

**EIXOS TEMÁTICOS:**

- A dimensão ambiental da cidade como objeto de discussão teórica (x)
- Interfaces entre a política ambiental e a política urbana ( )
- Legislação ambiental e urbanística: confrontos e a soluções institucionais ( )
- Experiências de intervenções em APPs urbanas: tecnologias, regulação urbanística, planos e projetos de intervenção ( )
- História ambiental e dimensões culturais do ambiente urbano ( )
- Engenharia ambiental e tecnologias de recuperação ambiental urbana ( )

## **A Densidade e a Morfologia Urbana como parâmetros para o Planejamento de Bacias Hidrográficas**

*Density and Urban Morphology as parameters to the Hydrographic Basin Planning*

BARROS, Nayara Sales (1)

(1)Arquiteta e Urbanista, UFPA – [nayarasalesbarros@gmail.com](mailto:nayarasalesbarros@gmail.com)

**EIXOS TEMÁTICOS:**

- A dimensão ambiental da cidade como objeto de discussão teórica (x)
- Interfaces entre a política ambiental e a política urbana ( )
- Legislação ambiental e urbanística: confrontos e a soluções institucionais ( )
- Experiências de intervenções em APPs urbanas: tecnologias, regulação urbanística, planos e projetos de intervenção ( )
- História ambiental e dimensões culturais do ambiente urbano ( )
- Engenharia ambiental e tecnologias de recuperação ambiental urbana ( )

## A Densidade e a Morfologia Urbana como parâmetros para o Planejamento de Bacias Hidrográficas

*Density and Urban Morphology as parameters to the Hydrographic Basin Planning*

**RESUMO**

A intervenção humana indissociavelmente interfere no espaço territorial atingindo diretamente o processo natural dos ciclos hidrológicos. Não apenas as consequências provenientes dessas intervenções, como também a própria dinâmica natural dos recursos hídricos são fatores determinantes ao funcionamento das bacias hidrográficas. A produção descontrolada de ocupações no solo urbano provoca diferentes impactos, dentre estes podemos destacar: a produção de detritos, o aumento da vazão da água contribuinte para a sedimentação desse solo, a má utilização dos recursos hídricos nas atividades desenvolvidas na região, e outros aspectos que destacam a necessidade de assegurar medidas que promovam a manutenção dos ciclos hídricos, principalmente, a partir de ações de planejamento que levem em consideração a relação direta entre elementos urbanos e naturais do território. Para a efetivação de ações que procurem garantir a qualidade de vida da população local, se faz importante o estudo e análise das bacias hidrográficas em busca da definição de parâmetros para uma reorganização do espaço urbano, e estando a densidade e a morfologia urbana diretamente interligada a este processo, as mesmas poderão influenciar na melhor utilização dos recursos hídricos possibilitando a existência de qualidade de vida urbana no meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacias Hidrográficas, Planejamento Urbano, Densidade e Morfologia Urbana.

**ABSTRACT**

*Human intervention inextricably interferes in territorial space reaching the natural process of hydrological cycles directly. Not only from the consequences of these interventions, as well as the dynamic nature of water are itself crucial to the functioning of watersheds factors. The uncontrolled production of occupations in urban soil causes different impacts, among them we can highlight: the production of wastes, increasing the flow of water to the contributors of this soil sedimentation, poor water use activities in the region, and other aspects that highlight the need to ensure measures to promote the maintenance of water cycles, mainly from planning actions that take into account the direct relationship between urban and natural elements of the area. For implementation of actions aimed at ensuring the quality of life of the local population, it is important to study and analyse watershed in search of definition of parameters for a reorganization of urban space, and being the density and urban morphology directly connected to this process, they may influence the best use of water resources enabling the existence of urban quality of life in the environment.*

**KEY-WORDS:** Hydrographic Basin, Urban Planning, Density and Urban Morphology.

**1 INTRODUÇÃO**

Na compreensão do ambiente urbano se faz “necessário que o meio ambiente seja entendido a partir de uma visão complexa e completa, na qual além de seu aspecto

físico e ambiental, também deve ser considerado como um habitat socialmente criado” (SILVEIRA e BUENO, 2013, p. 3).

No processo de produção da cidade é aplicada a apropriação gradativa do ambiente natural. O espaço urbano se compõe a partir da construção e expansão de aglomerações humanas que transformam e adaptam o meio ambiente às necessidades surgidas a partir da formação de um núcleo urbano.

Os elementos que compõem o espaço urbano tem relação com a densidade populacional, podendo esta condicionar ou ser condicionada pela configuração espacial. Os níveis de densidade combinados à morfologia do espaço são associáveis, por exemplo, à existência de áreas verdes, assim como à manutenção de espaços de preservação permanentes. As modificações produzidas pela intervenção da população no espaço natural poderão resultar em aspectos agressivos à região habitada necessitando assim de ações de planejamento que apliquem medidas capazes de firmar a utilização correta e sustentável dos recursos naturais no território urbanizado.

Diante de diferentes fatores prejudiciais à manutenção desses recursos, atualmente, um dos principais problemas estão relacionados às bacias hídricas do país, que sofrem com o impacto resultante do desenvolvimento urbano, tanto a nível interno dos municípios como a nível externo, pela exportação de poluição e inundações para os trechos dos rios a jusante das cidades. As inundações representam 50% dos desastres naturais relacionados com a água, onde as inundações ribeirinhas ocorrem principalmente devido à ocupação do solo do leito maior (TUCCI, 2005).

Diante de dados tão significativos, a necessidade de uma reorganização dos espaços já ocupados e do planejamento de futuras ocupações, devem estar associados a ações que promovam uma melhor utilização dos recursos naturais e que considerem também aspectos determinantes para a formação do ambiente urbano, como as atividades econômicas desenvolvidas na região, o histórico do funcionamento natural das bacias hídricas presentes nesse território, as possíveis alterações promovidas durante o processo de urbanização da região, dentre outros.

## 2 A ÁGUA NO AMBIENTE URBANO

O ciclo hidrológico está presente em qualquer ambiente físico terrestre, pois este descreve um processo desde quando “a chuva cai na terra, é absorvida pelo solo e pelas plantas que nele crescem e corre para os cursos d’água e oceanos, onde então se evapora, retornando uma vez mais para o ar.” (SPIRN, 1995, p.161). Nota-se, portanto que este é um processo inerente ao meio em que vivemos, sendo assim no ambiente urbano o ciclo hidrológico também se faz presente, porém as alterações das características naturais do solo exercidas pelo homem afetam a forma de ocorrência do mesmo.

Diversos elementos fazem parte do ciclo da água. Dentre estes, as bacias hidrográficas se destacam por possuir uma dinâmica própria de funcionamento do ciclo hídrico ligada principalmente à lógica de drenagem de águas. Rocha, Gonçalves e Suizu (2013) explicam que uma das principais formas para a compreensão do processo hidrológico no espaço ocupado é a partir de sua avaliação dentro dos limites da bacia hidrográfica, sobretudo por esta manter uma relação estreita entre os elementos hídricos e ambientais e a atividade antrópica. Para tais autores bacia hidrográfica pode ser entendida como “um meio natural espacialmente definido, no qual seus elementos mantêm relações dinâmicas entre os componentes físicos,

biológicos e socioeconômicos, que se repercutem ao canal fluvial” (ROCHA, GONÇALVES e SUIZU, 2013, p. 157).

As bacias se reproduzem em diversas escalas e são definidas através do processo de drenagem natural em direção a um fluxo maior de água; os rios que acumulam as águas drenadas formam uma unidade com suas várzeas, estas são definidas por Spirn (1995) como “uma área relativamente plana na qual o rio se movimenta, e na qual transborda regularmente quando acontecem inundações” (SPIRN, 1995, p.147).

No contexto urbano o uso do solo em áreas de várzeas nem sempre é planejado e ocupações irregulares se reproduzem de maneira descontrolada. Segundo Mello (2008) “o funcionamento da bacia hidrográfica é condicionado tanto pela própria dinâmica natural quanto por variáveis resultantes da intervenção do homem”. E sendo o processo de produção do espaço urbano produzido por ações humanas, o mesmo condicionará e provocará alterações no ciclo hidrológico de uma bacia.

Diversas ocupações urbanas produzidas sem planejamento prévio localizam-se às margens de córregos o que por vezes provoca impactos de maior visibilidade ambiental como a descarga de esgoto e lixo, e a conseqüente poluição dos recursos hídricos. Todavia, não só as aglomerações lindeiras aos cursos d’água afetarão o ciclo de reposição da água, as áreas urbanas produzidas irregularmente na totalidade das bacias também terão um grande teor de influência no ciclo hidrológico. Silveira e Bueno (2013) afirmam que o processo de urbanização de uma localidade pode provocar uma série de mudanças que estão relacionadas à produção de sedimentos, volume da vazão, deterioração da qualidade da água, e falta de infraestrutura urbana para tratar o esgoto gerado. Tais alterações são provocadas por um processo descontrolado de formação do espaço urbano que vai além das margens dos rios e córregos urbanos.

A formação de uma cidade modifica, inevitavelmente, o meio natural (MELLO, 2008). Nesse sentido, ao se destacar a água como recurso natural impactado, é possível identificar diversas alterações nas condições naturais da mesma, sendo citado como um dos principais impactos das atividades urbanas o nível de enchentes e sua localização. Spirn (1995) e Tucci (2005) descrevem que devido à construção dos sistemas de drenagem de água pluviais para o escoamento das superfícies pavimentadas impermeabilizantes do solo das cidades as enchentes são agravadas com o aumento da sua frequência e magnitude, e, além disso, a recarga dos lençóis freáticos é prejudicada, pois há uma diminuição da taxa de infiltração da água no solo.

O desenvolvimento urbano, segundo Tucci (2005), pode também provocar a obstrução do escoamento dos condutos da rede pluvial e o assoreamento de canais de drenagem, isto pode ocorrer, por exemplo, através de aterros, pontes e drenagens inadequadas. O mesmo autor cita ainda que, em geral, à medida que a cidade se urbaniza diferentes impactos incidem nos recursos hídricos, estes podem ser:

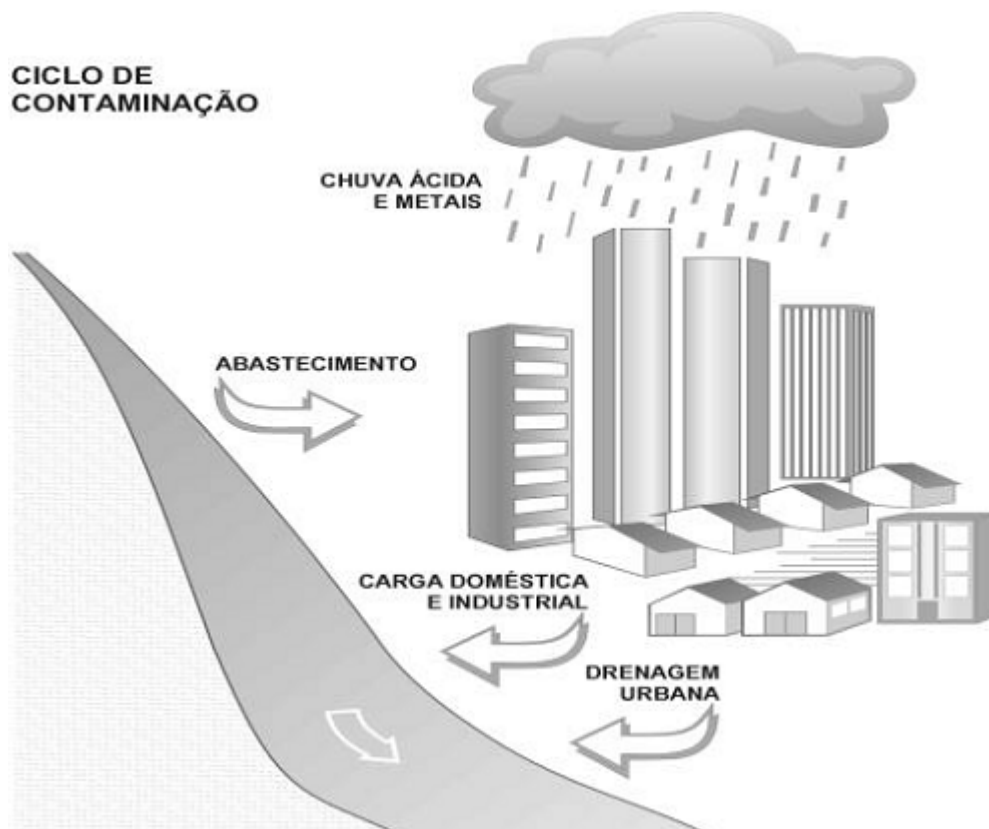
- aumento do nível e da frequência das vazões máximas devido a elevação da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- acréscimo na produção de sedimentos devido à falta de proteção das superfícies e o descarte irregular de resíduos sólidos (lixo);
- degradação da qualidade da água superficial e subterrânea, devido ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto e pluvial;

## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

- implantação desorganizada da infraestrutura e dos elementos do espaço urbano, tais como: (a) pontes e taludes que obstruem o escoamento das águas; (b) redução de seção dos canais receptores pluviais por aterros de pontes e para construções em geral; (c) assoreamento e obstrução de rios, canais e condutos por lixo e sedimentos; (d) obras de drenagem urbana inadequadas, com diâmetros diminuindo a jusante, drenagem pluvial sem separação do sistema de esgotamento, entre outros.

Nota-se que o desenvolvimento urbano tem causado um ciclo de contaminação, produzido pelos efluentes da população urbana, principalmente através dos esgotos doméstico/industrial e do esgoto pluvial (Figura 1). Este processo ocorre também devido a ocupação do solo urbano sem controle e seu impacto sobre o sistema hídrico. Segundo Tucci (2005), a consequência da expansão urbana sem uma visão ambiental é a deterioração dos mananciais e a redução da oferta de água potável para a população. Dessa forma, o autor defende que o processo de produção das cidades “necessita de diferentes ações preventivas de planejamento urbano e ambiental, visando minimizar os impactos e buscar o desenvolvimento sustentável” (TUCCI, 2005, p. 15).

Figura 1: Ciclo de Contaminação



Fonte: Tucci (2005).

É perceptível, portanto que a falta de medidas que procurem assegurar a manutenção do ciclo hidrológico natural dentro do contexto urbano contribui para a produção de diversos problemas ambientais. A água é considerada por Dibieso, Leal e Silva (2013) como o mais importante dos recursos naturais, de tal forma a mesma demanda iniciativas de proteção específicas que possam garantir sua qualidade. Nota-se então



a necessidade de ações correspondentes as características particulares de cada meio ambiente, seja por seus aspectos urbanos ou naturais. Spirn (1995) descreve ainda que o fluxo da água dentro do contexto urbano, incluindo de onde ela vem, o seu uso, tratamento e despejo, além da variação sazonal desse padrão, varia de cidade para cidade, dependendo do clima regional, das condições topográficas, das fontes de poluição e da forma urbana. Sobre a forma urbana, a mesma autora explica que é no projeto de cada novo edifício e parque, assim como, nas ações em áreas centrais e na urbanização da periferia metropolitana que as oportunidades para a prevenção de possíveis enchentes, e para conservação e preservação da qualidade da água se fazem presentes.

Para conciliar a produção da cidade com medidas de prevenção e garantia da conservação dos recursos hídricos serão necessárias, portanto, ações de planejamento urbano que busquem relacionar não só os elementos urbanos, como também os elementos responsáveis pelo ciclo hidrológico. Nesse sentido, as bacias hidrográficas vêm a ser uma importante escala territorial para definições de parâmetros de planejamento urbano. A escolha da delimitação de bacias como regiões de planejamento, também pode ser justificada pelo entendimento de que a “qualidade e a quantidade da água de um manancial estão diretamente relacionadas com os usos e atividades desenvolvidas em sua bacia hidrográfica”, sendo assim a caracterização das formas de ocupação e informações de caráter quantitativo desta respectiva área deverão auxiliar no desenvolvimento de indicações de planejamento urbano (DIBIESO, LEAL e SILVA, 2013, p. 193).

Ainda sobre o planejamento a partir de bacias hidrográficas, Silveira e Bueno (2013) explicam que a utilização desta unidade espacial para a gestão urbana torna possível a definição de áreas de análise associadas aos preceitos da sustentabilidade, pois abrangem questões sociais e ambientais e relacionam a qualidade de vida com o meio ambiente. Portanto o planejamento de cidades a partir de suas bacias hidrográficas se torna uma ferramenta capaz de fornecer condições para a existência de qualidade do meio ambiente, pois o mesmo deve relacionar o entendimento e análise dos recursos do ambiente natural, do ambiente construído e das necessidades do ser humano e suas atividades. E é através da existência de qualidade do meio ambiente que se poderá almejar qualidade de vida (PHILIPPI Jr, ROMÉRO e BRUNA, 2004).

O planejamento das bacias hidrográficas deve orientar o processo de formação do espaço urbano, pois através do processo de expansão das cidades a população passa a ocupar áreas que anteriormente ainda possuíam características de ambiente natural. O espaço urbano criado possui características morfológicas que relacionadas à densidade podem garantir a conservação das características naturais em áreas urbanas. Terrenos sujeitos a alagamentos têm seus riscos reduzidos com o aumento de áreas permeáveis e áreas vegetadas. Para isso os níveis de densidade associados à morfologia do espaço urbano são capazes de definir a existência de áreas verdes, assim como ajudar na manutenção de espaços de preservação permanentes.

Spirn (1995) cita também que cada cidade deverá projetar um plano abrangente para a gestão da água, plano este que deverá incluir, além da regulamentação do uso da água e a cuidadosa localização dos lixões e dos esgotos domésticos e industriais, normas para a forma e a densidade urbana nas cabeceiras e várzeas. De tal forma, se nota que na definição de parâmetros de planejamento urbano que busquem a manutenção e qualidade dos recursos hídricos, é necessário incluir aspectos relacionados aos níveis de densidade e aos padrões de morfologia. No processo de formação dos núcleos urbanos, assim como na gradativa expansão dos mesmos

deve-se procurar identificar os diversos elementos que irão condicionar o desenho das novas ocupações, assim como, a quantidade de solo transformado em áreas urbanas, que dependerá do crescimento da população, ou seja, dos níveis de densidade.

A densidade urbana pode indicar os níveis de distribuição da população em um espaço de terra restrito. Os valores resultantes desta distribuição estão relacionados à forma de produção do espaço urbano. Sendo assim, a morfologia das cidades e seus elementos componentes se relacionam diretamente com os níveis de densidade, e no entendimento desta relação devem ser considerados os aspectos dos costumes de cada sociedade, assim como do ambiente e seus elementos naturais em que as ocupações urbanas se desenvolvem.

Para auxiliar no processo de definição das formas de utilização da terra urbana, assim como na dimensão das bacias hidrográficas, os níveis de densidade, além de serem definidos durante o processo de planejamento urbano, devem ser economicamente eficientes, reforçar o desenvolvimento humano sustentável e também serem culturalmente aceitáveis (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). Contudo, para que se obtenham parâmetros de densidade aliados à morfologia das bacias urbanas é necessário compreender alguns conceitos e elementos decorrentes destes aspectos que deverão fazer parte das decisões de planejamento urbano.

### 3 A DENSIDADE E A MORFOLOGIA URBANA NO CONTEXTO AMBIENTAL

Ao lidar com a densidade estamos intrinsicamente levando em consideração aspectos da morfologia urbana, pois é a partir das formas de distribuição das ocupações urbanas que resultarão diferentes níveis de densidade. Quando são permitidas altas densidades em pouco solo urbano poderão ser encontradas tipologias habitacionais que buscam o uso intensivo do solo, o que, se feito de maneira não planejada, prejudicará a existência de áreas verdes e permeáveis. Diversos aspectos deverão, portanto, condicionar a densidade urbana. Acioly e Davidson explicam que a quantidade de solo alocada para uso público e privado irá influenciar os indicadores da densidade e também definir certas características morfológicas e qualidades específicas dos assentamentos humanos. Sendo assim, alguns assentamentos podem ter maior área destinada ao uso público – áreas verdes, vias para circulação veicular e de pedestres, e serviços públicos complementares -, enquanto outros podem ter maior parte do solo de uso privado, como para fins residenciais ou misto residencial-comercial e/ou comercial-industrial (ACIOLY e DAVIDSON, 1998).

A produção de novas áreas urbanas em uma cidade afetará os recursos hídricos, porém para que isso não ocorra de maneira prejudicial a qualidade e disponibilidade dos mesmos faz-se necessário a adoção de medidas de planejamento adequadas a forma de produção do espaço daquela cidade. Entender como a densidade e a morfologia podem condicionar o espaço e ser condicionadas por ele deverá fazer parte da gestão urbana através das bacias hidrográficas. Os autores Acioly e Davidson (1998) tratam dos aspectos que condicionam o cálculo da densidade urbana, e que a partir dela poderão também influenciar as condições de ocupação das bacias hidrográficas. Os autores destacam que o resultado em termos de densidade urbana será definido pelo grau de importância dado às seguintes variáveis:

- o número total de ocupantes/moradores por domicílio;
- a área total do assentamento, ou seja, a área definida pela poligonal de urbanização do assentamento;

## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

- a área total dos lotes e as normas urbanísticas que definem suas dimensões e tamanho mínimos e máximos, segundo a atividade humana a eles destinada;
- a área total do domicílio e os padrões normativos vigentes que determinam a dimensão mínima do mesmo; e
- a área total reservada para a circulação veicular, ou seja, os padrões e normas que definem a largura e comprimento das ruas e dos caminhos de pedestres (ACIOLY e DAVIDSON, 1998).

A configuração espacial pode determinar o total do solo reservado para áreas verdes, áreas de uso público ou de uso residencial, estes condicionantes também influenciarão no valor total da densidade urbana. Assim, conhecer quais são os tipos de uso do solo facilita no cálculo da densidade urbana. Para a gestão de bacias urbanas se devem considerar níveis de densidade que além de estarem compatíveis com a morfologia identificada como característica à determinada população, deverão proporcionar salubridade ambiental dos cursos d'água. Portanto, ao se buscar valores de densidade para ocupações urbanas, Acioly e Davidson (1998) explicam que a mesma está vinculada ao modo de vida de determinada população, pois as características socioculturais influenciam as formas de distribuição desta, de tal forma que a morfologia de um determinado assentamento humano é também resultado das características culturais e ambientais daquela população.

Na definição de parâmetros de morfologia e densidade para bacias hidrográficas urbanas não só os aspectos socioculturais devem ser levados em conta, mas também aqueles capazes de manter o ciclo hidrológico natural. Todavia, para entender como a densidade pode ser trabalhada no ambiente urbano se faz necessário compreender alguns conceitos e condicionantes do cálculo da mesma.

Alguns valores relacionados às unidades espaciais de cálculo poderão estar condicionados a algumas variáveis que geralmente são definidas por normas locais de regulação urbana. Com o objetivo de sistematização das variáveis mais relevantes foram construídos três quadros com base na classificação de Alves (2011). Tal autora classifica cinco primeiras variáveis como sendo um sistema de indicadores e outras três como índices urbanísticos. Além disso, estas variáveis podem ser expressas, dependendo do contexto analisado, na forma de densidade líquida ou densidade bruta.

Quadro 1: Formas de calcular a Densidade

<i>Densidade bruta</i>	Expressa o número total de pessoas residindo numa determinada zona urbana dividida pela área total em hectares, incluindo-se escolas, espaço públicos, logradouros, áreas verdes e outros serviços públicos. A densidade habitacional bruta mede o número total de unidades dividida pela área total da gleba. Toda área incluída dentro da poligonal de um assentamento deve ser considerada para efeito da determinação da densidade bruta.
<i>Densidade líquida</i>	Expressa o número total de pessoas residindo numa determinada zona urbana dividida pela área estritamente utilizada para fins residenciais. A densidade habitacional líquida expressa o número total de unidades dividido pela área destinada exclusivamente ao uso habitacional.

Fonte: Acioly e Davidson (1998), e Alves (2011).



## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

Quadro 2: Indicadores de Densidades

<i>Densidade demográfica</i>	Número total de moradores dividido pela área urbana usada como referência. É também denominada densidade populacional e geralmente expressa em habitantes por hectare (habitantes/ha), todavia em áreas mais amplas pode ser utilizada a medida em habitantes por quilômetro quadrado (habitantes/km <sup>2</sup> ).
<i>Densidade habitacional</i>	Também chamada de densidade residencial, esta medida expressa o número total de unidades habitacionais construídas em uma determinada área urbana. É representada em unidades habitacionais por hectare (unidades habitacionais/ha ou habitações/ha).
<i>Densidade edificada ou construída</i>	Expressa o total de metros quadrados da edificação por hectare, ou seja, o total da área construída existente dentro da poligonal do assentamento ou bairro, medida em m <sup>2</sup> por hectare. Assim, se utiliza toda a área do assentamento urbano.

Fonte: Acioly e Davidson (1998), e Alves (2011).

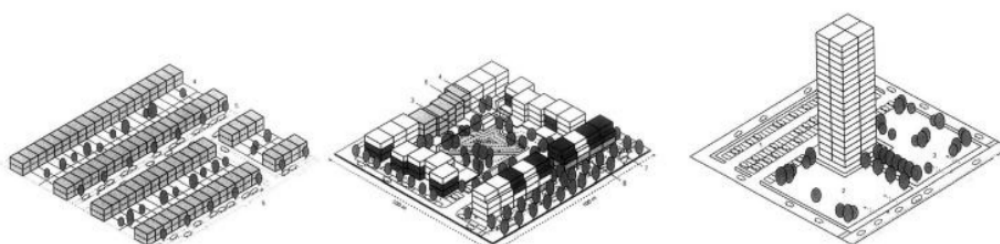
Quadro 3: Índices de Densidades

<i>Taxa de ocupação do lote</i>	É a porcentagem do terreno que pode ser ocupada pela edificação.
<i>Coefficiente de aproveitamento</i>	É a razão entre a área do lote e o total de área construída máxima permitida.
<i>Índice de impermeabilização,</i>	É a área impermeabilizada dividida pela superfície de referência. Pode regulamentar a proporção mínima permeável do terreno.

Fonte: Acioly e Davidson (1998), e Alves (2011).

Alves (2011) afirma que, apesar dos conceitos dos indicadores e índices listados serem os mais citados por planejadores e projetistas, eles ainda são incapazes de traduzir a realidade morfológica do espaço construído. Esta incapacidade vem motivando a procura de outras referências capazes de fornecer leituras mais precisas e adaptadas à análise da espacialização de ocupações urbanas. E, mesmo a utilização das densidades residenciais brutas e líquidas não é capaz de oferecer um exame real sobre o modo como uma ocupação se organiza. Ou seja, deve ser destacado também os aspectos da forma de utilização do espaço urbano particulares a cada população. Torna-se claro que existe uma intrínseca relação entre a morfologia urbana e a densidade. A Figura 2 demonstra como o mesmo número de unidades habitacionais pode ser diferentemente arranjado no espaço urbano.

Figura 2: Três áreas com 75 unidades habitacionais por hectare.



Fonte: Alves (2011).

Cada elemento componente do espaço urbano deve contribuir de maneira diferente para o cálculo da densidade e das formas diferenciadas da mesma ser expressa. Ao se trabalhar com o planejamento urbano na escala da bacia hidrográfica serão

aplicados os condicionantes resultantes desta relação entre densidade e morfologia, no entanto diversos cuidados devem ser tomados para que não sejam produzidos níveis de densidades insalubres ou ineficientes, aspectos estes comumente ligados a valores altos ou baixos demais.

### A MORFOLOGIA URBANA E OS NÍVEIS EXTREMOS DE DENSIDADE

A densidade pode ser considerada bastante significativa para o desempenho da cidade, porém quando ultrapassa níveis mínimos de salubridade passa a contribuir na existência de diversos impactos ambientais tornando um sério problema para a manutenção das cidades. Nas situações mais comuns, quando o aumento da densidade se dá de forma não planejada ou por ter sido má gerenciada, há uma saturação das redes de infraestrutura, que por não serem capazes de abarcar as necessidades da população, provocam impactos diretos na dinâmica das bacias hidrográficas, como, por exemplo, no caso de extrapolação das redes de esgoto que resultam no despejo dos mesmos sem tratamento nos cursos d'água. Em uma situação inversa a baixa densidade ao extremo provoca o desperdício de áreas servidas com infraestrutura e a ocupação desmedida de áreas vegetadas e de função ambiental.

A forma urbana vinculada à alta densidade tanto demográfica quanto construtiva é em sua maioria percebida em bairros populares e assentamentos informais. Tais áreas se caracterizam por uma morfologia urbana não cartesiana que se apresenta por ruas estreitas, exíguos espaços livres e praticamente nenhuma área de convívio social e uso comunitário (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). Altas densidades irão implicar em um uso intensivo da terra disponível, o que deverá colaborar para o contínuo aumento da densidade resultante. Sendo assim, áreas com altos índices de moradores em pequenas porções de terra urbana provavelmente possuirão menos solo disponível para a infiltração da água prejudicando o ciclo hidrológico e aumentando os riscos de enchentes principalmente nas áreas de várzea das bacias. Acioly e Davidson (1998) indicam que projetos urbanos que podem ser caracterizados por uma densidade residencial muito alta teriam 600 hab/ha, outros de densidade alta teriam 400 hab/ha, os de densidade baixa teriam 100 hab/ha, e aqueles com densidade residencial média teriam de 200 hab/ha. O quadro abaixo traz exemplos utilizados pelos dois autores para ilustrar o quanto a densidade está associada ao tamanho do lote e da habitação, ao número total de unidades e a área total da gleba.

Quadro 4: Densidades e parâmetros urbanos em diferentes projetos

Localização/projeto	Tipologia habitacional	Densidade demográfica bruta (hab/ha)	Densidade demográfica líquida (hab/ha)	Densidade habitacional bruta (unid./ha)	Tamanho do lote/habitação	Número total de unidades	Área total da gleba (ha)
Brasília – Itamaraca	Embrião/individual	215	441	40	120	452	11,1
Brasília – Candangolandia	Embrião semi-geminado			36	120 to 250	2236	62,2
Medellin, Colombia, Villa Socorro	Geminada	279	574		96/43		
Montego Bay, Jamaica	Lote urbanizado	229	468	44,2	100/-	828	18,7
Iztacalco – México	Apto, prédio altura	405	433	77		5690	74
San Juan Aragon – México	Casa/separada	338	178		190/32,5	9900	193
Lima/Peru, El Agostino	Apto/geminado	525	664		36/36		
Piura, Peru	Apto	408	1949	137	76	170	1,24

## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

Ciudad Guayana, Venezuela, El Gallo	Casa/individual	124	186		300/65		
Boston, Cambridge Post – EUA	Apto, prédio c/ escada	112	148		319/114		
Boston, Cambridge Point – EUA	Apto/7 andares	747	1449		78		

Fonte: Acioly e Davidson (1998). Elaboração da autora.

Os dados coletados pelos autores exemplificam o quanto as diferentes formas de produção dos elementos que constituem o espaço urbano podem influenciar as densidades resultantes, e ao associarmos isso ao planejamento de bacias hidrográficas, devemos atentar para quais características de morfologia urbana garantiram não só densidades aceitáveis pela população como também a preservação dos recursos hídricos.

Outros aspectos prejudiciais às ocupações urbanas decorrentes dos extremos índices de densidades poderão ocorrer em baixos níveis resultantes. Uma ocupação, por exemplo, com população de baixa renda baseada em grandes lotes e habitações individuais fazem com que os habitantes tenham de percorrer longas distâncias a fim de terem acesso a serviços que não existam na área onde moram. Além disso, Acioly e Davidson (1998) afirmam que os lotes de grandes dimensões e as formas de ocupação do solo frequentemente não planejadas acabam resultando em configurações urbanas ineficientes.

Normalmente, densidades baixas implicam em baixos padrões de infraestrutura e altos custos financeiros, podendo também carregar consigo altos custos ambientais. Um dos principais argumentos para se encorajarem as altas densidades urbanas está ligado à eficiência na provisão e manutenção das infraestruturas e serviços urbanos, além de um menor consumo de terra (ACIOLY E DAVIDSON, 1998).

Sobre as altas densidades, ou seja, ocupações com valores resultantes considerados acima do planejado poderão ser identificados problemas como de congestão, saturação das redes de infraestrutura e ineficiências urbanas. Além disso, o aumento da densidade construída amplia a superfície impermeabilizada pelas edificações, dificultando a absorção das chuvas torrenciais (ACIOLY E DAVIDSON).

Os extremos níveis de densidades urbanas podem, portanto prejudicar a qualidade de vida e dos recursos ambientais de uma cidade. Entretanto, de todos os impactos provocados pela forma de urbanização do ambiente natural, Viola (2008) esclarece que o crescimento populacional e o aumento do consumo do solo, aspectos inerentes a produção do espaço urbano, já podem provocar algum tipo de impacto, pois diminuem a disponibilidade de água para outros usos que não sejam o abastecimento humano e demandam maiores investimentos em infraestrutura.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacias hidrográficas no ambiente urbano necessitam de uma abordagem que relacione os aspectos relevantes para o planejamento da cidade, que possibilite a utilização consciente dos recursos através de atividades sustentáveis, e que garantam a manutenção da qualidade das águas. Dentre os aspectos que devem ser destacados no momento de planejar o espaço urbano encontram-se a densidade e a morfologia, características estas inerentes da população que ali deverá morar. Nota-se que inúmeras dinâmicas de produção do espaço urbano informal em ambientes de fragilidade hidrológica se fazem presentes e que a discussão das mesmas deve ser

considerada para a formulação de estratégias de ação nessas áreas. Todavia, também é preciso condicionar a relação entre a dinâmica natural do recurso hídrico da região aos efeitos oriundos das intervenções urbanas do local.

A natureza dentro de seu próprio contexto já mantém uma relação significativa com as atividades humanas. Sendo assim, é preciso buscar formas de aliar os elementos urbanos aos aspectos ambientais. A ideia de ambiente preservado deve estar associada a vivência humana, portanto a forma urbana e como a população utiliza o solo devem ser compreendidos como elementos de extrema importância na determinação de parâmetros de cunho ambiental e de preservação dos ciclos hídricos das bacias.

A densidade e a morfologia urbana são aspectos de extrema relevância na procura de um equilíbrio entre o modo de viver e a permanência de qualidade ambiental e urbana. Entretanto o equilíbrio entre o urbano e ambiental é algo de extrema complexidade e deve estar associado à diversas características que envolvem desde o âmbito social até dados ligados a dinâmica econômica e cultural. E diante da problemática ambiental enfrentada atualmente nas cidades, o planejamento dos centros urbanos deve ser debatido em busca de ações efetivas aliadas principalmente ao contexto em que serão inseridas.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. *Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.
- ALVES, Susana Ricardo. *Densidade Urbana: compreensão e estruturação do espaço urbano nos territórios de ocupação dispersa*. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura com especialização em Planejamento Urbano e Territorial) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.
- DIBIESO, E. P.; LEAL, A. C.; SILVA, P. A. R. Subsídios para planejamento da área de proteção e recuperação do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio, São Paulo – Brasil. In: OLIVEIRA, J. M. G.C. (org). *Espaço, Natureza e Sociedade*. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.
- MELLO, S S. *Na Beira do Rio tem uma Cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água*. 2008. 187 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade de Brasília, Brasília 2008
- PHILIPPI JR. A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Manole, 2004).
- ROCHA, P. C.; GONÇALVES, F.; SUIZU, T.M. Análise integrada da variação espacial do transporte de sedimentos no Rio Santo Anastácio, oeste paulista. In: OLIVEIRA, J. M. G.C. (org). *Espaço, Natureza e Sociedade*. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.
- SILVEIRA, A. F.; BUENO, L. M. M. *Sustentabilidade e Vivências em uma Bacia Hidrográfica Urbana: resultados de intervenções recentes*, Campinas/SP, Brasil. Encontro de Geógrafos de América Latina, Perú, p. 1-18, 2013.
- SPIRN, A. W. *O Jardim de Granito: a natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.
- TUCCI, C E M. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Rio Grande do Sul: Ministério das Cidades, 2005. 192 p.
- VIOLA, H. *Gestão de Águas Pluviais em Áreas Urbanas – O Estudo de Caso da Cidade do Samba*. 2008. 187 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) –



Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2008