

APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DA EFICIÊNCIA URBANA ATRAVÉS DE INDICADORES DE "HIDRICIDADE" AO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL - BRASIL

GIOVANA ULIAN¹; MIGUEL ANGEL PINO²; MANUELA LIMA³ E IVAN CARTES⁴

¹ Engenheira Civil, Biossplena Projetos Ecodinâmicos, Flores da Cunha (John Kennedy 2609, s.22), Brasil, giovana.ulian@biossplena.com.br

² Arquiteto e Urbanista, Biossplena Projetos Ecodinâmicos, Flores da Cunha (John Kennedy 2609, s.22), Brasil, miguel.pino@biossplena.com.br

³ Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães (4800-058 Campus de Azurém), Portugal, mmlima@civil.uminho.pt

⁴ Universidad del BioBio, Departamento de Planificación Urbana y Diseño, Concepción (Avenida Collao 1202), Chile, icartes@ubiobio.cl

RESUMO: A evolução das cidades decorre do crescimento populacional e da expansão das atividades urbanas, o que desencadeia uma crescente pressão sobre os recursos naturais. Torna-se assim indispensável uma abordagem sustentável e harmônica para o planejamento de cidades mais equilibradas. A água, como um recurso fundamental à existência e promotora de todas as atividades humanas, deve ser considerada como um dos condicionantes mais importantes. Neste contexto, deve-se promover uma gestão urbana sustentável, onde a relação expansão e água deve ser analisada através de critérios estratégicos que possibilitem diagnósticos seguros. Este trabalho faz aplicação de uma metodologia de avaliação diagnóstica da Eficiência Urbana, com foco na disponibilidade de água para abastecimento e no processo de expansão urbana, através de indicadores de "Hidricidade". A metodologia é aplicável a cidades de porte médio por serem muito representativas no horizonte brasileiro. A cidade escolhida para a aplicação foi Caxias do Sul, localizada no estado do Rio Grande do Sul - Brasil. Os resultados comprovam que a gestão urbana deve ser feita em sintonia com a gestão da água para abastecimento, aumentando a segurança da disponibilidade deste recurso às futuras gerações.

Palavras-chave: aplicação, avaliação diagnóstica, Indicadores de "Hidricidade", eficiência urbana, cidades porte médio, Caxias do Sul/RS.

1. INTRODUÇÃO

A busca pelo ponto de equilíbrio entre a preservação dos recursos naturais e a expansão urbana das cidades deveria ser uma meta prioritária para pesquisadores, profissionais e as autoridades ligados ao planejamento. Sabe-se que a cidade, como dependente dos recursos do meio ambiente em que está inserida, não pode superar sua capacidade de carga no uso destes recursos, de forma que se mantenha a sua capacidade de regeneração. Segundo Andrade e Blumenschein (2014) um dos grandes desafios na promoção do desenvolvimento sustentável está no planejamento do espaço urbano, que deve conciliar as demandas para a sobrevivência do ser humano. Estas ações devem ser implementadas 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.

O espaço urbano criado possui características morfológicas que, relacionadas à densidade, podem garantir a conservação das características naturais em áreas urbanas (Barros, 2014). O crescimento inteligente é o desenvolvimento que utiliza eficientemente o solo e protege terras ainda naturais e permite que a comunidade cresça, ainda assim, protegendo seus recursos hídricos (EPA, 2006).

O aumento do número de pessoas que vivem em cidades é inevitável e, portanto, a expansão urbana é necessária. É importante compreender os níveis de interação das variáveis relacionadas, para que seja possível propor estratégias dinâmicas de expansão urbana, devendo ser sensíveis aos riscos e impactos relacionados com a disponibilidade de água. Sendo assim, planejar adequadamente o uso e ocupação do solo em interface com os recursos hídricos é fundamental para o alcance de um equilíbrio em relação às demandas de abastecimento público, da sociedade e do território (Alvim, 2010).

A falta de água potável é um dos mais graves e irreversíveis problemas que as cidades enfrentam. A solução adotada pela maioria das cidades é a busca por recursos hídricos em locais cada vez mais distantes, onde ainda não estejam poluídos (Miana, 2010). Esta estratégia muitas vezes é demasiadamente cara e ainda traz consequências negativas no ciclo da água. 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. Dentro destas mudanças, a de maior impacto ocorre na transformação do espaço rural em urbano.

Desta forma, é preciso identificar variáveis e associá-las, de maneira que seja possível obter um diagnóstico. A partir disso, é possível definir estratégias e medidas de intervenção, possibilitando prognosticar futuros cenários e nortear ações preventivas.

Este artigo faz aplicação de uma metodologia diagnóstica para avaliar a expansão urbana das cidades de porte médio e suas relações com a gestão da água para abastecimento. Os resultados aqui apresentados são parte de um estudo mais amplo (Ulian, 2015), onde foram desenvolvidos vinte e seis indicadores, nomeados de indicadores de “Hidricidade”. Neste artigo serão apresentados oito indicadores de “Hidricidade”, os quais avaliam de forma setorial questões de eficiência urbana. A palavra “Hidricidade” é um acrônimo criado para representar as variáveis desta pesquisa, ou seja, envolver aspectos de recursos hídricos, sustentabilidade e cidades. Nesta pesquisa a eficiência urbana relaciona variáveis físicas do território urbano, como densidade e forma, com a distribuição da infraestrutura ao longo da cidade. Considerou-se que uma cidade mais eficiente é aquela que promove a distribuição

da infraestrutura de forma otimizada. Entende-se que deve haver limites nestas relações, já que se prima por uma expansão urbana sustentável. As cidades alvo desta pesquisa são cidades de porte médio, por serem muito representativas no horizonte brasileiro e pela pouca quantidade de pesquisa com esta abordagem, o que justifica tal escolha.

2. OS INDICADORES

A definição dos princípios fundamentais para tornar as cidades mais sustentáveis deve ser baseada no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (Ulian, 2015). Estes indicadores permitem que a sustentabilidade seja avaliada em comparação com as melhores práticas e ou práticas convencionais (Castanheira, 2013). Segundo Castro (2007), os indicadores são componentes essenciais no estudo global do processo, em relação ao desenvolvimento sustentável. Apesar da aparente popularidade na utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável, sua definição continua sendo muito genérica, no entanto, a ausência de uma definição menos geral e mais universal do desenvolvimento sustentável originou diversas interpretações, e um elevado número de tipos de indicadores (Tanguay et al., 2010).

Na revisão bibliográfica sobre indicadores de sustentabilidade, recursos hídricos e cidade, (Santos (2004); Valenzuela e Matarán (2008); Ioris et. al. (2007); Lundin e Morrison (2002); Murray et. al. (2010); Water in Core (2012); Shen et. al. (2011); Castro (2007)), foi possível constatar que não há consenso na quantidade de indicadores. Além desta revisão, também foi consultado o sistema de indicadores SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), gerido pelo governo federal, que atualmente é o banco de informações oficial e mais completo sobre saneamento básico, onde os municípios são orientados a informar seus dados ao sistema.

A definição dos indicadores adotados no presente trabalho resultou de um trabalho mais alargado, que pode ser encontrado em Ulian (2015). Este processo consistiu inicialmente numa pesquisa bibliográfica extensa, que permitiu identificar mais de trezentos indicadores diferentes. Para reduzir este número, uma análise mais exaustiva possibilitou reduzir a lista de indicadores para trinta e dois. Num segundo momento, foi realizado um questionário junto de pesquisadores, funcionários públicos e profissionais da iniciativa privada, os quais apontaram quais destes indicadores eram considerados importantes para a avaliação da cidade. Cada profissional pode atribuir notas, auxiliando na validação da lista. Simultaneamente os trinta e dois indicadores foram submetidos a um teste, onde foi realizada uma aplicação dos mesmos a um estudo de caso experimental. Nesta última ação foi possível medir o grau de dificuldade para aplicação de cada indicador, bem como a resposta que cada um promoveu. Estas ações possibilitaram a definição de uma lista final com vinte e seis indicadores que envolvem aspectos de sustentabilidade, de recursos hídricos e de cidade, razão pela qual receberam o nome de indicadores de “Hidricidade”. Estes vinte e seis indicadores foram agrupados em cinco grupos diferentes, nomeadamente: eficiência urbana, gestão operacional, disponibilidade versus consumo, esgoto e legislação e capacidade de suporte.

Neste artigo são apresentados oito indicadores, correspondentes ao grupo Eficiência Urbana, e aplicada a respectiva avaliação diagnóstica. Este recorte foi possível, pois estes indicadores estão integrados de tal forma que permitem uma interpretação independente dos demais indicadores. Globalmente estes indicadores visam quantificar aspectos

particulares da eficiência urbana, conforme se pode constatar da lista apresentada no Quadro 1. Neste sentido, pretende-se analisar de que forma a ocupação do solo, número de habitantes, distribuição de residências e conseqüente a mancha urbana, estão interligados com a extensão das redes de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, ou seja, com a utilização da água no seu ciclo urbano.

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

| GRUPO | ID | INDICADOR | SIGLA | UNIDADE |
|----------------------|-----|--|--------|-----------|
| EFICIÊNCIA URBANA | I-1 | Densidade populacional | Dpop | Hab./ha |
| | I-2 | Densidade de residências | Dres | Resid./ha |
| | I-3 | Desenho mancha urbana | lforma | % |
| | I-4 | Extensão rede de água por ligação de água* | lexa | m/ligação |
| | I-5 | Extensão rede de água por área de território | lextr | m/ha |
| | I-6 | Número economias por área de território** | lecot | Econ./ha |
| | I-7 | Extensão rede de esgoto por ligações de água | lexe | m/ligação |
| | I-8 | Impermeabilização do solo | limp | % |

*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.

O processo de cálculo de cada indicador foi apresentado em Ulian et. al. (2015), correspondendo cada indicador a uma expressão matemática que possibilita a sua quantificação numérica. O indicador densidade populacional (Dpop) é o indicador mais recorrente na bibliografia e sua aplicação é muito comum. O indicador densidade de residências (Dres) tem como objetivo quantificar a razão entre o número de residências e a área de território, a partir da qual é possível analisar a eficiência das funções urbanas. Os indicadores extensão rede de água por ligação (lexa), extensão rede de água por área (lextr) e extensão de rede de esgoto por ligações (lexe) são indicadores que medem a distribuição de infraestrutura no território, ou seja a densidade de tubulações de água e esgoto associada ao serviço público prestado às populações. O indicador número de economias por área de território (lecot), representa o número de contas de cobrança de água por área de território. O indicador impermeabilização do solo (limp) é uma medida da razão entre a área de solo impermeabilizado e a área de território.

Estes indicadores são de utilização intuitiva, o que não acontece com o indicador do desenho da mancha urbana (lforma), que foi alvo de um conjunto alargado de análises e estudos. A inquietação de que as cidades não poderão crescer linearmente e indefinidamente sobre o seu entorno natural foi constante durante a pesquisa. O objetivo deste indicador foi avaliar o formato da mancha urbana, a orientação ou o eixo de crescimento, a tendência dos vazios e se a expansão da cidade é rarefeita. A cidade para ser compacta também precisa desenvolver uma mancha urbana compacta. Para definição da expressão do indicador desenho da mancha urbana, utilizou-se o mesmo ponto de partida de Gravelius (Black, 1996), quando definiu o Coeficiente de Compacidade de uma bacia hidrográfica. A partir daí, concluiu-se que o formato mais compacto e eficiente para uma cidade seja a forma circular. Desta forma foi desenvolvida uma forma urbana circular que abrigasse uma população de 800 mil pessoas (supostamente o limiar superior para uma cidade média) dentro de uma densidade de 135 habitantes/ha (limiar mínimo recomendado por Rueda (2006). Esta simplificação definiu uma área de mancha urbana igual a 6.000 ha (60.000.000 m²) com um raio de 4.370 m. Feito isto, comparou-se esta forma com a mancha urbana de quatro cidades brasileiras: Uberlândia-MG, Juiz de Fora-MG, Sorocaba-SP e

Piracicaba-SP. A observação da mancha urbana e do modelo circular proposto (Figura 1) permite identificar as sobreposições existentes para cada cidade citada e o modelo circular.

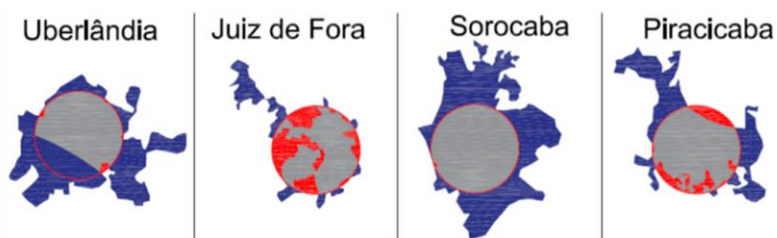


Figura 1. Sobreposição da mancha urbana de cada cidade à forma circular

Observa-se que as quatro cidades apresentam sobreposições entre mancha urbana (Amancha) e forma circular muito diferentes. A análise da figura 1 e Quadro 2 permite constatar que só a cidade de Sorocaba apresenta uma área fora da mancha circular (Afora) superior à área dentro da mancha circular (Adentro). Considerando igualmente a área de vazio (Avazio), este indicador pode ser quantificado pela seguinte expressão (Ulian, 2015):

$$I_{\text{forma}} = \left[\frac{(\text{Adentro})}{\text{Amancha} \left(\text{Afora} + \left(\frac{\text{Avazio}}{2} \right) \right)} \right] \times \left[\frac{\text{Dpop}}{135} \right] \times 100 \quad (1)$$

Quadro 2. Dados cidades referenciais

| Município | Estado | POPu (Hab.) | Área Mancha (ha) | Adentro (ha) | Avazio (ha) | Afora (ha) | Densidade (hab/ha) | Iforma |
|--------------|--------|-------------|------------------|--------------|-------------|------------|--------------------|--------|
| Uberlândia | MG | 611.904 | 11.731 | 5.931 | 83 | 5.817 | 46,3 | 34,6 |
| Sorocaba | SP | 593.776 | 14.151 | 5.983 | 15 | 8.167 | 37,3 | 27,7 |
| Piracicaba | SP | 367.290 | 8.910 | 4.899 | 1.100 | 4.010 | 37,2 | 31,0 |
| Juiz de Fora | MG | 520.811 | 5.385 | 3.833 | 2.166 | 1.552 | 52,7 | 54,4 |

2.2 Os benchmarking

Objetivando obter um diagnóstico na aplicação do método, faz-se necessário parâmetros que possibilitem comparativos. Estes parâmetros, também conhecidos por melhores práticas e práticas convencionais (*benchmarking*) permitem a comparação de resultados e desta forma auxiliam e facilitam o processo de tomada de decisão quanto à gestão urbana (Mateus e Bragança, 2009). A melhor prática representa a meta ótima que um município poderia alcançar, enquanto que a prática convencional corresponde ao nível mínimo que regulamentos, normas e legislações deveriam conter (Ulian et. al., 2015) O Quadro 3 apresenta os valores para melhores práticas e práticas convencionais utilizadas neste processo relativo aos indicadores de eficiência urbana (Ulian, 2015).

Quadro 3. Valores adotados para Melhor Prática e Prática convencional.

| GRUPO | ID | SÍMBOLO | UNIDADE | MELHOR | PRÁTICA |
|-------------------|-----|---------|-----------|---------|--------------|
| | | | | PRÁTICA | CONVENCIONAL |
| EFICIÊNCIA URBANA | I-1 | Dpop | Hab./ha | 135 | 43 |
| | I-2 | Dres | Resid./ha | 85 | 14 |
| | I-3 | Iforma | % | 70 | 37 |
| | I-4 | Ilexa | 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 | Ilexe | m/ligação | 9,4 | 15,4 |
| | I-8 | Ilimp | % | 70 | 50 |

2.3 Avaliação através de ábacos

A comparação entre os indicadores obtidos e os *benchmarking* torna-se complexa, na medida em que é necessário comparar simultaneamente oito valores numéricos. Uma possível ajuda vem da representação dos indicadores segundo ábacos, à semelhança do que pode ser feito na definição de cenários relativos à gestão da água (Gallopín, 2012). Para o processo de avaliação é adotado um ábaco que dispõe todos os indicadores de eficiência urbana propostos, não havendo necessidade de uniformizar as escalas, embora isso pudesse ser feito. A partir deste ábaco é possível tirar conclusões, de forma visual, quanto às características da cidade que está sendo avaliada. Com o *benchmarking* são desenhados os ábacos correspondentes (Figura 2), que devem ser comparados com os ábacos da cidade que se quer avaliar. Assim, o objetivo da análise de ábacos é avaliar se a cidade está mais próxima à prática convencional ou à melhor prática.

A análise da Figura 2 permite constatar de que forma a prática convencional e a melhor prática são diferentes, ou seja como a utilização unicamente da prática convencional pode conduzir a menor eficiência urbana.

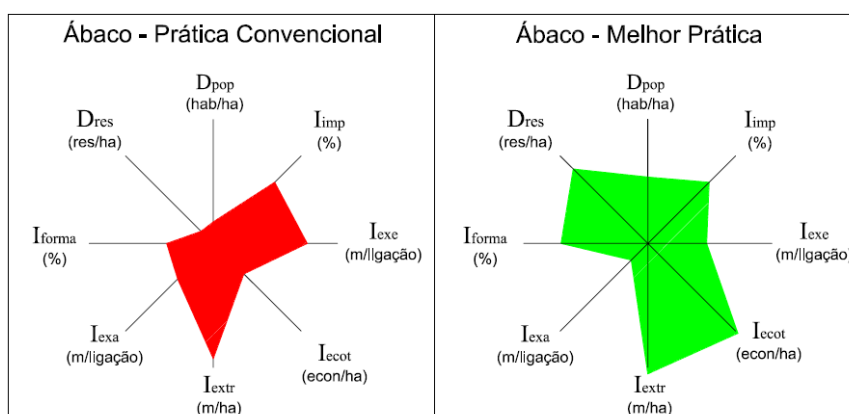


Figura 2. Ábacos comparativos dos Indicadores de Eficiência Urbana – benchmarking

3. APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DA EFICIÊNCIA URBANA EM CAXIAS DO SUL

3.1 Apresentação de Caxias do Sul

Caxias do Sul localiza-se na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil sendo a segunda maior cidade do estado. Possui uma população de 435.482 habitantes, dos quais apenas 3,7% residem em área rural (IBGE, 2010). Com uma área territorial de 1.644 km², tem apenas 744 km² (45%) pertencentes à área rural. Está localizada em duas bacias hidrográficas, 53% na bacia dos rios Taquari e Antas e 47% na bacia do rio Caí, conforme é apresentado na Figura 3.

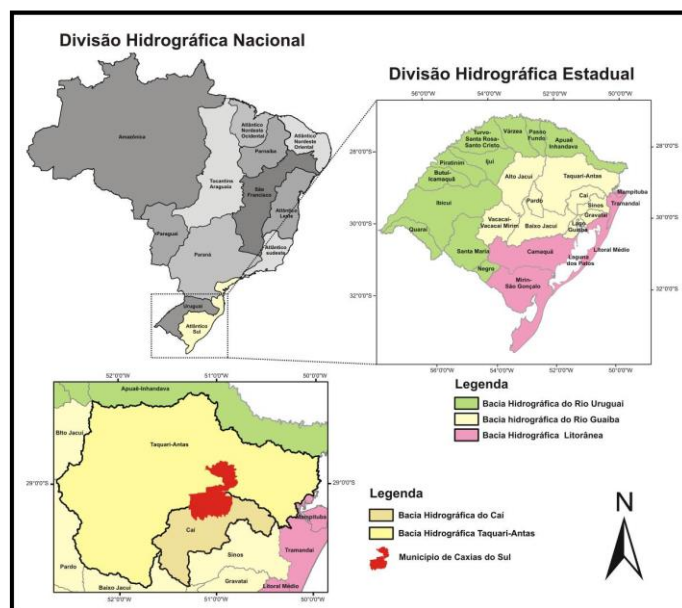


Figura 3. Localização de Caxias do Sul nas regiões hidrográficas do Brasil e do Estado do Rio Grande do Sul.

Historicamente Caxias do Sul enfrentou sérios problemas de falta de água com estiagens frequentes e, devido ao aumento rápido da população, a qual incrementava volumosamente a demanda por água. Em 1963, iniciaram os estudos de aproveitamento do novo manancial, o do Arroio Maestra. Depois foram desenvolvidos os sistemas: Dalbó, Faxinal, e mais recentemente o Marrecas. Atualmente todos estes sistemas estão em funcionamento. Existem estudos para outros dois mananciais, o do Arroio Piaí e Arroio Sepultura, todos ainda mais distantes da área urbana.

Caxias do Sul não dispõe de rios caudalosos para fazer a captação direta, utilizando-se basicamente água de origem superficial (98%) feita através de represamento em arroios de baixa vazão.

3.2 Análise e Discussão dos Resultados

Baseando-se nas expressões dos oito indicadores de eficiência urbana calcularam-se os indicadores para Caxias do Sul (Quadro 4). A Figura 4 apresenta o resultado da aplicação dos indicadores sob a forma de ábaco.

Quadro 4. Cálculo dos Indicadores de Eficiência Urbana - Caxias do Sul.

| GRUPO | ID | SÍMBOLO | UNIDADE | VALORES CALCULADOS |
|-------------------|-----|---------|-----------|--------------------|
| EFICIÊNCIA URBANA | I-1 | Dpop | Hab./ha | 46,2 |
| | I-2 | Dres | Resid./ha | 22,6 |
| | I-3 | Iforma | % | 36 |
| | I-4 | Iexa | m/ligação | 12,1 |
| | I-5 | Iextr | m/ha | 173,1 |
| | I-6 | Iecot | Econ./ha | 20,7 |
| | I-7 | Iexe | m/ligação | 14,2 |
| | I-8 | Iimp | % | 50 |

Pela observação dos valores do Quadro 4 e da forma das Figuras 2 e 4, o indicador densidade populacional para Caxias do Sul é igual a 46,2 Hab./há, encontrando-se muito mais próximo da prática convencional (43Hab./ha) do que da melhor prática (135Hab./ha). O outro indicador referente à densidade residencial apresenta um resultado muito semelhante. Pode-se concluir que a evolução urbana de Caxias do Sul deveria visar aumentar a sua densidade, antes de promover novas expansões urbanas, o que corresponderia à aproximação do seu ábaco ao das melhores práticas. Para agregar e qualificar esta conclusão, observou-se também o desenho da mancha urbana em comparação com a forma circular modelo.

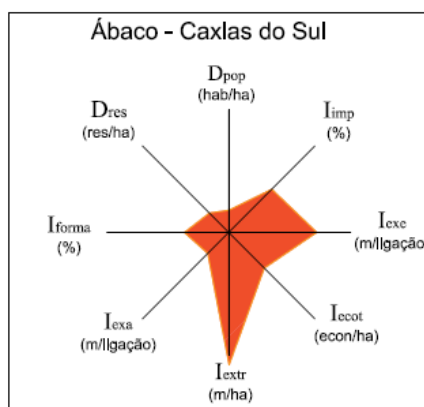


Figura 4. Ábacos Indicadores de Eficiência Urbana de Caxias do Sul

A Figura 5 apresenta a imagem utilizada para o cálculo do índice de forma, referente à mancha urbana de Caxias do Sul. A melhor prática para o Iforma é de 70% enquanto para Caxias do Sul este índice foi calculado em 36%. A análise da Figura 5 permite concluir que, apesar de Caxias do Sul ter menos de 450 mil habitantes, possui um área de ocupação fora da forma circular igual a 37% da sua área total (Amancha). Este resultado corrobora as conclusões retiradas dos primeiros indicadores analisados.

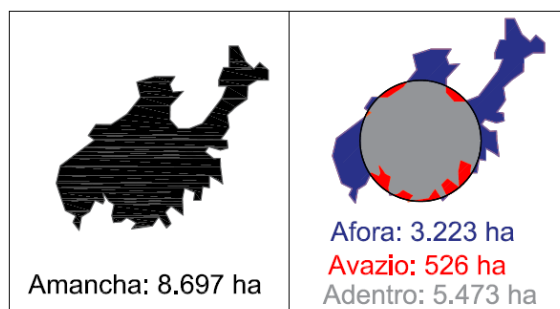


Figura 5. Aplicação do Indicador Iforma em Caxias do Sul.

Os indicadores referentes à distribuição das infraestruturas de saneamento básico mostram menores discrepâncias com relação aos referenciais. O indicador Iexa fica mais próximo das melhores práticas, enquanto que o indicador Iextr supera a melhor prática. O indicador Iecot apresenta um valor mais próximo da prática convencional, mais um vez evidenciando a

necessidade de rever a distribuição da população no espaço urbano. O indicador lexe também está mais próximo da prática convencional. Estes indicadores juntos mostram que as definições referentes à infraestrutura poderiam ser melhor planejadas, fazendo com que mais pessoas pudessem ser atendidas com água potável, com um menor investimento em infraestruturas de saneamento básico. O indicador limp apresenta um valor exatamente igual à prática convencional, mais uma vez demonstrando o potencial para o aumento da densidade da cidade e consequente impermeabilização do solo.

A presente avaliação diagnóstica da eficiência urbana através de Indicadores de “Hidricidade” possibilita ver para além das particularidades que caracterizam cada cidade. Assim em cidades médias, a observação da distribuição dos oito indicadores em forma de ábaco e a sua comparação com os ábacos referentes à prática convencional e às melhores práticas permitem identificar que Caxias do Sul é pouco densa, o que torna as infraestruturas de saneamento básico mais onerosas no que diz respeito à sua construção e manutenção. Assim, à visão tradicional de procurar novos mananciais de água, cada vez mais distantes do centro urbano, pode contrapor-se a opção por procurar uma distribuição mais eficiente da população dentro do território consolidado.

Assim fica evidenciada a necessidade de uma reavaliação das infraestruturas de saneamento básico, bem como à avaliação da possibilidade de melhorias no seu sistema de gestão e controle.

4. CONCLUSÕES

Os indicadores de “Hidricidade - Eficiência Urbana” são uma ferramenta prática e relativamente simples que permite diagnosticar a cidade, auxiliando na tomada de decisões a partir dos resultados obtidos.

A avaliação diagnóstica da Eficiência Urbana, através de Indicadores de “Hidricidade” na cidade de Caxias do Sul, permitiu constatar algumas fragilidades existentes no que diz respeito à gestão da expansão urbana e à gestão da água. De fato, para se poder aplicar esta ferramenta é necessário quantificar um conjunto vasto de variáveis, o que nem sempre é tarefa fácil. Adicionalmente, pela dificuldade na obtenção dos dados e a deficiente comunicação entre secretarias dentro da administração pública municipal, tornou evidente que a gestão é setORIZADA e carente em integração de ações na tomada de decisões de ordenamento territorial.

Os resultados obtidos sugerem a necessidade de aumentar a densidade e de ocupar mais o território já urbanizado. Percebe-se que ainda há espaço para a população crescer, por isso, o aumento da área urbana deveria ser evitado. Assim entende-se que é melhor aumentar a densidade em locais onde os impactos da urbanização, como por exemplo a impermeabilização, já tenham sido provocados, do que ocupar novos espaços naturais ou pouco antropizados. É evidente que deveria ser feito uma reavaliação da infraestrutura instalada e que substituições nas redes antigas deveriam ser feitas, bem como melhorias no sistema de gestão e controle, como, por exemplo, investimentos em macromedição.

Certamente que há limites para essa densificação e por isso cabe a aplicação dos demais indicadores propostos num estudo mais amplo (Ulian, 2015). Também se sugere a proposta de novos indicadores, melhorando a especificidade dos problemas de cada lugar, neste caso necessitando de novos *benchmarking*.

REFERÊNCIAS

- Alvim, A. T. B. (2010). *Água e meio urbano: em busca de um política integrada*. O caso de São Paulo, Brasil. Building Communities for Cities of the Future, 54^a IFHP World Congress, Porto Alegre.
- Andrade, L. M. S. e Blumenschein, R. N. (2014). *A nova Ecologia da Cidade: uma conexão importante 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.
- Barros, N. S. (2014). *A Densidade e a Morfologia urbana como parâmetros para o Planejamento de Bacias Hidrográficas*. III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, Belém.
- Black, P. E. (1996). *Watershed Hydrology*. Second Edition, US.
- Castanheira, G. S. (2013). *Estratégia de Intervenção para Regeneração Urbana Sustentável*. Guimarães, Portugal.
- Castro, L. M. A. (2007). *Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água*. Belo Horizonte, MG. XV, 297f, enc. il.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency's (2006). *Protecting water resources with higher-density development*, EPA 231-R-06-001. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth. Acesso outubro 2014.
- Gallopin, G. C. (2012). *Five Stylized Scenarios*, Global Water Futures 2050, UNESCO, United Nation World water assessment Program, WWDR4.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Aglomerados subnormais. Censo Demográfico*. Rio de Janeiro, p.1-259, Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais/agsn2010.pdf. Acesso em: outubro de 2013.
- Ioris, A.A.R., Hunter, C. e Wakker, S. (2008). *The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland*. Journal of Environmental Management 88, 1190 –1201.
- Lundin, M. e Morrison, G. M. (2002). *A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems*. Journal Urban Water 4, 145–152.
- Mateus, R. e Bragança, L. (2009). *Guia de Avaliação SBToolPT-H*. iiSBE, Portugal.
- Miana, A. C. (2010). *Adensamento e forma urbana: inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto*. 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidad de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19012011-092832/>. Acesso em: 04 out. 2014.
- Murray, A., Ray, I. e Nelson, K.L. (2009). Journal of Environmental Management. *An innovative sustainability assessment for urban wastewater infrastructure and its application in Chengdu, China* 90, 553–3560.
- Rueda, S. (2006). *Plan especial de indicadores de Sostenibilidad de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Barcelona. Disponível em: <http://www.bnecologia.net>. Acesso em: maio 2014.
- Santos, R. F. (2004). *Planejamento ambiental, teoria e pratica*. Sião Paulo: Oficina de Textos.
- Shen, L-Y., Ochoa,J. e Shah,M.N. (2011). Journal Habitat International. *The application of urban sustainability indicators. A comparison between various practices* 35, 17-29.
- SNIS - *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*. Disponível em <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: março de 2013.
- Tanguay, G.A., Rajaonson, J., Lefebvre, J.F. e Lanoie P. (2010). Journal Ecological Indicators. *Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators* 10, 407–418.
- Tong, S. T.Y., Liu, A. J. e Goodrichb J. A. (2009). *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.
- Ulian, G. (2015). *Avaliação Diagnóstica para a Gestão Urbana através de indicadores de "Hidricidade"*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Facultad mae Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del BioBio, Concepción, Chile. Disponível em: <http://www.biossplena.com.br>
- Ulian, G., Lima, M. e Cartes, I. (2015). *Indicadores de "Hidricidade" como ferramenta de avaliação da eficiência urbana*. In: EuroELECS. 2015 Latin American and European conference on sustainable buildings and communities, 2015, Guimarães. Connecting People and Ideas – Proceedings of EURO ELECS 2015. Lisbon: Printed by Multicomp. v.2. p.1181 1190.
- Valenzuela, L.M. e Matarán, A. R. (2008). Journal Land Use Policy. *Environmental indicators to evaluate spatial and water planning in the coast of Granada (Spain)* 25, 95–105.
- Water in Core (2012). *Water management in Mediterranean Rivers Basins*. Sustainable water management through common responsibility enchancement in Mediterranean Rivers Basins. Project cofinanced by European Regional Development Fund.