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano têm a regularização fundiária como um dos seus institutos jurídicos, urbanísticos e administrativos.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regularização fundiária em APP *

Deve avaliar se os planos diretores de desenvolvimento urbano permitem a regularização fundiária em Áreas de Preservação Permanente (APP).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regularização Fundiária em Mananciais *

Deve avaliar se os planos diretores de desenvolvimento urbano possibilitam a regularização fundiária em bacias mananciais.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Regularização Fundiária em áreas de risco geotécnico *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano aceitam a regularização fundiária em áreas de risco geotécnico

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Indicador de Sustentabilidade Hídrica que poderia constar no Grupo de Análise II? *

☐ Sim

☐ Não

« Voltar

Continuar »

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise III

Coleta e Tratamento de Efluentes

Políticas de Saneamento Ambiental *

Deve apontar se há nos planos diretores de desenvolvimento urbano políticas de saneamento ambiental.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Coleta e tratamento de efluentes domésticos *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano exigem que os parcelamentos do solo para fins urbanosa deverão ser condicionados a concepção e implantação um sistema de esgotamento sanitário, com a adoção de sistemas de coleta e tratamento que não comprometam a saúde pública e a integridade ambiental, particularmente a qualidade dos recursos hídricos da região.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Coleta e tratamento de efluentes industriais *

Deve apontar se os planos diretores de desenvolvimento urbano exigem que a implantação de empreendimentos industriais devam constituir um sistema de esgotamento sanitário, com a adoção de sistemas de coleta e tratamento que não comprometam a saúde pública e a integridade ambiental, particularmente a qualidade dos recursos hídricos da região.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise III

Poluição Difusa

Política de controle da poluição difusa *

Deve explicitar se os planos diretores de desenvolvimento urbano contemplam uma política de controle da poluição difusa

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Coleta e Tratamento dos efluentes pluviais *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêm a coleta e tratamento dos efluentes pluviais antes do seu lançamento em corpos hídricos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

« Voltar

Continuar »

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

*Obrigatório

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Indicadores de Sustentabilidade Hídrica dos Eixos Temáticos do Grupo de Análise III

Águas Subterrâneas

Disposição final dos resíduos sólidos *

Deve evidenciar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêm que as áreas destinadas à disposição final de resíduos sólidos estejam sob contínuo controle ambiental.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos *

Deve avaliar se os planos diretores de desenvolvimento urbano possuem dispositivos de controle do uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Despejo de resíduos de cargas industriais sobre áreas de recarga de aquíferos *

Deve explicitar se os planos diretores de desenvolvimento urbano prevêm que as áreas destinadas à disposição final de resíduos e cargas industriais estejam sob contínuo controle ambiental.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Irrelevante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Importante

Há algum outro Indicador de Sustentabilidade Hídrica que poderia constar no Grupo de Análise III? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

« Voltar

Continuar »

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA GESTÃO MUNICIPAL

Comentários

Comentários finais acerca da pesquisa

Você tem algum comentário, sugestão, crítica, etc.

[« Voltar](#) [Enviar](#)

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)