

Indicadores de “Hidricidade” como ferramenta de avaliação da eficiência urbana

Giovana Ulian

Universidad del BioBio, Programa de Doctorado en Arquitectura y Urbanismo, Concepción, Chile
giovana.ulian@terra.com.br

Manuela Lima

Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães (4800-058 Campus de Azurém), Portugal
mmlima@civil.uminho.pt

Ivan Cartes

Universidad del BioBio, Departamento de Planificación Urbana y Diseño, Concepción, Chile
i.cartes.s@gmail.com

ABSTRACT: One of the biggest challenges for urban space planners is to conciliate the indispensable demands of life with the forms of occupation of the territory. Among these demands is water. Population growth and urban sprawl are challenging water availability. Thus, it is important to evaluate development trends to predict future scenarios, enabling guide preventive actions and decision making. It is essential to have a practical and direct tool that allows us to transmit the necessary information. The objective of this study is to present a method for evaluating the urban efficiency in the process of city expansion and the availability of water supply. To do so, the indicators will be defined, called indicators of “hidricidade”, capable of diagnosed a city. As a result, it is expected to be obtained a direct and practical tool, that is going to allow to transmit the necessary information to the harmonic urban process planning, applicable to medium size Brazilian cities, allowing decision making as a guaranty of water supply and urban sprawl.

Keywords: indicators of “hidricidade”, urban efficiency, water supply, urban sprawl.

RESUMO: Um dos grandes desafios aos planejadores do espaço urbano está em conciliar as demandas imprescindíveis à vida na cidade com as formas de ocupação do território. Dentre estas demandas está a água. O crescimento populacional e a expansão urbana desafiam a disponibilidade de água. Desta forma é essencial diagnosticar as tendências do desenvolvimento para prognosticar cenários futuros, possibilitando nortear ações preventivas e a tomada de decisão. O objetivo deste estudo foi apresentar um método de avaliação da eficiência urbana no processo de expansão das cidades e da disponibilidade de água para abastecimento. Para isto, foram definidos indicadores, aqui chamados de indicadores de “hidricidade”. Como resultado foi proposta uma metodologia prática e direta que permita transmitir as informações necessárias ao processo do planejamento urbano harmônico, aplicável às cidades de porte médio brasileiras, permitindo tomar decisões quanto à garantia de água para abastecimento e à expansão urbana.

Palavras-chave: indicadores de “hidricidade”, eficiência urbana, água de abastecimento, expansão urbana.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é um conceito repetido em muitas legislações, normas e pesquisas científicas, com o objetivo de promover práticas mais equilibradas e sensíveis às

condições do ambiente. Agudelo et al., (2011) alerta para o desenvolvimento urbano sustentável, explicando que este exige a integração da gestão de recursos com o planejamento urbano, visto os escassos recursos naturais.

Segundo Andrade & Blumenschein (2014), um dos grandes desafios para os planejadores do espaço urbano está em conciliar as demandas para a sobrevivência do ser humano. Sendo de forma sistêmica, com as densidades de ocupação e seus benefícios sociais, em equilíbrio com os processos naturais como, por exemplo, o ciclo urbano da água.

A gestão da água e o planejamento espacial estão intrinsecamente conectados, embora tenham sido tradicionalmente separados na formulação das políticas de desenvolvimento. Decisões em relação à água têm sido feitas sem referência ao ordenamento do território (Woltjer et al., 2007).

Neste interim, percebe-se que uma nova estratégia precisa ser buscada ao se tratar de desenvolvimento, especialmente no ambiente urbano, onde os processos de mudança ocorrem de forma mais intensa. Assim, é importante aprofundar estudos e avaliações, com enfoque interdisciplinar, para qualificar a gestão urbana, a fim de assegurar a disponibilidade de água para abastecimento.

Dentro desta perspectiva, este artigo faz uma análise da expansão urbana das cidades e suas relações com a gestão da água para abastecimento. Os resultados aqui apresentados são parte de um estudo mais amplo, onde foi desenvolvido uma metodologia para a gestão urbana, visando assegurar a disponibilidade de água para abastecimento. Neste artigo, foram apresentados apenas oito indicadores (o estudo completo possui vinte e seis), chamados Indicadores de “Hidricidade”- Eficiência Urbana. Esta palavra foi criada para representar as variáveis desta pesquisa e por isso é apresentada entre aspas, ou seja, envolver aspectos de recursos hídricos, sustentabilidade e cidades. Este grupo de oito indicadores medem, de forma setorial, a eficiência urbana da cidade, no âmbito das variáveis expansão urbana e água para abastecimento.

1.1 A água e a cidade

A água é o mais importante catalisador para o desenvolvimento humano e, de fato, a história da civilização humana está intimamente ligada à forma como os seres humanos aprenderam a manipular e usar a água (Gleick 2003). A questão da água na cidade engloba o sistema de abastecimento de água para os mais diversos usos (captação, tratamento e distribuição), o esgotamento sanitário (coleta e tratamento das águas servidas) e a drenagem (água da chuva e corpos hídricos). Estes sistemas são vulneráveis às alterações climáticas e intempéries, tais como, secas e/ou inundações, e a falta de uma gestão integrada do território pode agravar estas consequências.

Somado à questão da disponibilidade de água e aos problemas de gestão, González et al. (2007) destacam que o incremento na busca por água doce tem afetado os processos e regimes hidrológicos, gerando em alguns casos, um maior fluxo de contaminantes e sedimentos em lagos e rios, degradação da qualidade da água, alteração na velocidade dos processos bioquímicos e redução da concentração de oxigênio dissolvido.

As modificações antrópicas provocam no ambiente natural efeitos sobre os recursos hídricos. Alteram os caminhos dos cursos d'água (normalmente os cursos d'água localizados nas cidades estão canalizados), modificam os processos de infiltração e escoamento superficial, pois as superfícies são impermeabilizadas, ocasionando mudanças drásticas nos regimes hídricos.

A Figura 1 mostra o impacto da urbanização sobre o hidrograma de chuva. Em decorrência da impermeabilização do solo pelas pavimentações e telhados das construções, nas áreas urbanizadas, o pico de chuva é maior, pois a drenagem fica prejudicada. Em áreas não

urbanizadas, onde a superfície do terreno está mais preservada a água da chuva infiltra de maneira mais distribuída. A Figura 2 demonstra também as consequências da retificação de cursos d'água. Quanto mais retificado foi o curso d'água maior o pico do hidrograma de jusante. Este pico revela a possibilidade de enchentes, pois a água se acumula rapidamente num mesmo ponto, sem conseguir infiltrar. A retificação e canalização de corpos hídricos é uma prática comum em corpos hídricos que atravessam as cidades.

A dinâmica das precipitações também sofre alterações, pois há geração de ilhas de calor e com isso alteração do micro clima (Silva 2011).

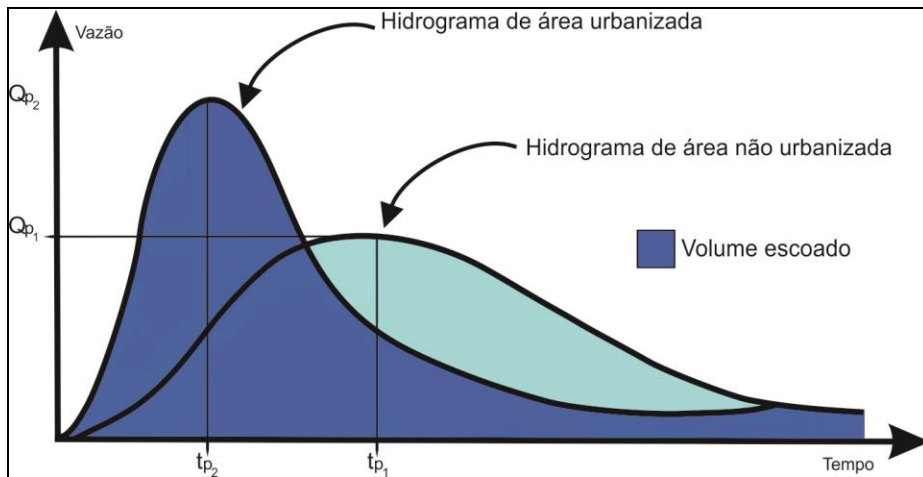


Figura 1. Gráfico Vazão de Chuva X Tempo.

Fonte: Adaptado de Neto 2004, a pud Miana 2010.

No entanto, o desenvolvimento traz como premissa o aumento do número de pessoas que vivem em cidade. Desta forma, é preciso estudar estratégias que promovam esta expansão urbana de forma dinâmica porém sensível a preservação da água.

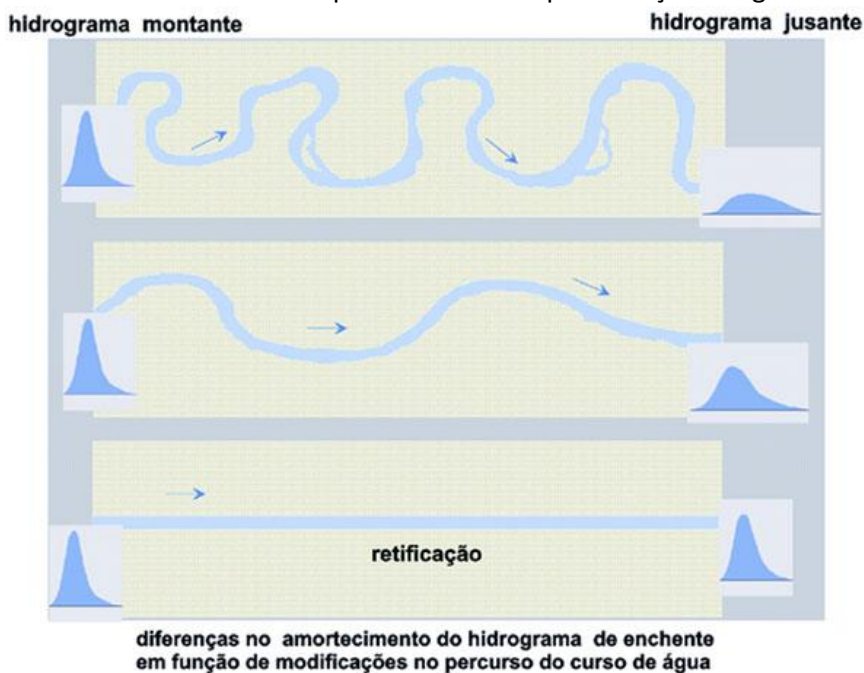


Figura 2. Retificação de cursos d'água e retificação de enchentes.

Fonte: Neto 2004, a pud Miana 2010.

A escassez de água potável é um dos mais graves indicadores dos impactos das atividades humanas sobre os recursos naturais. Além disso, as cidades têm que buscar seus recursos hídricos em locais cada vez mais distantes, onde ainda não estejam poluídos (Miana 2010).

Sabe-se no entanto, que essas alterações são inevitáveis à medida que a população cresce. Porém, é preciso saber como essas alterações impactam a qualidade da água em uma bacia hidrográfica e como podem ser minimizadas. Para Tong et al. (2009), objetivando proteger uma bacia hidrográfica e sistemas fluviais de maior degradação ambiental, é imperioso que haja uma melhor compreensão do meio ambiente, especialmente naquele referente aos impactos hidrológicos promovidos pelas mudanças no uso da terra.

Além disso, para a tomada de decisão no que se refere à gestão urbana, há também a necessidade de uma ferramenta confiável de avaliação. Esta ferramenta deve permitir diagnosticar a cidade e permitir ações futuras no processo de gestão urbana com vistas a assegurar a disponibilidade de água.

Para Andrade & Blumenschein (2014), no desenho urbano convencional os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são desarticulados ou desconsiderados durante o processo de planejamento das cidades. É preciso identificar as principais fontes de água, a dinâmica dos sedimentos, a presença de substâncias químicas e bióticas, entre outros fatores, enfim, conhecer o território. A partir de um diagnóstico, definir estratégias aplicáveis e medidas de intervenção, dando subsídios para a tomada de decisão na gestão urbana.

Baseado nisto, a gestão dos recursos hídricos deve estar integrada à gestão urbana. A tomada de decisão quanto a este novo território que abriga o crescimento populacional, deve não só buscar novas alternativas para aumentar a oferta de água, como também fazer o uso de forma mais consciente e equilibrado.

O ciclo da água é amplamente danificado pelos impactos da urbanização no meio ambiente e pela necessidade de prover serviços de água à população, incluindo abastecimento de água, drenagem, gestão e coleta de águas residuais e usos necessários às atividades humanas (Andrade & Blumenschein 2014).

Somente através de uma gestão integrada é possível prognosticar futuros cenários e nortear ações preventivas. A estratégia dos planejadores é analisar as propriedades, a distribuição e a circulação da água e, então, interpretar potencialidades e restrições de uso. O que deve ficar claro é que tais restrições devem ser respeitadas, pois a disponibilidade de água deve estar assegurada para a sustentabilidade da cidade.

Assim, conclui-se com a necessidade em definir uma estrutura de indicadores que permita avaliar a eficiência urbana da cidade, promovendo a interação dos aspectos multidisciplinares fundamentais, possibilitando a análise do processo da expansão urbana, com vistas a assegurar a disponibilidade de água para abastecimento.

2 APRESENTAÇÃO DOS INDICADORES

Os Indicadores de “Hidricidade” para avaliar a eficiência urbana, foram desenvolvidos de forma a serem eficazes, aplicáveis e generalizáveis. Teve-se o cuidado de limitar o número de indicadores, de forma que a lista fosse suficientemente abrangente, integrando os parâmetros e critérios estabelecidos.

No processo de desenvolvimento dos indicadores de “Hidricidade” optou-se por estudar aqueles que tratavam os temas sustentabilidade, recursos hídricos e gestão urbana. Foi possível constatar que não há consenso na quantidade de indicadores e concluiu-se que esta diversidade

de indicadores é justificada porque o conceito de sustentabilidade é muito genérico. Apesar de muitos aportes científicos, ainda há imprecisão e generalização neste conceito.

Segundo Castro (2007), os indicadores são componentes essenciais no estudo global do processo, em relação ao desenvolvimento sustentável. Porém, há diversas definições conhecidas para eles, sem um consenso entre os estudiosos da área.

Apesar da aparente popularidade na utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável, sua definição continua sendo muito genérica, já que a ausência de uma definição menos geral e mais universal do desenvolvimento sustentável tem dado origem a múltiplas interpretações e tem provocado uma explosão de tipos de indicadores (Tanguay et al. 2010).

No Brasil, o sistema de indicadores SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é, atualmente, o banco de informações oficial e mais completo sobre saneamento. É gerido pelo governo federal e todos os municípios informam seus dados ao sistema. A dúvida que fica é se essas informações são preenchidas de forma correta. Apesar disso, o sistema SNIS foi usado como referencial para a definição dos indicadores de eficiência urbana da presente pesquisa. A partir dos indicadores selecionados, foi necessário fazer o corte conceitual para definir uma lista de indicadores. A Figura 3 demonstra isso de forma esquemática.

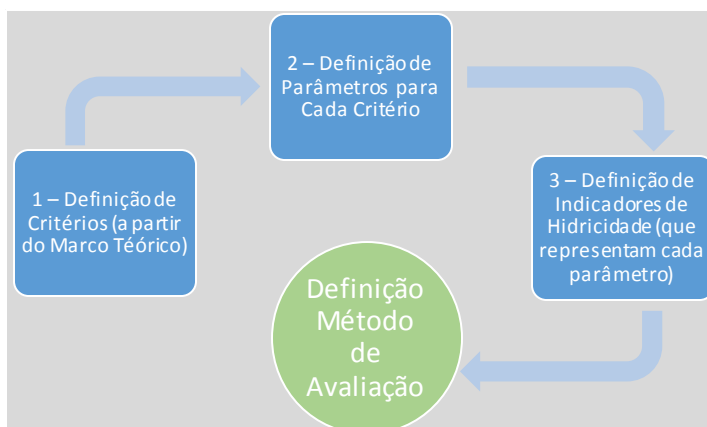


Figura 3. Esquema de Implementação.

Fonte: A Autora.

Para realizar o corte conceitual e definir os indicadores de “Hidricidade”, partiu-se do conceito de Rueda (2002): o modelo urbano que melhor se ajusta ao princípio de eficiência urbana e habitabilidade urbana é a cidade compacta na sua morfologia, complexa em sua organização, eficiente metabolicamente e coesiva socialmente.

A partir disso e da revisão bibliográfica, foram definidos os seguintes critérios: morfologia urbana, capacidade de suporte dos sistemas hídricos e eficiência nos sistemas de água. Ressalta-se que estes critérios foram definidos para o estudo completo envolvendo os vinte e seis indicadores. Neste artigo apresentou-se parte da metodologia desenvolvida, ou seja, apresenta-se os oito indicadores da temática eficiência urbana.

Os indicadores foram adaptados e sujeitos a nova definição, no entanto alguns não sofreram alterações relativamente ao preconizado pela bibliografia, enquanto que outros foram desenvolvidos para atender aos critérios definidos. Posteriormente a esse processo, foram realizadas duas ações, abaixo descritas, para assegurar que a lista de indicadores estivesse respaldada tecnicamente.

A pesquisa completa envolveu vinte e seis indicadores e utilizou-se das seguintes estratégias para assegurar a pertinência dos mesmos:

- submeter a lista primária dos indicadores a uma análise de especialistas nas áreas de saneamento, recursos hídricos, urbanismo e meio ambiente do Brasil. Os indicadores foram apresentados a cinquenta e nove profissionais (apenas trinta e quatro responderam ao questionamento) que trabalham na iniciativa privada, gestão pública e pesquisa científica. A amostra foi definida com base na distribuição equivalente dos envolvidos com as temáticas: abastecimento de água, esgotamento sanitário, urbanismo e meio ambiente. O objetivo desta ação foi validar a lista de indicadores proposta. Cada profissional consultado podia atribuir notas a cada indicador, fazer observações e ainda apontar outros indicadores que julgasse importantes para completar a lista. Este processo conferiu segurança quanto a abrangência e a pertinência dos indicadores propostos;

- aplicar os indicadores definidos em um caso de estudo experimental. O objetivo foi calcular e buscar os valores para cada indicador em um caso real e com isso medir o grau de dificuldade e a pertinência dos resultados. O processo permitiu observar que alguns indicadores previamente definidos eram pouco práticos, já que seus dados eram muito complicados de obter. Nesta experimentação, outros indicadores apresentavam resultados que agregavam muito pouco ao processo e por isso foram eliminados.

Posteriormente a este processo, a lista final de indicadores foi definida. Foi necessário um rearranjo no agrupamento previamente elaborado e foram definidos cinco grupos de indicadores: Grupo Eficiência Urbana; Grupo Gestão Operacional; Grupo Disponibilidade x Consumo; Grupo Esgoto e Legal; e Grupo Capacidade de Suporte.

Neste artigo estão apresentados apenas os indicadores do Grupo Eficiência Urbana, pois estão integrados de tal forma que permitem interpretação independente dos demais indicadores. A lista com estes indicadores é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo dos Indicadores “Hidricidade” – Grupo Eficiência Urbana.

GRUPO	ID	INDICADOR	SIGLA	UNIDADE
1 - EFICIÊNCIA URBANA	I-1	Densidade populacional	Dpop	Hab./ha
	I-2	Densidade de residências	Dres	Resid./ha
	I-3	Desenho mancha urbana	Iforma	%
	I-4	Extensão rede de água por ligação de água*	Ilexa	m/ligação
	I-5	Extensão rede água por área território	Iextr	m/ha
	I-6	Número economias por área território**	Iecot	Econ./ha
	I-7	Extensão rede de esgoto por ligações de água	Ilexe	m/ligação
	I-8	Impermeabilização do solo	Iimp	%

Fonte: A Autora.

*Quando se refere a ligações de água está referindo-se a toda a ligação entre a rede principal de água com o terreno onde está a edificação. Um terreno cuja edificação é um edifício multifamiliar tem apenas uma ligação de água ou de esgoto.

**Quando se refere a economias está referindo-se a todas as unidades de uso do solo. Uma residência, um comércio, uma indústria, cada um destes é uma economia.

2.1 Processo de cálculo para cada indicador

Nos Quadros 2 a 9 apresenta-se o processo de cálculo para cada indicador de “Hidricidade” do grupo Eficiência Urbana.

Quadro 2. Indicador Densidade Populacional.

DENSIDADE POPULACIONAL
1 - Calcular a quantidade total de pessoas na mancha urbana consolidada (POPu) 2 - Calcular a área da mancha urbana consolidada (Aurb) 3 - Calcular a densidade populacional (Dpop), usando a seguinte expressão:
$Dpop = \frac{POPu}{Aurb}$
Onde: Dpop = densidade populacional (habitantes/ha) POPu = população da mancha urbana consolidada (habitantes) Aurb = área da mancha urbana consolidada (1ha = 10.000m ²)

Fonte: A Autora.

Quadro 3. Indicador Densidade de Residências.

DENSIDADE DE RESIDÊNCIAS
1 - Calcular a quantidade total de residência na mancha urbana consolidada (RESu) 2 - Calcular a área da mancha urbana consolidada (Aurb) 3 - Calcular a densidade populacional (Dores), usando a seguinte expressão:
$Dres = \frac{RESu}{Aurb}$
Onde: Dres = densidade de residências (residências/ha) RESu = número de residências da mancha urbana consolidada (residências) Aurb = área da mancha urbana consolidada (ha) Obs.: (1ha = 10.000m ²)

Fonte: A Autora.

Quadro 4. Indicador Índice de Forma.

DESENHO MANCHA URBANA
- Com sugestão, utilizar do programa AutoCad. Desenhar a mancha urbana consolidada com base no Google Earth disponível gratuitamente na internet ou, se possuir uma base cartográfica precisa, usar esta referência: 2 - Desenhar a forma urbana referência com um raio de 4.370metros; 3 - Sobrepor a mancha urbana com a forma circular e calcular: 3.1 - A área da mancha urbana consolidada (Amancha) 3.1 - A área da mancha urbana que ficou dentro da forma circular (Adentro) 3.2 - A área da mancha urbana que ficou fora da forma circular (Afora) 3.3 - A área dentro da forma circular que não é mancha urbana (Avazios) 4 - Calcular a densidade populacional na mancha urbana consolidada (Dpop) 5 - Calcular a população da mancha urbana consolidada (POPu) 6 - Calcular o índice de forma (Iforma) com a seguinte expressão:
$Iforma = \left[\frac{(Adentro)}{Amancha \left(Afora + \left(\frac{Avazios}{2} \right) \right)} \right] \times \left[\frac{Dpop}{135} \right] \times 100$
Onde: Iforma = índice de forma da cidade (%)
Adentro = área mancha urbana dentro da forma circular (ha) Amancha = área total da mancha urbana consolidada (ha) Afora = área mancha urbana fora da forma proposta (ha) Avazio = área sem ocupação urbana dentro da forma (ha) Dpop = densidade populacional da mancha urbana consolidada (hab./ha) Obs.: 135hab/ha é a densidade da forma circular de referência

Fonte: A Autora.

Para analisar a desenho da cidade, definiu-se uma forma urbana conceitual para possibilitar o comparativo com os casos reais. Foi definida uma figura circular com densidade de 135 hab./ha pois é a referência mínima que abrigasse uma população de 800.000 pessoas (Rueda 2006). Desta forma, obtém-se um círculo com raio de 4.370 m e uma área de 6.000ha. A população aqui definida é uma referência adotada para o limitrofe de uma cidade considerada média, foco deste artigo. Além desta quantidade de habitantes, a cidade seria considerada grande e não mais média, mas não há uma orientação bibliográfica que defina isso com precisão.

Quadro 5. Indicador Extensão da rede de água por ligação.

EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA POR LIGAÇÃO
1 - Calcular a extensão da rede de água (Lredea) 2 - Calcular a quantidade de ligações de água total (La) 3 - Calcular o Índice Extensão de rede de água por ligação (Ilexa)
$Ilexa = \frac{Lredea}{La}$
Onde: Ilexa = índice extensão da rede por ligação (m/ligação) Lredea = extensão total da rede de água (m) La = número de ligações de água (ligações)

Fonte: A Autora.

Quadro 6. Indicador Extensão da rede de água por área de território.

EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA POR ÁREA DE TERRITÓRIO
1 - Calcular a extensão da rede de água (Lredea) 2 - Definir a mancha urbana de estudo e medir a área (Aurb) 3 - Calcular o Índice Extensão de rede de água por área territorial (Iextr)
$Iextr = \frac{Lredea}{Aurb}$
Onde: Iextr = índice extensão da rede por área territorial (m/ha) Lredea = extensão total da rede de água (m) Aurb = área mancha urbana consolidada (ha que corresponde a 10.000m ²)

Fonte: A Autora.

Quadro 7. Indicador número de economias por área de território.

NÚMERO DE ECONOMIAS POR ÁREA DE TERRITÓRIO
1 - Calcular a quantidade de economias ativas de água (Nea) 2 - Definir a mancha urbana de estudo e medir a área (Aurb) 3 - Calcular o Índice economias por área territorial (Iecot)
$Iecot = \frac{Nea}{Aurb}$
Onde: Iecot = índice de economias por área territorial (economias/ha) Nea = número de economias ativas de água Aurb = área mancha urbana consolidada (ha que corresponde a 10.000m ²)

Fonte: A Autora.

Quadro 8. Indicador extensão da rede de esgoto por ligação

continua

EXTENSÃO DA REDE DE ESGOTO POR LIGAÇÃO
1- Calcular a extensão da rede de esgoto (Lredeee) 2 - Calcular a quantidade de ligações de esgoto total (Le) 3 - Calcular o Índice Extensão de rede de esgoto por ligação (Ilexe)

$I_{exe} = \frac{L_{redee}}{Le}$
<p>Onde:</p> <p>I_{exe} = índice extensão da rede por ligação (m/ligação)</p> <p>L_{redee} = extensão total da rede esgoto (m)</p> <p>Le = número de ligações de esgoto (ligações)</p>

Fonte: A Autora.

Quadro 9. Indicador impermeabilização do solo.

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO
Sobre a mancha urbana consolidada, procede-se da seguinte forma:
1- Medir as áreas correspondentes a vias pavimentadas (A_{pav}) 2 - Medir a área correspondente a telhados de construções (A_{telha}) 3 - Definir a mancha urbana de estudo e medir a área (A_{urb}) 4 - Calcula-se o índice de impermeabilização usando-se da seguinte expressão (I_{imp}):
$I_{imp} = \frac{(A_{pav} + A_{telha})}{A_{urb}} \times 100$
<p>Onde:</p> <p>I_{imp} = índice de área impermeável (%)</p> <p>A_{pav} = área de pavimentações vias (ha)</p> <p>A_{telha} = área de telhado das construções (ha)</p> <p>A_{urb} = área mancha urbana consolidada (ha)</p>

2.2 Definição de boas práticas e práticas convencionais

Para obter conclusões quanto aos valores encontrados para cada indicador de “Hidricidade”, quando aplicados a uma cidade que se quer avaliar, torna-se necessária a definição de referenciais.

Este método tem como parâmetro de análise, os chamados *benchmarking*, também conhecidos por melhores práticas e práticas convencionais, que possibilitam a comparação de resultados, auxiliando e facilitando a tomada de decisão quanto a gestão urbana (Mateus e Bragança 2009).

A melhor prática representa a meta ótima que um município pode alcançar. Neste estudo foram selecionadas cidades referência, com reconhecida atuação em gestão urbana sustentável com enfoque na preservação de recursos hídricos. Alguns referenciais de melhores práticas também foram buscados no sistema SNIS. Quando não foi possível obter estas referências em cidades de porte médio no Brasil foram utilizados dados de cidades de outros países. Também foram considerados para a definição de melhores práticas, dados e manuais de metodologias de avaliação da sustentabilidade, guias e legislações.

A prática convencional é o valor correspondente ao nível mínimo, abaixo do qual não se pode considerar que uma cidade esteja preocupada com a sustentabilidade. Este nível corresponde aos níveis mínimos que regulamentos, normas e legislações deveriam conter. Porém como se trata de um método inovador, poucos são os valores de referência da prática convencional instituídos de forma legal. Desta maneira, quando os valores da prática convencional não estavam diretamente expressos em leis e manuais, foram usados valores correspondentes à média do que é praticado em alguns municípios brasileiros. O Quadro 10 apresenta os valores para melhores práticas e práticas convencionais utilizadas neste processo.

Quadro 10. Valores adotados para Melhor Prática e Prática convencional.

GRUPO	ID	SÍMBOLO	UNIDADE	MELHOR PRÁTICA	PRÁTICA CONVENCIONAL
1 - EFICIÊNCIA URBANA	I-1	Dpop	Hab./ha	135	43
	I-2	Dres	Resid./ha	85	14
	I-3	Iforma	%	70	37
	I-4	Iexa	m/ligação	9,4	20,5
	I-5	Iextr	m/ha	158,7	139,7
	I-6	Iecot	Econ./ha	51,6	17,2
	I-7	Iexe	m/ligação	9,4	15,4
	I-8	Iimp	%	70	50

Fonte: A Autora.

2.3 Avaliação através de ábacos

Para o processo de avaliação é adotado um ábaco que dispõe todos os indicadores de eficiência urbana propostos. A partir deste ábaco é possível tirar conclusões, de forma visual, quanto às características da cidade que está sendo avaliada. Com os *benchmarking* são desenhados os ábacos correspondentes, que devem ser comparados aos ábacos das cidades que se quer avaliar. Assim, o objetivo da análise de ábacos é avaliar visualmente se a cidade está mais próxima à prática convencional ou à melhor prática.

Para a construção destes ábacos foi necessário utilizar o esquema, apresentado na Figura 4, onde são dispostos em eixos os oito indicadores do grupo Eficiência Urbana. Para comparativo entre os ábacos deve ser adotada escala equivalente.

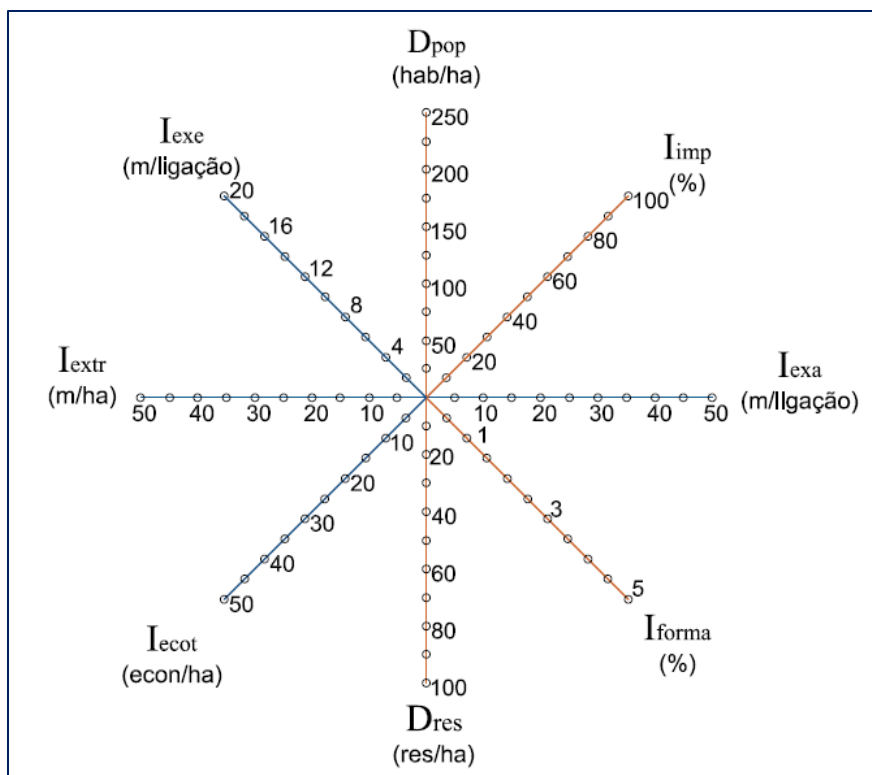


Figura 4. Ábaco base - Indicadores Eficiência Urbana.

Fonte: A Autora.

A Figura 5 apresenta um exemplo de aplicação da metodologia para o caso da cidade de Caxias do Sul. Está localizada no estado do Rio Grande do Sul, ao sul do Brasil e foi selecionada pois é um exemplo de cidade que enfrentou em toda a sua história, desafios na busca de segurança

quanto ao abastecimento de água à sua população. Realizou diversas ações ao longo de sua história, muito preocupada em buscar novas fontes de água, em locais cada vez mais distantes do centro urbano. Planejar a expansão urbana condicionada à disponibilidade de água para abastecimento foi uma iniciativa que Caxias do Sul teve ao longo do tempo. Apresenta-se este caso apenas como exemplo, pois o objetivo deste artigo é a metodologia e não a aplicação.



Figura 5. Ábacos comparativos Indicadores Eficiência Urbana.

Fonte: A Autora.

A análise da Figura 5 permite constatar que a cidade de Caxias do Sul está muito mais próxima das práticas convencionais do que da melhor prática, não se comprovando a hipótese inicial. Na análise feita a partir dos indicadores do Grupo Eficiência Urbana observa-se que Caxias do Sul deveria buscar aumentar a sua densidade antes de promover novas expansões urbanas e, com isso, automaticamente aproximar seu ábaco ao das melhores práticas. Fica evidenciada a necessidade de uma reavaliação da infraestrutura instalada, bem como avaliar a possibilidade de melhorias no sistema de gestão e controle.

Cada cidade tem as suas peculiaridades, mas os resultados na análise de Caxias do Sul não se justifica somente por estas diferenças e isso pode ser observado na simples observação dos ábacos. O que parece é que o problema de abastecer o município com água foi encarado sempre com a busca por novas fontes de água em locais cada vez mais distantes do centro urbano, dando menos importância para as questões de gestão e eficiência na infraestrutura. Outro aspecto importante é a questão da densidade e da forma da cidade. Fica evidente, ao analisar os indicadores que associam estes aspectos, que a cidade é pouco densa e com isso a infraestrutura associada se torna mais onerosa para implantar e fazer a manutenção necessária. Caxias do Sul deve preocupar-se mais com a distribuição da população no território construído do que buscar novas fontes de água para abastecimento.

3 CONCLUSÕES

A análise dos indicadores de Eficiência Urbana na cidade de Caxias do Sul, permite constatar uma dissociação entre a gestão da expansão urbana e a gestão da água. Na busca pelos dados necessários no cálculo dos indicadores ficou claro que não há diálogo entre os órgãos responsáveis. A dificuldade na obtenção dos mesmos, a falta de comunicação entre secretarias da administração pública municipal demonstra que a gestão é setorializada e não há integração de ações na tomada de decisões.

Estas conclusões foram feitas a partir da aplicação da metodologia proposta neste artigo e são exemplos do resultado obtidos com esta pesquisa. Fica comprovada a necessidade da gestão urbana ser estratégica e confrontar a densidade da cidade com a forma de uso e ocupação do solo. Estas questões refletem diretamente nos temas do abastecimento de água. Para que essas

análises sejam possíveis é necessário dispor de método prático e direto que permita diagnósticos e auxilie os gestores públicos na tomada de decisão quanto a gestão urbana.

Este conjunto de indicadores tem a função de alertar os planejadores públicos quanto a situação de sua cidade perante a eficiência urbana no uso da água. É uma ferramenta que deve ser usada por equipe técnica com formação acadêmica mínima e, através de estudos mais aprofundados, embasar decisões norteadoras do desenvolvimento da cidade.

4 REFERÊNCIAS

AGUDELO, Vera C.M. et al. **Resource management as a key factor for sustainable urban planning**. Journal of Environmental Management, doi:10.1016/j.jenvman.2011.05.016, 2011.

ANDRADE, Liza Maria Souza; BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves; **A nova Ecologia da Cidade: uma conexão importantes para a ciência e o Desenho Urbano**. III Seminário Nacional sobre o Tratamento de áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, Belém, 2014.

CASTRO, Leonardo Mitre Alvin de. Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água. Belo Horizonte, MG. XV, 297f, enc. il.2007.

GLEICK, H.P. **Water use**. Annual Review of Environment and Resources 28, 275–314, 2003.

GONZÁLEZ, Martha L. García; ESCOBAR, Yesid Carvajal; ESCOBAR, Henry Jiménez. **La Gestión Integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático**. Revista de Ingeniería y Competitividad, Volumen 9, No.1, p. 19-29, 2007.

MATEUS, R. e BRAGANÇA, L. Guia de Avaliação SBTToolPT-H. iISBE Portugal, 2009.

MIANA, Anna Christina. **Adensamento e forma urbana: inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto**. 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19012011-092832/>. Acesso em: 04 out. 2014.

RUEDA, Salvador. **Barcelona, ciutat mediterrània, compacta i complexa. Una visió de futur més sostenible**, Ed. Ayuntamiento de Barcelona, 2002.

RUEDA, Salvador. **Plan especial de indicadores de Sostenibilidad de la Actividad Urbanística de Sevilla**. Barcelona, 2006. Disponível em: <http://www.bcnecologia.net>. Acesso em: maio 2014.

SILVA, Antônio Soares de. Solos Urbanos. In.: GUERRA, A.J.T. (org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: março de 2013.

TANGUAY, G.A. et al. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. Journal Ecological Indicators 10 (2010) 407–418.

TONG, S. T.Y.; LIU, A. J.; GOODRICH B. J. A. **Assessing the water quality impacts of future land-use changes in an urbanising watershed**. National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio, USA. Environmental Protection Agency Civil Engineering and Environmental Systems Vol. 26, No. 1, 2009.

WOLTJER, J; AL, N. **Integrating water management and spatial planning**. Journal of the American Planning Association 73 (2), 211–222, 2007.