

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DO PLANEJAMENTO URBANO

Uirá Piá Uaçá Oliveira Deák<sup>1</sup> & João Luiz Boccia Brandão<sup>1</sup>

*1 Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*

### ABSTRACT

The process of urbanization, characterized by uncontrolled growth of urban areas, their impacts on the environment, especially on water resources, and lack of integrated and adaptive planning transform human settlements into vulnerable places for people to reside. Within this context were selected water sustainability indicators of urban planning in order to evaluate the main instrument of urban management in Brazil: the Master Plan of Urban Development. The main purpose of the study was to assess its effectiveness as a tool to confront pre-existing social and environmental conflicts in the municipalities and simultaneously make it an instrument to promote environmental sustainability to the cities.

**PALAVRAS CHAVE:** Planejamento, Recursos Hídricos, Sustentabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

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 conseqüentemente barata, sistemas industriais altamente poluentes e o uso não racional dos bens naturais. Havia a idéia 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 conseqüências 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 delinea 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 para 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 recursos 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).

### **1.1. 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 sócio-ambiental, 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 relação entre a noção de sustentabilidade e o debate sobre desenvolvimento das cidades se originam nas rearticulações políticas pelas quais alguns 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).

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, sócio-econômico 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 infra-estrutura urbana funciona como um meio de ligação significativo entre a cidade e o meio natural no qual está inserida. As tecnologias tradicionais para sistemas de drenagem interrompem o ciclo natural da água. A crescente impermeabilização dos solos e a rede de drenagens artificiais, que carregam águas pluviais e detritos lançados nas ruas, contribuem para o assoreamento e poluição dos recursos hídricos (Andrade & Gouvêa, 2004).

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.

## **1.2. Planejamento integrado e adaptativo e suas interfaces com os recursos hídricos e urbanização**

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.

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.

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 aceção 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 (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).

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 técnicas das cidades embasada em modelos de racionalidade "ecoenergética", em que a cidade é analisada na sua continuidade material de estoques e fluxos (Acserlrad, 1999).

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).

### 1.3. Indicadores de Sustentabilidade

O termo indicador provem 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), indicador é 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)

## 2. METODOLOGIA

Abalizado por estudos teóricos acerca do planejamento urbano, foram estabelecidos três grupos de análise. Posteriormente, cada grupo foi subdividido em temas específicos, 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 de planos diretores de desenvolvimento urbano.

## 3. DESCOBERTAS E DISCUSSÕES

### 3.1. Gestão urbana

A tabela 1 apresenta os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados para avaliação dos aspectos pertinentes à gestão urbana e suas interfaces com os recursos hídricos.

**Tabela 1 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica referentes à gestão urbana**

GESTÃO URBANA	
TEMA	INDICADOR
Instrumentos de política e gestão ambiental	Sustentabilidade das políticas urbanas
	Função social e questão ambiental
	Instrumentos de gestão ambiental
Controle das ações de planejamento	Controle das ações de planejamento
Monitoramento da qualidade ambiental	Sistema de informações ambientais

### *3.1.1. Instrumentos de política e gestão ambiental*

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 que trouxe inovações importantes no âmbito da política urbana, 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 infra-estrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e 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 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.

#### 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 ambiental

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 na Lei Federal Nº 11.257/01 (Estatuto da Cidade) 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;
- 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).

### 3.1.2. Controle das ações de planejamento

#### Controle das ações de planejamento

Este indicador de sustentabilidade hídrica 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 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.

### 3.1.3. 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.

#### Monitoramento Ambiental

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.

## 3.2. Uso e ocupação do solo

A tabela 2 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.

### 3.2.1. 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.

**Tabela 2 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica referentes ao uso e ocupação do solo**

<b>USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	
<b>TEMA</b>	<b>INDICADOR</b>
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
Áreas de preservação permanente	Mecanismos de controle institucional da preservação das bacias mananciais
	Política de conservação e Recuperação das áreas de preservação permanente
	Regulação de uso e ocupação do solo adequada
Áreas de recarga de aquíferos	Mecanismos de controle institucional da preservação das APP's
	Política de preservação das áreas de recarga de aquíferos
	Coeficientes de permeabilidade do solo para as áreas de recarga de aquíferos
Regularização fundiária	Mecanismos de controle institucional da preservação das áreas de recarga de aquífero
	Políticas de regularização fundiária
	Regularização fundiária em APP
	Regularização Fundiária em Mananciais
	Regularização Fundiária em áreas de risco geotécnico

#### 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.

#### 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 exigem 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.

#### 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 prevêm 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.

#### 3.2.2. *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, prevêm 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.

#### *3.2.3. 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, prevêm 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.

#### *3.2.4. Áreas de recarga de aquíferos.*

Local ou área onde a água passa da superfície do terreno para o interior do solo, indo alcançar 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.

#### 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 prevêm, 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 prevêem mecanismos de controle institucional das políticas de preservação e recuperação das áreas de recarga de aquíferos.

#### *3.2.5. 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 infra-estrutura.

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.

#### Regularização fundiária em APP

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).

#### Regularização Fundiária em Mananciais

Este indicador de sustentabilidade hídrica deve avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano possibilitam a regularização fundiária em bacias mananciais.

#### Regularização Fundiária em áreas de risco geotécnico

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem por função apontar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano aceitam a regularização fundiária em áreas de risco geotécnico.

### **3.3. Qualidade das águas**

A tabela 3 mostra os indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados para avaliação dos aspectos pertinentes à qualidade das águas.

#### *3.3.1. 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.

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 prevêem um sistema de coleta e tratamento de efluentes, tanto domésticos quanto industriais.

**Tabela 3 - Indicadores de Sustentabilidade Hídrica referentes à qualidade das águas**

QUALIDADE DAS ÁGUAS	
TEMA	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
	Uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos
	Despejo de resíduos de cargas industriais sobre áreas de recarga de aquíferos.

#### 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 deverão 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.

#### *3.3.2. 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.

#### 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 prevêm o tratamento dos efluentes pluviais antes do seu lançamento em corpos hídricos.

#### 3.3.3. *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 prevêm que as áreas destinadas à disposição final de resíduos sólidos estejam sob contínuo controle ambiental.

### Uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos

Este indicador de sustentabilidade hídrica tem como objetivo avaliar se os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano possuem dispositivos de controle do uso de agroquímicos em áreas de recarga de aquíferos, demonstrando de modo explícito a preocupação com a questão das águas subterrâneas.

### Despejo de resíduos de cargas industriais sobre áreas de recarga de aquíferos.

Neste tópico o indicador de sustentabilidade hídrica 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.

## **4. CONCLUSÕES**

Para desenvolver essa 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.

Esta investigação científica apontou que esse instrumento de gestão urbana pode incorporar de maneira significativa o paradigma da sustentabilidade ambiental na sua elaboração. Porém, para que isso ocorra, deve observar critérios e parâmetros pertinentes à sustentabilidade do desenvolvimento urbano e seus impactos sobre os recursos ambientais, principalmente os recursos hídricos.

O Plano Diretor pode avançar no sentido em que busca promover a cidade sustentável para todos, atrelando a função social da cidade e da propriedade urbana à questão ambiental, estabelecendo a gestão democrática da cidade através de órgãos deliberativos e fiscalizadores abertos a todos os setores da sociedade.

A análise dos impactos ambientais decorrentes da urbanização e suas conseqüências para a qualidade de vida urbana, no que tange aos recursos hídricos, devem ser alvo de preocupação do poder público, que precisa buscar manter a condição de escoamento nas bacias semelhante às anteriores à

urbanização, prevendo áreas públicas para implantação de bacias de retenção de águas pluviais e coeficientes de permeabilidade. Por outro lado, o poder público não deve se ater a medidas estruturais, e buscar incentivar o aumento da área permeável e a retenção das águas pluviais nos lotes urbanos.

O Plano Diretor deve estabelecer diretrizes claras em relação à coleta e tratamento de efluentes, bem como contemplar também nestas diretrizes a questão dos efluentes pluviais e a poluição decorrente de fontes difusas.

Outro ponto importante a se ressaltar se refere à regulamentação quanto à permeabilidade específica, uso de agroquímicos e disposição de resíduos industriais em áreas de recarga de aquíferos e para áreas próximas à extração de águas subterrâneas.

Por último, se destaca a importância do poder público estabelecer e regulamentar um sistema de informações ambientais, com o objetivo de monitorar sua qualidade ambiental e prover dados para subsidiar a formulação, implementação e avaliação das políticas de planejamento urbano no âmbito da gestão municipal.

## 5. REFERÊNCIAS

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

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.

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](http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak /CD/4verb/index.html)> Acesso em 13 abr. de 2009.

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

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.

GONZÁLEZ ALVAREZ, M.D. **Processos de Planejamento nos Pólos Tecnológicos: Um Enfoque Adaptativo**. Tese. Doutorado em Engenharia Industrial. Rio de Janeiro, RJ: PUC-Rio, 1997.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável pra bacias hidrográficas**. Tese. Doutorado em Planejamento Energético. Rio de Janeiro, RJ: COPPE/UFRJ, 2008.

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, Pedro. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Municípios no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo, SP: CEPAM e Correios, 1999.
- LEAL, Márcia. **Gestão ambiental de recursos hídricos: Princípios e aplicações**. Rio de Janeiro, RJ: CPRM, 1998.
- MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1999.
- 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](http://ead01.virtual.pucminas.br/IDHS/01_idhs/pdfs/nahas1.pdf)> Acesso em 3 abr. 2009.
- OECD. **Environmental indicators. OECD Core set**. Paris, FRA: OECD, 1994.
- OXFORD DICTIONARIES. Oxford University Press. Oxford, UK, 2010. Disponível em <<http://oxforddictionaries.com/definition/sustain>> Acesso em 25 de mai. 2011.
- PLATT, Ruthford. *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.
- 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.
- \_\_\_\_\_. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Petrópolis, RJ: Editora Garamond, 2002.
- SOUZA, M. P. **Fundamentos de gestão ambiental: princípios e prática**. São Carlos, SP: Riani Costa, 2000.
- TUCCI, Carlos M. *Águas Urbanas*. In. TUCCI, Carlos M. & BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre, RS: ABRH, 2003.
- 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.
- 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](http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit_docs/131302_wssd_report_reissued.pdf)> Acesso em 15 Abr. 2001

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

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.