



## **DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA AS ÁGUAS URBANAS NAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS A bacia hidrográfica como unidade de planejamento para o desenvolvimento e a reabilitação urbana e ambiental**

### **Autores:**

Eduarda Dias de Berrêdo - UFES - berredo.eduarda@gmail.com  
Daniella do Amaral Mello Bonatto - UFES - daniella.bonatto@ufes.br

### **Resumo:**

Esse trabalho tem como objetivo discutir problemas urbanos e ambientais das cidades contemporâneas, apontar legislações que amparam essa discussão e apresentar a infraestrutura verde como possibilidade de enfrentamento de tais problemas. Toma como objeto de análise a Microbacia do Guaranhuns, em Vila Velha-ES - frequentemente vítima de alagamentos e inundações - e propõe a implantação de infraestrutura verde para tratar os problemas e promover uma reabilitação urbana e ambiental. A metodologia aplicada consistiu em: i) revisão bibliográfica; ii) análise das legislações urbanística e ambiental nas diferentes esferas governamentais; iii) pesquisa documental, dados secundários, levantamento em campo e análise urbana e ambiental; e iv) elaboração de diretrizes proposta para implantação de corredores verdes na microbacia estudada. Conclui-se que a infraestrutura verde pode ser um caminho para a reabilitação urbana e ambiental, proporcionando a integração dos elementos naturais com o meio construído e melhorando a qualidade de vida das populações mais vulneráveis.

# **DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA AS ÁGUAS URBANAS NAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS**

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento para o desenvolvimento e a reabilitação urbana e ambiental

## **INTRODUÇÃO**

A importância da água para as cidades remonta aos primeiros assentamentos humanos. Apesar da relação vital que as cidades têm com ela para seu abastecimento, observa-se também uma relação bastante conflituosa, implicando na degradação dos cursos hídricos e perda de sua importância nas dinâmicas urbanas e sociais, deixando de lado e fazendo esquecer o papel dos rios na cultura, na história, na memória de uma comunidade. Com a urbanização acelerada e dispersa ocorrida no último século no Brasil, os cursos d'água foram poluídos, canalizados e esquecidos.

Frequentemente é deixado de lado que os rios possuem um papel determinante na drenagem urbana, assim como também pode prover a cidade de espaços livres públicos para esporte e lazer, inclusive fomentando o turismo. Além de todos os problemas que as cidades enfrentam atualmente, relacionados a aspectos sociais, políticos e econômicos, como consequência da degradação ambiental, cada vez mais ocorrem registros de alagamentos e inundações, uma vez que a impermeabilização imposta pelo tecido urbano espreado aumenta sobremaneira a quantidade e a velocidade das águas pluviais direcionadas para os córregos e rios.

Apesar de se observar recentemente a “redescoberta” dos rios urbanos e a recuperação de sua importância na dinâmica urbana, essa não é a realidade comum das cidades e rios brasileiros. Ao contrário, observa-se a dificuldade de fiscalização por parte do poder público e do cumprimento da legislação relativa ao meio ambiente e aos recursos hídricos. Ademais, muitas vezes os órgãos municipais competentes permitem que áreas ambientalmente frágeis sejam ocupadas, ainda que exista legislação federal protetiva.

O planejamento das atividades humanas sobre o meio urbano tradicionalmente dissocia os aspectos socioeconômicos dos aspectos ambientais. Mesmo com a existência de ferramentas de planejamento urbano, como os planos diretores, Souza e Fernandes (2000) afirmam que muitas vezes tais ferramentas falham no sentido de que o território que elas regulamentam tem seus limites impostos por critérios políticos e administrativos. Da mesma forma, as diferenças de abordagem do Planejamento Urbano e do Planejamento Ambiental resultam em objetivos distintos e desarticulados, que contribuem para o agravamento dos problemas urbanos e dificultam a construção de propostas integradoras (BONATTO, 2014).

Tal situação implica também em problemas de integração e fiscalização das legislações urbana e ambiental.

Ao entender a bacia hidrográfica como elemento territorial integrador das dinâmicas naturais e sociais, “é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respostas da natureza como erosão dos solos, movimentos de massa e enchentes” (CUNHA; GUERRA, 1996, p. 376). Desse modo, partir da bacia hidrográfica como uma unidade física de planejamento e gestão urbana pode ser uma solução. Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011) afirmam que a utilização da bacia hidrográfica para esse fim pode ser apreendida como a mais apropriada para o desenvolvimento sustentável, o gerenciamento e a otimização de usos múltiplos dos recursos hídricos.

Neste trabalho, pretende-se destacar as dinâmicas hídricas e as soluções para drenagem das águas pluviais. A abordagem tradicional, monofuncional, de drenagem subterrânea não tem sido suficiente para o enfrentamento da crescente impermeabilização e dos problemas de alagamentos e inundações. A implantação de infraestrutura verde nas áreas urbanas de forma integrada às infraestruturas tradicionais é uma promissora possibilidade de drenagem alternativa e conexão de espaços livres e áreas verdes, contribuindo para a integração entre a natureza e a cidade, os espaços livres e os construídos, assim como para a integração entre planejamento urbano e planejamento ambiental (BONATTO, 2015).

Esse trabalho tem como objetivo discutir problemas urbanos e ambientais das cidades contemporâneas, apontar legislações que amparam tal discussão e apresentar a infraestrutura verde como estratégia de planejamento e possibilidade para o enfrentamento de tais problemas. Toma como objeto de análise a Microbacia do Guaranhuns, em Vila Velha-ES - frequentemente vítima de alagamentos e inundações - e propõe a implantação de infraestrutura verde para tratar os problemas e promover uma reabilitação urbana e ambiental.

A metodologia aplicada consistiu em: i) revisão bibliográfica; ii) análise das legislações urbanística e ambiental nas diferentes esferas governamentais; iii) pesquisa documental, dados secundários, levantamento em campo e análise urbana e ambiental; e iv) elaboração de diretrizes proposta para implantação de corredores verdes na microbacia estudada. Conclui-se que a infraestrutura verde pode ser um caminho para a reabilitação urbana e ambiental, proporcionando a integração dos elementos naturais com o meio construído e melhorando a qualidade de vida das populações mais vulneráveis.

## 1. VELHOS PROBLEMAS NAS NOSSAS CIDADES

O estabelecimento de muitas cidades brasileiras se deu em função da proximidade com os rios. Muito além da oferta de água, eles representavam para os povoadores inúmeras vantagens, como: geração de energia, domínio sobre o território, transporte de pessoas e mercadorias, opção de lazer e fonte de alimentos. A partir dessa interação, as paisagens fluviais se transformaram em paisagens urbanas (COSTA, 2006). Contudo, o sentimento que se tem em relação aos rios urbanos atualmente, é o de nostalgia; são muitas as lembranças de como eles eram produtivos ou navegáveis, das relações que existiam, como o uso para

lazer, pesca e transporte (GORSKI, 2010). O rio foi perdendo sua importância e deixado de ser percebido como um privilégio, passando a ser visto como um obstáculo. Assim, ao longo do processo de urbanização, diversos rios foram canalizados ou tamponados, dando lugar a ruas e avenidas, passando até a escoar águas servidas. Pode-se afirmar, portanto, que a urbanização tem forte relação com a disponibilidade e a fruição dos recursos hídricos.

Tucci (2008) aponta que a relação do homem com o manejo dos recursos hídricos se deu de maneiras diferentes durante o processo de urbanização, descrevendo-a em quatro fases. A primeira foi a fase pré-higienista, caracterizada pelo lançamento de esgoto em fossas, sem coleta ou tratamento, e que acarretou em doenças, epidemias e alta taxa de mortalidade, além de inundações. A segunda fase, higienista (antes de 1970), caracterizava-se pela coleta de esgoto e seu lançamento se dava distante das pessoas, e tinha como consequências rios contaminados, impactos nas fontes de água e inundações. A terceira fase, entre 1970 e 1990, é denominada corretiva, em que o esgoto doméstico passou a ser tratado, resultando na redução de doenças e na recuperação de rios. A última fase para o autor é a do desenvolvimento sustentável, compreendida pela preservação dos sistemas naturais, proporcionando a redução das inundações, conservação ambiental e melhoria na qualidade de vida. Ressalta-se, contudo, que as condições sanitárias e dos rios brasileiros não avançou muito em relação à fase higienista.

A urbanização brasileira pouco se desenvolveu antes da Primeira Guerra Mundial (SINGER, 1977). Com a queda da oligarquia cafeeira, nos anos seguintes, houve grande investimento em uma política de industrialização e a criação de uma legislação trabalhista aplicável exclusivamente às áreas urbanas, o que estimulou a migração populacional do campo para os centros urbanos. A partir da década de 1970, no entanto, tal crescimento se deu de forma mais acelerada e desordenada, como consequência de um grande fluxo migratório advindo das zonas rurais.

Dessa forma, não só pelo intenso deslocamento rural em direção à cidade, mas também pela incapacidade espacial e falta de planejamento para absorver o crescimento demográfico, as áreas centrais acabaram por promover a segregação socioespacial, na medida em que a população com menor condição econômica não pode pagar pela terra nos centros urbanos infraestruturados. Sobre isso, Seabra (1987) conclui que foi a partir da conformação da cidade capitalista que essa segregação foi exacerbada. Isso acarretou também na fragmentação do tecido urbano, pois o alto valor da terra gerou os chamados vazios urbanos nos centros e o espraiamento em direção às bordas. Sobretudo nas últimas décadas do século XX, o crescimento urbano esteve atrelado ao aumento da pobreza, que se materializa cada vez mais nas grandes cidades (SANTOS, 2008), da frequência de inundações e de outros desastres.

Souza (2013) analisa essa situação, na qual os mais pobres são excluídos e os mais favorecidos economicamente escolhem se afastar, apontando uma diferenciação entre “segregação induzida” e “auto-segregação”. O primeiro termo diz respeito à população com menor poder aquisitivo, induzida a morar em locais afastados do centro da cidade e das facilidades de acesso a serviços, que frequentemente é forçada a habitar áreas impróprias ou com infraestrutura deficiente. Por outro lado, auto-segregação refere-se às classes sociais mais abastadas, que optam se afastar da cidade, pois ela é vista como desagradável,

congestionada e sinônimo de pobreza e assaltos, sendo vinculada à busca por segurança por essa parcela da sociedade (SOUZA, 2013). O autor cita o exemplo dos condomínios na Barra da Tijuca (RJ) e o “Complexo de Alphaville” (SP). Pode-se acrescentar aos exemplos os diversos condomínios horizontais nos municípios da Serra e de Vila Velha (ES).

Em relação aos espaços livres, e mais especificamente às áreas verdes, observa-se uma carência associada à vulnerabilidade socioeconômica da população. Do ponto de vista da cidade como forma de mercadoria, segundo Bartolini (2004), não se investe naquilo que não trará renda ou que não é essencial para a reprodução das forças de trabalho. Dessa maneira, as áreas verdes pouco interessaram os planejadores e, ainda hoje, são vistas como elementos supérfluos, quase um luxo. Entretanto, a criação e manutenção de áreas para usufruto da população, principalmente a com menor poder aquisitivo, que, muitas vezes, não possui outra alternativa para recreação que não as áreas públicas – praças, parques, praias –, deveria ser prioridade na agenda dos governantes.

Se, por um lado, o crescimento urbano proporcionou benefícios incontestáveis para seus moradores (como diferentes oportunidades de trabalho, maior acesso ao lazer e à cultura, entre outros), por outro, também é verdade que os problemas socioambientais verificados atualmente nas grandes cidades (como degradação do meio natural, segregação socioespacial e fragmentação do tecido urbano) são seu corolário, sobretudo em países periféricos e nos emergentes. Exemplo disso é a deterioração progressiva dos recursos naturais, pois o núcleo central das cidades não comportava o grande contingente populacional, sobretudo não apresentava meios de abrigar famílias de baixa ou nenhuma renda que, por seu turno, se viam obrigadas a se estabelecer em áreas de risco ambiental, como encostas, morros, margens de rios e áreas de preservação. As áreas contíguas aos rios, segundo Bartolini (2004, p. 86), quando não foram utilizadas para a construção de vias, “(...) serviram de chão para os mais pobres, desatendidos pela política habitacional”.

Parte do problema da degradação ambiental e da ocupação de áreas inadequadas advém dos desencontros entre o planejamento urbano e o planejamento ambiental. De acordo com Bonatto (2014), o planejamento urbano tradicional não considera o potencial das áreas verdes como suporte às atividades humanas de esporte e lazer, tampouco compreende as áreas livres como um sistema. A mesma autora complementa que, do ponto de vista da administração pública, as secretarias responsáveis pelo planejamento urbano e pelo meio ambiente costumam trabalhar separadas, com dificuldade de fazer dialogar políticas, programas e projetos que deveriam ser integrados. Tal situação enfatiza os “enfoques setoriais e a briga histórica entre a preocupação ambiental e a preocupação urbana, por muito tempo consideradas incompatíveis” (BONATTO, 2014, p.345). Compreende-se, com isso, a necessidade de uma nova perspectiva no tratamento das áreas verdes, que integre consonantemente os objetivos sociais e ambientais das cidades contemporâneas.

## 2. NOVOS DESAFIOS DAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS

Inúmeros são os desafios das cidades contemporâneas brasileiras no que diz respeito ao meio urbano e o meio natural – aumento da demanda por espaços livres públicos em função do crescimento populacional, aumento da frequência e magnitude das inundações e

alagamentos, agravamento dos problemas de ordem climática e reabilitação de áreas ambientalmente frágeis.

De acordo com o relatório das Organizações das Nações Unidas (ONU) (2016), 54% da população mundial vive em cidades – até 2050 esse número alcançará 66% - e a área ocupada pelas mesmas terá um crescimento numa taxa ainda mais acentuada. Esse mesmo documento relata que entre 1995 e 2005, enquanto a urbanização cresceu 20%, as emissões globais de gás carbônico derivadas da queima de combustíveis fósseis aumentaram aproximadamente 500%. Os dados apresentados pela ONU evidenciam os desafios no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos e da preservação ambiental, especialmente de áreas naturais inseridas no tecido urbano.

Outro importante desafio a ser enfrentado relaciona-se com o aumento da frequência e magnitude dos alagamentos e inundações. Em áreas urbanas, o ciclo hidrológico sofre diversas alterações, principalmente a canalização do escoamento da água e o aumento da poluição em razão da contaminação do ar, das superfícies urbanas e do material sólido disposto pela população (TUCCI, 2004). Assim, apesar de ser denominado como um ciclo, Suárez et al. (2014) sugerem que o ciclo hidrológico no meio urbano não é um sistema fechado, e sim linear, pelas características dos processos envolvidos. Inclusive, a ocorrência de inundações é tão maior quanto for a área impermeabilizada do solo urbano (SUÁREZ ET AL, 2014).

Não somente o aumento da frequência e magnitude dos eventos de inundação afetam as populações ribeirinhas, o agravamento dos problemas de ordem bioclimática, como aumento da temperatura média e formação de ilhas de calor, também se configura como um novo desafio. Com o aumento populacional em curso, as áreas sem ocupação são cada vez mais demandadas para acomodar o novo contingente e, com isso, o tecido urbano se torna mais impermeabilizado. E a formação das ilhas de calor localiza-se nas áreas mais impermeabilizadas e construídas, as quais tendem a apresentar temperaturas mais elevadas (RAMIRES; MELLO-THÉRY, 2018).

### 3. POSSIBILIDADES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL

#### 3.1 REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL PARA A CONTENÇÃO E REVERSÃO DOS DANOS URBANOS, AMBIENTAIS E SOCIOESPACIAIS

Levando-se em consideração os esforços para recuperar e preservar áreas naturais urbanas, a infraestrutura verde se apresenta como um mecanismo capaz de reabilitar tais espaços e fundamenta-se em dois princípios: conectar praças e outras áreas verdes para usufruto da população e preservar e conectar áreas naturais em benefício da biodiversidade e da contenção da fragmentação de habitats (BENEDICT; MCMAHON, 2002). Franco (2010, p.142) afirma que a infraestrutura verde “ênfatiza a importância dos espaços abertos verdes como parte de sistemas interconectados que são protegidos e mantidos pelos benefícios ecológicos que eles proporcionam”. A sua aplicação varia conforme o objetivo a ser alcançado,

a escala e as estratégias de planejamento a serem utilizadas, seja como uma iniciativa de telhado verde em uma residência, uma obra de engenharia para tratamento de águas pluviais ou o plantio de um conjunto de árvores criando uma região verde dentro da cidade (AHERN, 1995, p. 152; BENEDICT e MCMAHON, 2002, p. 5).

Não existe um consenso na definição desse termo, em decorrência da abrangência de sua aplicação. Mas alguns autores, embora utilizem abordagens diferentes, apresentam conceitos similares. Benedict e McMahon (2002, p. 5) definem Infraestrutura Verde como uma “rede interconectada de espaços verdes que conserva valores e funções de um ecossistema natural e proporciona benefícios associados à população humana”. Para Herzog (2010, p. 4), a infraestrutura verde “é composta por redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, (...) interconectados, que reestruturam o mosaico da paisagem”. O conceito utilizado nessa pesquisa é o apresentado por Ahern (1995, p. 134), que diz que a infraestrutura verde é “uma rede de terras contendo elementos planejados, desenhados e gerenciados para diversos propósitos, incluindo ecológico, recreacional, cultural, estético, ou outro uso compatível com o conceito de uso sustentável do solo”.

A despeito da infraestrutura verde ser um termo relativamente novo, a ideia de conectar parques e áreas naturais é observada nos trabalhos de Frederick Olmsted, como o Emerald Necklace (Colar de Esmeraldas), em Boston/EUA, na década de 1880. O projeto consistiu num sistema de parques conectados por corredores verdes que integravam áreas protegidas, corredores ecológicos e elementos lineares construídos (BENEDICT; MCMAHON, 2002).

Herzog (2010) acredita que a infraestrutura verde pode ser um caminho para a regeneração do tecido urbano, aumentando sua capacidade de responder aos problemas de ordem climática. A infraestrutura verde utiliza soluções que incorporam os espaços vegetados e os ciclos hidrológicos, proporcionando a preservação da paisagem, servindo de suporte às atividades humanas e prestando serviços ecológicos. Sendo assim, existem diversas tipologias de infraestrutura verde, que podem ser utilizadas aliadas ao planejamento urbano, mitigando os impactos da urbanização. A seguir, algumas delas serão detalhadas (BONATTO, 2015).

A arborização urbana é um dos elementos mais significativos na infraestrutura verde, de acordo com Maruyama, Leite e Deus (2017), e promove benefícios como a infiltração da água no solo, aumento da umidade relativa do ar e diminuição da temperatura do ar. As autoras acrescentam que é necessário levar em consideração fatores como o porte, a adaptabilidade ao clima, a velocidade de crescimento e a resistência às pragas e doença para se planejar adequadamente a arborização. Mascaró (2012, p.964) ressalta a importância da arborização afirmando que “a revalorização da presença de árvores e áreas verde na cidade é uma atividade essencial”. Além disso, o fato de a vegetação reter as águas pluviais e protelar e diminuir o seu escoamento superficial é especialmente necessário em áreas urbanizadas altamente impermeabilizadas, visto que quanto mais rápido a água alcança os rios, maior é a inundação (SPIRN, 1995).

Analogamente, os corredores verdes são conformados pela justaposição da vegetação, originando um caminho, e a sua principal característica é a configuração espacial linear, que a diferencia de outras estratégias de planejamento da paisagem. Ward, Malard e Tockner (2002)

acrescentam a essa tipologia os elementos hídricos, denominando-os de corredores fluviais. Os corredores fluviais “correspondem a áreas compostas por unidades terrestres e aquáticas que interagem entre si e são diretamente influenciadas por um rio (habitats aquáticos, planícies de inundação e zonas ripárias) ”.

Outro elemento da infraestrutura verde são os jardins de chuva, estruturas existentes ou projetadas que recebem o escoamento das águas pluviais provenientes de telhados e outras áreas impermeabilizadas (HERZOG, 2010, p. 7). Segundo Ribeiro (2010, p.137), os jardins de chuva podem ser usados em diversos espaços abertos, como praças e estacionamentos e assumir tamanhos variáveis, em função da área disponível para implantação, mas até mesmo os pequenos jardins possuem eficácia no processo de filtragem da água. Além dos benefícios para a drenagem urbana, Bonzi (2015) afirma que utilizar jardins de chuva associados ao sistema viário pode ser uma estratégia de traffic calming, uma vez que proporcionam sinuosidade ao leito carroçável e forçam os automóveis a reduzir sua velocidade.

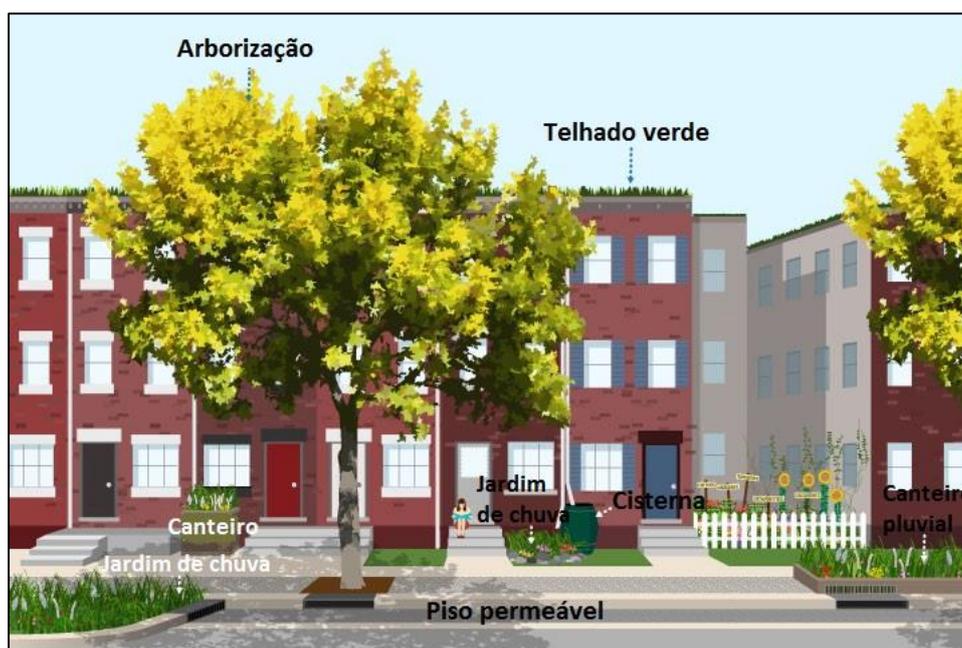
As biovaletas se assemelham aos jardins de chuva e, segundo Ribeiro (2010, p.139), são caracterizadas como “depressões lineares com vegetação para captar, infiltrar e limpar as águas das chuvas, evitando corredeiras e lavagens”. Ainda segundo a mesma autora, por ser um sistema em células, no qual a água transborda de uma célula para outra, é importante que haja manutenção e cuidados realizados pelos proprietários dos imóveis onde as biovaletas são instaladas (RIBEIRO, 2010).

Os tetos ou telhados verdes são uma camada de vegetação instalada no telhado de edificações que servem para reduzir o volume e a velocidade de escoamento das águas pluviais ao retê-las temporariamente, atenuando o excedente de água que escoava para o sistema de drenagem tradicional; propiciar a evapotranspiração (PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT, 2018); reduzir o efeito das ilhas de calor; criar habitat para vida silvestre e contribuir para a eficiência energética das edificações (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Outra tipologia da infraestrutura verde são as cisternas, estruturas que coletam e armazenam água da chuva proveniente dos telhados das edificações e podem ser instaladas em lotes de variadas dimensões, uma vez que possuem tamanho reduzido em comparação com outras tipologias de infraestrutura verde. Sua função é reter parte do volume de água da chuva que seria destinado ao sistema de drenagem da cidade (PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT, 2018). Cormier e Pellegrino (2008) afirmam que essa tipologia contribui para a redução do escoamento superficial e expressa um enfoque mais sustentável de uso da água doce. É válido ressaltar que, a despeito da limitação da capacidade de armazenamento de água em uma cisterna, seu uso em vizinhanças pode ser efetivo na retenção de águas pluviais e conseqüente prevenção de inundações.

A figura 1 apresenta uma síntese da aplicação de tipologias da infraestrutura verde na escala local.

Figura 1 - Tipologias de infraestrutura verde



Fonte: Philadelphia Water Department, 2016.

Além dos elementos acima, há as lagoas pluviais (Figura 2), que são como bacias de retenção, que “recebem o escoamento superficial por drenagens naturais ou tradicionais” (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p.133). Embora essa tipologia demande uma área maior que as demais apresentadas, apresentam grande capacidade de armazenamento de águas pluviais, além de recuperar a qualidade da água e propiciar a criação de brejos, importantes habitats de vida animal (RIBEIRO, 2010; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Figura 2 - Lagoa pluvial em Seattle, EUA.



Foto: Nathaniel Cormier. Fonte: Cormier; Pellegrino, 2008.

A partir da apresentação de tipologias da infraestrutura verde, verificou-se diversas possibilidades de sua implementação, em diferentes escalas e contextos socioeconômicos. É necessário, portanto, compreender se e como o poder público possibilita e incentiva o uso de tais elementos alternativos de drenagem urbana, no âmbito do planejamento urbano.

### 3.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA QUE PODE DAR SUPORTE À INFRAESTRUTURA VERDE

A legislação brasileira a respeito dos corpos hídricos e das áreas verdes é vasta e remonta ao século XVII, por meio do decreto das Ordenações Filipinas. A partir daí surgiram diversas leis que tratam do assunto, procurando resguardar os recursos hídricos e as áreas verdes.

Um marco jurídico no que tange aos corpos hídricos é o Código Florestal, inicialmente criado na forma de decreto (Decreto nº 23.793), em 1934, e posteriormente transformado em lei (Lei nº 4.771), em 1965. A lei nº 4.771/1965 inseriu restrições físicas ao uso das margens e entorno de cursos d'água, por meio da instituição das Áreas de Preservação Permanente (APP) (CAVION, 2014), sendo essas restrições diretamente relacionadas à largura do corpo hídrico. Segundo o Código Florestal vigente, uma APP é uma “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012, artigo 3º).

Com as constantes transformações no meio natural ocorridas em função do desenvolvimento urbano, as distâncias mínimas não edificantes sofreram diversas alterações: em 1986 (lei nº 7.511), 1989 (lei nº 7.9803) e em 2012, mediante nova revisão do Código Florestal (lei nº 12.651), que está em vigor atualmente.

Outra modificação foi a inserção de novos incisos na definição de APP, passando a considerar, portanto, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas a conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra; proteger as restingas, várzeas, áreas úmidas e sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico; formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias; assegurar condições de bem-estar público e auxiliar na defesa do território nacional (BRASIL, 2012, artigo 6º). Ressalta-se que não há distinção entre as áreas rurais e urbanas, o que torna mais difícil a aplicação das distâncias mínimas no meio urbano, em função das áreas possuírem ocupação consolidada (CAVION, 2014).

A respeito da legislação federal urbanística, a lei nº 6.766, de 1979, que instituiu a Lei de Parcelamento do Solo Urbano apresenta parâmetros que ordenam a ocupação urbana. Com relação aos corpos hídricos, o artigo 3º dessa lei determina que o parcelamento do solo não é permitido em “terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas; (...) em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção” (BRASIL, 1979, artigo 3º) e o artigo 4º estipulou uma faixa não edificante mínima de 15 metros em cada margem de cursos d'água.

Como a urbanização no Brasil se deu de maneira mais acentuada a partir da década de 1970, quando grande parte dos cursos d'água e suas bordas não estavam no estado de degradação observado atualmente, ainda era possível proteger esse recurso. Em muitos casos, inclusive, a ocupação de áreas inundáveis não deveria acontecer, ainda que se

realizassem intervenções, por exemplo, no sentido de aterrar áreas úmidas e/ou redirecionar o fluxo das águas. Pode-se afirmar que, em última instância, a lei de Parcelamento do Solo não garantiu a preservação das margens dos cursos d'água, sendo incapaz por si só de impedir sua ocupação e conseqüente degradação (BERRÊDO, 2018).

Além do Código Florestal e da Lei de Parcelamento do Solo Urbano, cabe destacar também a Lei das Águas (Lei nº 9.433), de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). O Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2006, p.53) a considera “uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso país, (...) representando um marco histórico para a implementação do sistema de gestão integrado e participativo no Brasil”. Além disso, marca um avanço na gestão das águas urbanas, sobretudo por definir a bacia hidrográfica como unidade de planejamento como um de seus fundamentos. Um aspecto positivo enfatizado por Porto e Porto (2008) é que a lei não obriga que seus instrumentos sejam integralmente aplicados a todas as bacias hidrográficas, nem limita que sejam utilizados somente seus instrumentos; permitindo que a gestão seja adaptada para cada caso.

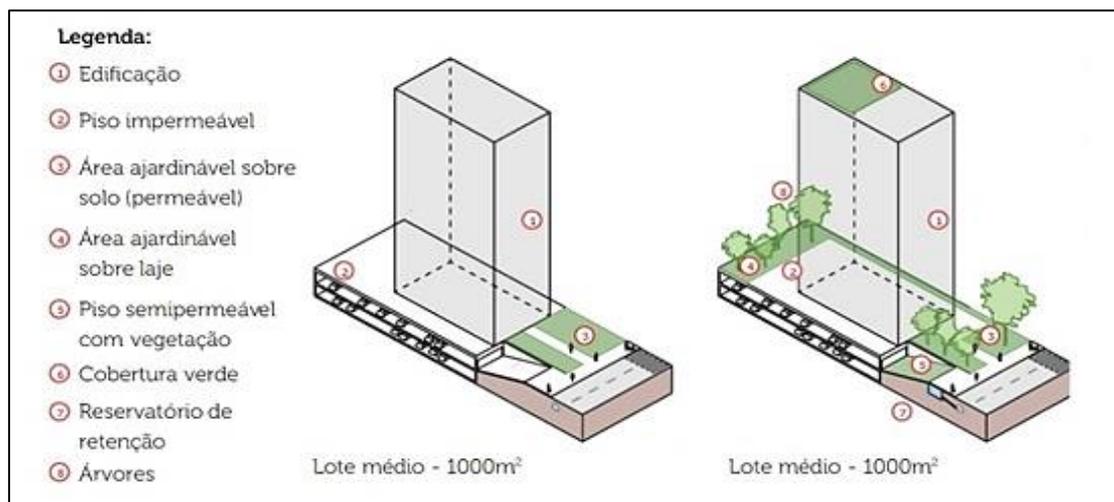
Como dito anteriormente, a legislação brasileira é vasta e não se resume às leis apresentadas nesse estudo. No entanto, para os objetivos os quais essa pesquisa se propôs alcançar, optou-se por limitar a análise a apenas o Código Florestal, a Lei de Parcelamento do Solo Urbano e a Lei das Águas, em função da sua relevância no contexto da ocupação/preservação de margens de cursos d'água.

### 3.2.1. EXEMPLOS DE INFRAESTRUTURA VERDE NO PLANEJAMENTO URBANO EM CIDADES BRASILEIRAS

O Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo foi aprovado em 2014, e desde então, a prefeitura tem revisado os instrumentos de planejamento. Um deles é a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS), ou lei de Zoneamento. Essa lei foi sancionada em março de 2016 e, dentre as estratégias abordadas, há a Quota Ambiental, na qual os lotes com áreas acima de 500m<sup>2</sup> devem atingir uma pontuação mínima, obtida mediante adoção de soluções construtivas, paisagísticas e tecnológicas visando contribuir com a melhoria da qualidade ambiental da cidade. Tais medidas reduzem a sobrecarga nos sistemas de drenagem, a formação das ilhas de calor (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2018) e ampliam a arborização, contribuindo para solucionar os três grandes problemas de São Paulo: as ilhas de calor, as inundações e a oferta desigual de cobertura vegetal.

O principal conceito da quota ambiental é o reconhecimento de que os espaços livres dentro do lote devem ser qualificados porque podem contribuir com a melhoria da qualidade ambiental da cidade (NOBRE; MARTIN; LIMA, 2015). Como exemplos de medidas, além do plantio de árvores, pode-se citar algumas tipologias da infraestrutura verde, como utilização de telhados e fachadas verdes (indicador de Cobertura Vegetal), pisos permeáveis e reservatório de águas pluviais e controle do escoamento superficial da água (indicadores de Drenagem). A figura abaixo mostra um exemplo de adaptações à Quota Ambiental em um edifício.

Figura 3 - Exemplo de um edifício antes e depois das medidas da quota ambiental.



Fonte: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 03 set. 2016.

Outro exemplo de utilização de tipologias da infraestrutura verde no planejamento urbano são as leis que incentivam ou obrigam a criação de telhados verdes em edificações, denominadas “Leis do Teto Verde”, como no caso dos municípios de Blumenau (SC) e Recife. Em fevereiro desse ano, foi sancionada pelo prefeito de Blumenau a lei complementar nº1.174, que acrescenta ao Código de Edificações do município uma seção dedicada à regulamentação dos telhados verdes. Nesse caso especificamente, não há a obrigatoriedade de inserção do telhado verde nas novas edificações; o incentivo se dá por meio da exclusão dessa área no cálculo da área computável da edificação e da sua contabilização para o cálculo da área permeável.

Já no Recife, a lei nº18.112, de 2015, determina que novas edificações habitacionais multifamiliares acima de quatro pavimentos ou não habitacionais com área maior que 400m<sup>2</sup> prevejam a implantação de telhado verde para que sejam aprovadas. Além disso, o município torna obrigatória, em lotes com mais de 500m<sup>2</sup>, edificados ou não, e que possuam mais que 25% área impermeabilizada, a construção de reservatórios de águas pluviais, os quais podem ser para acumulação de água para reuso, ou para retardo das águas pluviais e posterior lançamento no sistema de drenagem da cidade.

Além das leis que incentivam a implantação de telhados verdes, há aquelas que oferecem benefícios fiscais às edificações que apresentarem medidas que promovam a redução dos impactos ambientais. Os benefícios são concedidos na forma de desconto no valor do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) e, por isso, essas leis são conhecidas como “Leis do IPTU Verde”. Na cidade de São Carlos (SP), a lei nº13.692, de 2005, que trata do IPTU, concede descontos de até 2% para imóveis que possuam árvores na calçada ou área permeável.

Em Vitória (ES), desde 2016 está em vigor a lei nº 8.947, que diz respeito à Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade do município. A lei descreve como estratégias para alcançar a eficiência energética e a sustentabilidade o uso racional dos recursos hídricos, a ampliação de áreas verdes e a utilização de sistemas sustentáveis nas edificações, como

captação de águas pluviais e reutilização das águas. Do ponto de vista hídrico e da vegetação, tipologias da infraestrutura verde podem ser utilizadas para atender às estratégias dessa lei, como o telhado verde, reservatórios de água e cisternas e canteiros de chuva, além da própria arborização. O benefício concedido às edificações consiste no desconto, por período determinado, no valor do IPTU.

A cidade de Salvador (BA) instituiu o programa de certificação IPTU Verde, que concede redução de até 10% no valor do imposto mediante o atendimento a práticas sustentáveis, por meio do decreto nº29.100, de 2017. A adesão ao programa abrange edificações de uso residencial, comercial, industrial, institucional e misto e ocorre de forma opcional. Segundo o site institucional do programa, cada ação sustentável atendida garante uma pontuação e por meio da soma dos pontos obtém-se um nível de certificação – bronze, prata ou ouro. Dentre as ações, destacam-se a implantação de telhado verde, utilização de pavimento permeável, construção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais, plantio de espécies vegetais nativas para sombreamento da calçada.

Em São Paulo (SP), no ano de 2012, foi realizado um projeto para implantação de jardins de chuva no Horto do Ipê, visando à redução dos impactos da alta taxa de impermeabilização (BONATTO, 2015). De acordo com a Frazão et al. (2012), o projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira de implantação dos equipamentos e da administração e a segunda etapa correspondeu no cálculo de compensação hídrica, em função da sua construção, para dimensionar e construir os jardins de chuva. A figura 4 mostra a execução dos jardins de chuva e a obra concluída. Um aspecto interessante é que cada jardim foi posicionado entre duas bocas de lobo, garantindo a máxima eficácia dos mesmos (FRAZÃO ET AL., 2012).

Figura 4 - Jardim de chuva no Horto do Ipê (SP): durante e depois das obras.



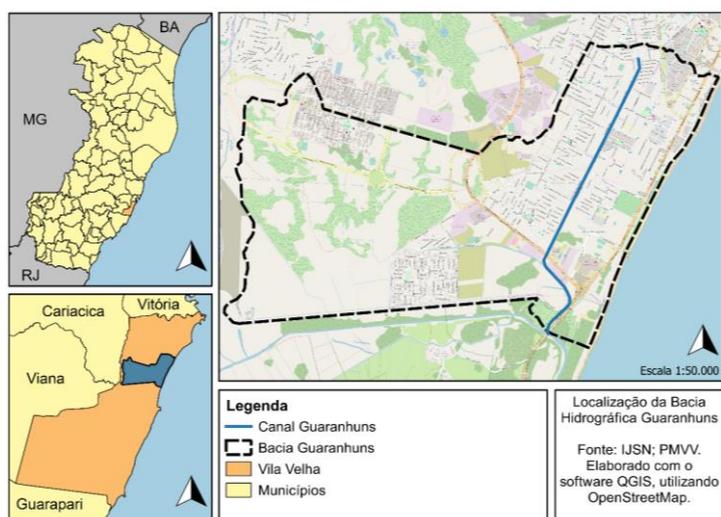
Fonte: Frazão et al., 2012.

A partir dos exemplos expostos, observa-se inúmeras possibilidades para implementação de infraestrutura verde no âmbito do planejamento urbano, proporcionando redução dos danos causados pela alta impermeabilização do solo e prestando serviços ecológicos importantes, como regulação do microclima, diminuição do risco de inundação; redução da poluição com efeito na saúde e proteção dos mosaicos de habitats, os quais garantem maior biodiversidade (ELMQVIST ET AL., 2015).

#### 4. A MICROBACIA GUARANHUS, EM VILA VELHA-ES

A microbacia hidrográfica Guaranhuns é utilizada como objeto de estudo em função da sua importância ambiental, econômica e urbana para o município. Está localizada numa área de expansão próxima a uma zona industrial e tem grande relevância ambiental em função de ser região de várzea, na proximidade com o Rio Jucu, um dos rios mais importantes do estado. A microbacia Guaranhuns abrange uma área de aproximadamente 14km<sup>2</sup>, sendo 42% densamente urbanizada e o restante composto por alagados e áreas vegetadas. A figura 5 apresenta a contextualização geográfica da área de estudo e a figura 6 mostra sua divisão administrativa. A microbacia do Guaranhuns é composta por 15 bairros (Figura 6), os quais apresentam diversidade em termos de morfologia, tipologia edilícia, estrutura urbana, e socioeconômica.

Figura 5 - Localização da área de estudo



Fonte: BERRÊDO (2018).

Figura 6 - Bairros abrangidos pela microbacia Guaranhuns



Fonte: Google (2018), elaborado pelos autores.

Sem que houvesse preocupação com a drenagem das águas pluviais e com a manutenção de áreas livres para usufruto da população, a região sofreu sucessivos aterros para a construção de conjuntos residenciais e frequentemente enfrenta problemas de alagamentos e inundações. Um dos mais impactantes ocorreu entre dezembro de 2013 e janeiro de 2014 quando, após o fim das chuvas, a região permaneceu alagada por vários dias, causando enormes prejuízos materiais e perda de vidas (ver figura 7). Outro aspecto que mostra a delicadeza dessa área é que, justamente por estar inserida em tecido urbano e não possuir preservação mais representativa determinada no Zoneamento, vem sendo pressionada para ocupação. Tal situação mostra o perigo de se agravar os problemas ambientais e urbanos já frequentes ali e ainda de criar novas áreas sujeitas a eles, que atualmente não sofrem danos por não estarem ocupadas.

Figura 7 – Área inundada nas chuvas de 2013/2014



Fonte: Google (2018), elaborado pelos autores.

A tabela 1 apresenta os dados socioeconômicos dos bairros abrangidos pela microbacia Guaranhuns. A análise de tais dados mostra que, de maneira geral, os bairros possuíam características semelhantes. No entanto, um estudo de Berrêdo e Bonatto (2017) apontou diferenças relevantes no que diz respeito à renda: enquanto a renda média na área foi de R\$ 557,23, o somatório dos três bairros com menor renda (Vale Encantado, Pontal das Garças e Darly Santos) foi de R\$ 337,35, o que corresponde a aproximadamente 60% da renda média geral. O referido estudo destacou ainda outra diferença: os bairros localizados a oeste do Canal Guaranhuns são menores em área, a morfologia é de lotes residenciais unifamiliares, possuem um total de 23.000 habitantes e a renda média era de R\$ 486,74; ao passo que os bairros a leste do canal são conformados por lotes grandes com edifícios multifamiliares altos, possuem 25.000 habitantes e a renda média era de R\$963,85, correspondendo ao dobro da renda média do lado oeste.

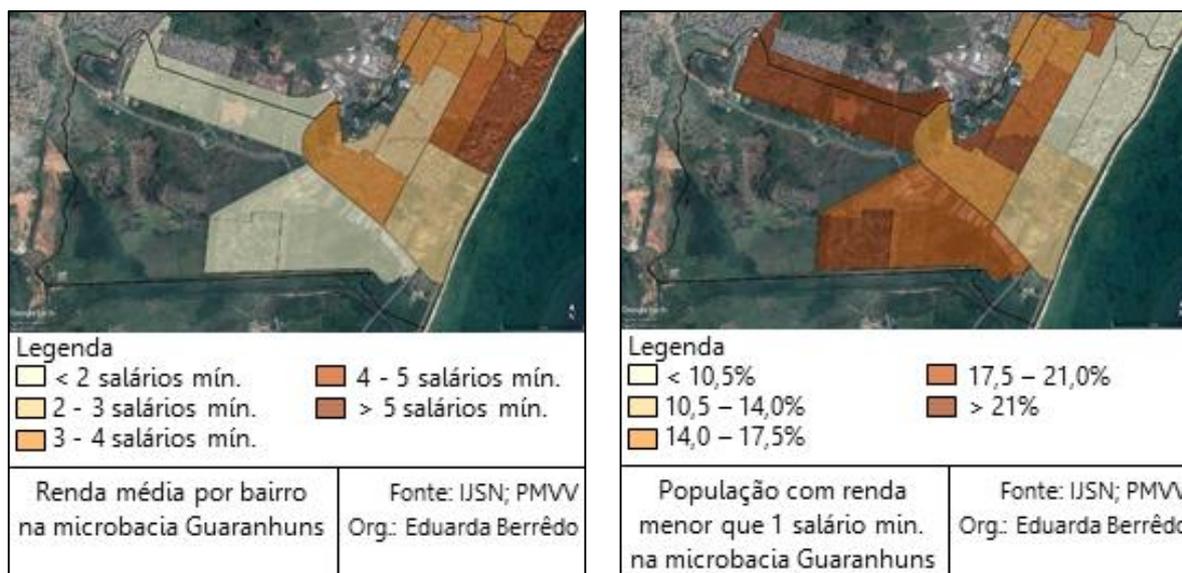
Tabela 1 – Renda, densidade, serviço de coleta de lixo e taxa de alfabetização nos bairros da microbacia do Guaranhuns (2010)

Bairro	Pop.	Renda		Densid. (hab/ha)	Coleta de lixo	Taxa de alfabet.
		Renda média indiv.	< 1 Sal. Mínimo			
Araçás	5.351	1.694,75	14,5%	87,68	100%	98,6%
Coqueiral de Itaparica	13.696	1.875,98	10,0%	173,88	99,6%	99,9%
Darly Santos	589	924,94	20,5%	4,17	98,4%	98,2%
Guaranhuns	2.633	1.382,33	18,0%	146,75	100%	98,0%
Ilha dos Bentos	3.428	1.567,68	15,3%	130,77	100%	98,6%
Jardim Guaranhuns	2.268	1.021,32	23,0%	107,14	100%	96,9%
Jockey de Itaparica	2.393	1.487,02	11,8%	18,81	99,3%	98,8%
Nova Itaparica	3.950	1.303,34	17,9%	119,26	100%	98,2%
Novo México	4.240	1.539,73	14,3%	101,39	100%	98,6%
Pontal das Garças	585	911,43	22,3%	10,07	90,7%	94,1%
Praia das Gaiotas	6.282	2.630,68	6,6%	193,88	99,8%	99,2%
Praia de Itaparica	11.648	3.912,77	6,6%	72,79	99,5%	99,3%
Santa Mônica Popular	5.020	1.333,15	18,4%	153,03	100%	97,1%
Vale Encantado	10.047	969,22	22,2%	53,10	99,9%	95,7%
Vila Guaranhuns	1.176	1.045,68	21,3%	121,33	99,4%	95,2%
<b>Total</b>	<b>59.610</b>	-	-	-	-	-

Fonte: PMVV, 2013.

A figura 8, que mostra os dados sobre renda dos bairros da microbacia, tornam mais visíveis as diferenças descritas. Pontal das Garças, um dos bairros mais vulneráveis da área de estudo, possui a menor renda, uma das maiores porcentagens da população com renda inferior a um salário mínimo, além das menores taxas de alfabetização e coleta de lixo.

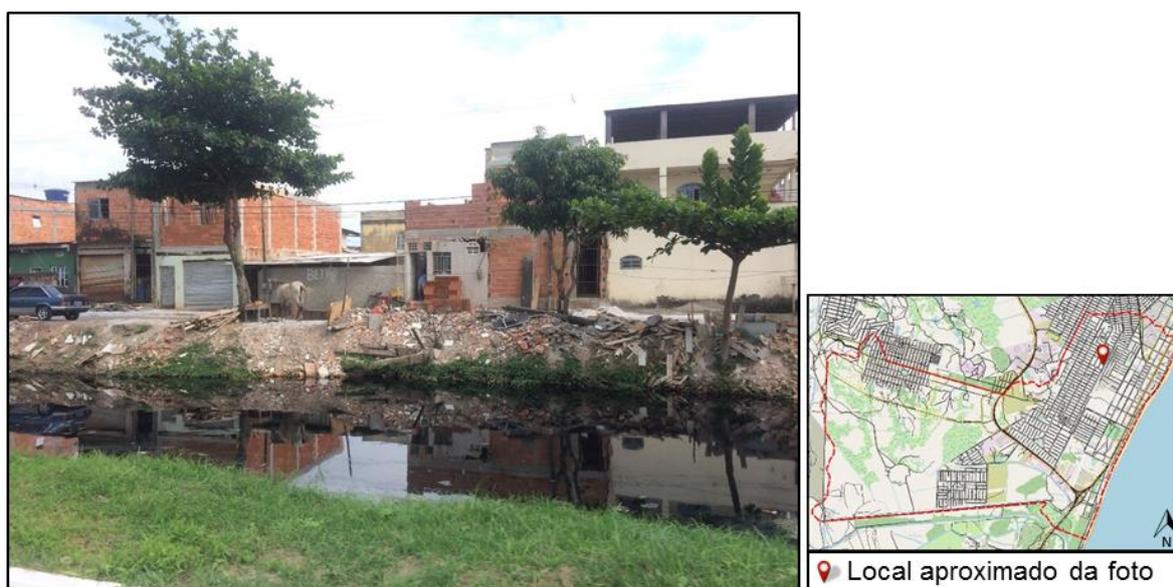
Figura 8 – (a) Renda média na microbacia. (b) População com renda inferior a 1 salário mín.



Fonte: Google (2018); PMVV (2013), elaborado pelos autores.

Embora os dados da tabela indiquem que há coleta de lixo em quase a totalidade da microbacia, há disposição irregular de lixo em diversos pontos da região, bem como o lançamento inadequado de esgoto doméstico no principal curso d'água, o Canal Guaranhuns (BERRÊDO, 2018). Pela imagem 9 é possível observar uma contradição entre os dados da tabela e a realidade.

Figura 9 – Descarte irregular de lixo doméstico nas margens do Canal Guaranhuns



Fonte: BERRÊDO (2018).

Outro grave problema enfrentado pela população são as constantes inundações. Historicamente, o município de Vila Velha é atingido por eventos de inundação, fato observado inclusive pelo imperador Dom Pedro II, em visita ao Convento da Penha, em 1860. Na área de estudo, o lençol freático é muito próximo da superfície e em dias chuvosos, ele aflora e causa alagamentos (IJSN, 1979). Apesar disso, um agravante é a alta taxa de impermeabilização do solo em função da urbanização, que, somada à ocupação inadequada de áreas de risco, causa enormes prejuízos à própria população ribeirinha e ao meio ambiente. Conforme Foro (2014),

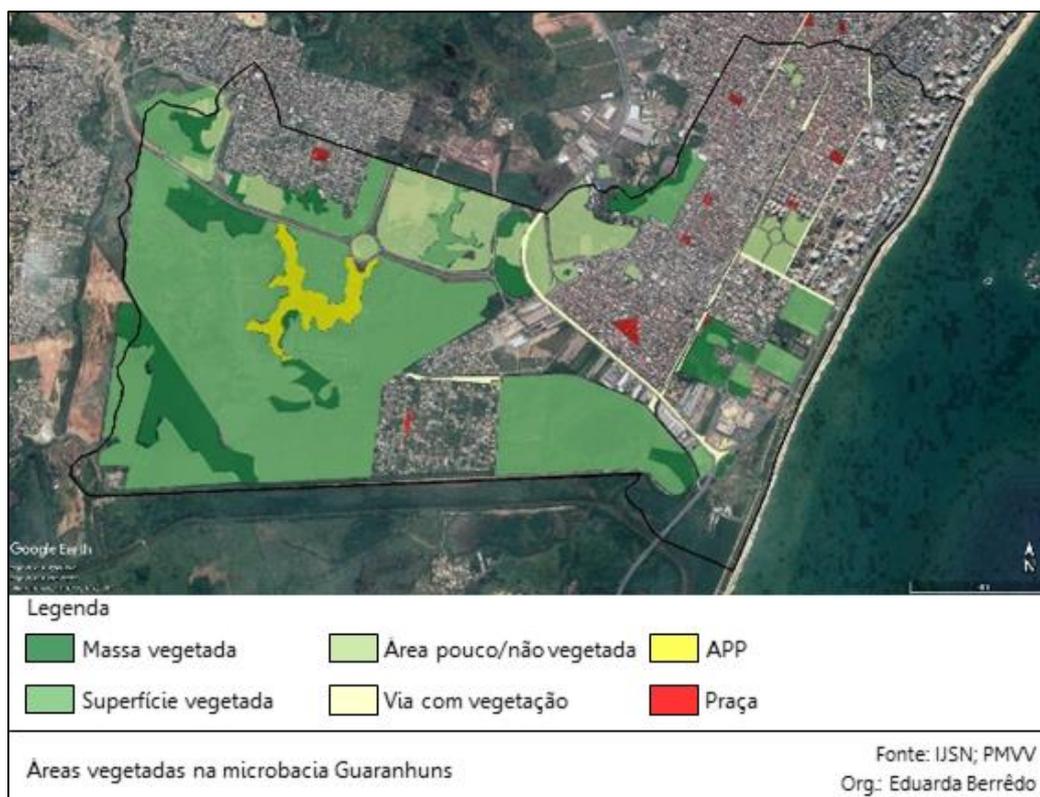
“Nós contribuimos para mudar o clima. As mudanças climáticas só acontecem porque cooperamos para que os gases de efeito estufa sejam liberados no ar, por meio de atividades como queima de combustíveis fósseis, uso e a ocupação desordenada do solo e desmatamento. O crescimento populacional e socioeconômico também é um estimulador de ações contra o meio ambiente, pois contribui para o aumento do número de automóveis em circulação, que colaboram para liberar no ar gases de efeito estufa. O que vimos no Espírito Santo no final do ano (2013) é consequência de ações dos últimos 20 anos. O meio ambiente nos devolve o que fazemos para ele”.

Nos últimos anos, foram construídas estações de bombeamento de águas pluviais em pontos estratégicos do município, no intuito de atenuar os danos causados pelas inundações.

Contudo, como ressalta Spirn (1995), a confiança depositada pela população e pelos agentes públicos nas obras de engenharia muitas vezes intensifica o problema das inundações, pois apesar das obras minimizarem os riscos desses eventos, as mesmas têm a capacidade de potencializar os danos provocados por eventos de chuva maiores, ainda que a frequência seja menor. Outro problema é a forma como os recursos hídricos são geridos atualmente; o planejamento das ações é paliativo, e não preventivo, o que dificulta que medidas a longo prazo sejam colocadas em prática.

Do ponto de vista da arborização e da quantidade de áreas vegetadas, embora a maior parte da microbacia seja vegetada, a distribuição de áreas verdes não é homogênea e a maior porção vegetada sofre pressões por parte do mercado imobiliário para ocupação, com projetos em fase de aprovação junto à Prefeitura. A figura 10 mostra a distribuição de áreas vegetadas na microbacia Guaranhuns em função do tipo. Faz parte dos novos desafios a serem superados na área de estudo a criação e melhor distribuição dos espaços livres, sobretudo das áreas verdes, concomitante ao planejamento do crescimento do município – que aponta para a direção das áreas ainda preservadas, em função do aumento populacional.

Figura 10 - Áreas vegetadas na microbacia Guaranhuns



Fonte: Google (2018), elaborado pelos autores.

Os novos desafios verificados na área de estudo indicam a necessidade imediata de mudanças na forma como as áreas ambientalmente frágeis são tratadas e demandam soluções alternativas às obras de engenharia comumente realizadas no município, mas sem necessariamente representar resultados eficazes no enfrentamento às inundações e alagamentos. É urgente pensar na reabilitação do ambiente urbano visando à contenção e reversão dos danos ambientais, socioespaciais e os decorrentes da urbanização.

#### 4.1 POSSIBILIDADES NA LEGISLAÇÃO ESTADUAL E MUNICIPAL PARA A MICROBACIA GUARANHUNS

Em relação à legislação que incide sobre o objeto de estudo, analisa-se a lei estadual complementar nº872, de 2017, que sancionou o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) – PDUI, e o Plano Diretor Municipal (PDM) de Vila Velha, que por estar sob revisão atualmente, foi estudado na forma do Projeto de Lei complementar nº 040/2017.

O PDUI é uma das disposições do Estatuto da Metr pole (Lei nº 13.089, de 2015) e estabelece, entre outros, as diretrizes de articula o dos municípios no parcelamento, uso e ocupa o do solo urbano em áreas de interesse metropolitano e a delimita o das áreas com restri es   urbaniza o, no intuito de proteger o patrim nio ambiental, e as áreas sujeitas a controle em virtude do risco de desastres naturais (ESPÍRITO SANTO, 2017).

  válido destacar que o PDUI agrupa em quatro eixos integradores as diretrizes e políticas públicas propostas e um deles   o Eixo Meio Ambiente e áreas de Riscos. De acordo com a lei, esse eixo pretende elevar a qualidade ambiental da RMGV, colocando a política ambiental como interesse metropolitano, com o objetivo de aproximar a popula o e os espaços naturais, e “integrar os ativos ambientais da região em sua política de desenvolvimento social e econ mico, com especial aten o às áreas sujeitas aos riscos de desastres naturais” (ESPÍRITO SANTO, 2017). Para a microbacia Guaranhuns, particularmente, essas medidas são muito importantes, uma vez que a área   afetada pela dinâmica hídrica do Rio Jucu, de relevância metropolitana e pelo regime das marés.

Dentre as diretrizes estratégicas do eixo Meio Ambiente e áreas de Risco, cabe frisar a estrutura o de um sistema de gestão compartilhada dos recursos hídricos, das áreas verdes e dos resíduos sólidos; a redu o dos impactos da urbaniza o sobre as infraestruturas de saneamento básico; a prote o e conserva o dos mananciais da RMGV; o estímulo   cria o e   manuten o de áreas verdes de uso público, bem como a arboriza o urbana; o incremento de medidas destinadas a reduzir riscos de desastres naturais, em especial as inunda es; e a redu o dos impactos das atividades econ micas sobre o meio ambiente (ESPÍRITO SANTO, 2017, artigo 5 ).

Embora as diretrizes estratégicas enumeradas pelo PDUI apontem para uma melhoria nas condi es ambientais da RMGV e, especificamente, da região da microbacia Guaranhuns,   necessário argumentar que o plano apresenta diversas contradi es no que diz respeito   ocupa o de áreas alagáveis. Exemplo disso   que parte da área de alagados inserida no objeto de estudo localiza-se na Macrozona de Dinamiza o Urbana, na qual um dos objetivos   priorizar o adensamento populacional e construtivo em áreas com maior disponibilidade de infraestrutura e capacidade de suporte (ESPÍRITO SANTO, 2017). No entanto, o adensamento construtivo nessa área de alagados pode resultar em maiores danos   popula o, quando da ocorrência de inunda es, uma vez que a área faz parte da várzea do Rio Jucu e está sujeita a varia es naturais do nível da água do rio. De outro modo, acredita-se ser possível e necessário ocupar e adensar os vazios existentes na parte já ocupada e com infraestrutura instalada (BERRÊDO, 2018).

A respeito do PDM de Vila Velha, sob revisão desde o início de 2016, a preservação dos bens e recursos naturais, sobretudo as áreas frágeis alagadas e alagáveis, as APPs e os corpos d'água, é colocada como uma forma de se alcançar o desenvolvimento sustentável. Um aspecto positivo do Projeto de Lei complementar nº 040, que dá nova redação para o PDM existente (Lei nº 4.575/2007), é a identificação das zonas de amortecimento das Unidades de Conservação do município, evidenciando a importância da preservação das áreas alagáveis.

Do ponto de vista da ocupação das margens de corpos hídricos, observa-se um avanço nas distâncias mínimas não edificantes para os lotes voltados para cursos d'água: afastamentos frontais não edificantes de 10 metros para lotes nos quais há uma via separando-os dos canais e de 15 metros para os lotes imediatamente contíguos aos canais, contatos a partir de sua margem (VILA VELHA, 2017, artigo 56).

Da análise da legislação federal brasileira e dos exemplos da aplicação da infraestrutura verde no planejamento das cidades, assim como do embasamento jurídico aplicável à microbacia Guaranhuns, pode-se depreender que todo esse aporte legal ratifica a necessidade da criação de áreas verdes e da preservação dos rios urbanos. Representa ainda a possibilidade efetiva para que isso de fato aconteça, ainda que as leis, por si só, não sejam garantia de preservação dos cursos d'água e sua mata ciliar, nem impeçam a ocupação de suas margens.

#### 4.2 DIRETRIZES DE IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA VERDE PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL NA MICROBACIA GUARANHUNS

A partir da análise da área de estudo e com base nos exemplos de aplicação da infraestrutura verde em diversas cidades brasileiras, são estabelecidas algumas diretrizes de projeto objetivando a reabilitação urbana e ambiental na microbacia Guaranhuns. Considerando a necessidade de se requalificar não só os espaços livres públicos como também os privados, reforçando assim a ideia de sistema, as diretrizes estão distribuídas em aplicáveis ao espaço público como ao lote.

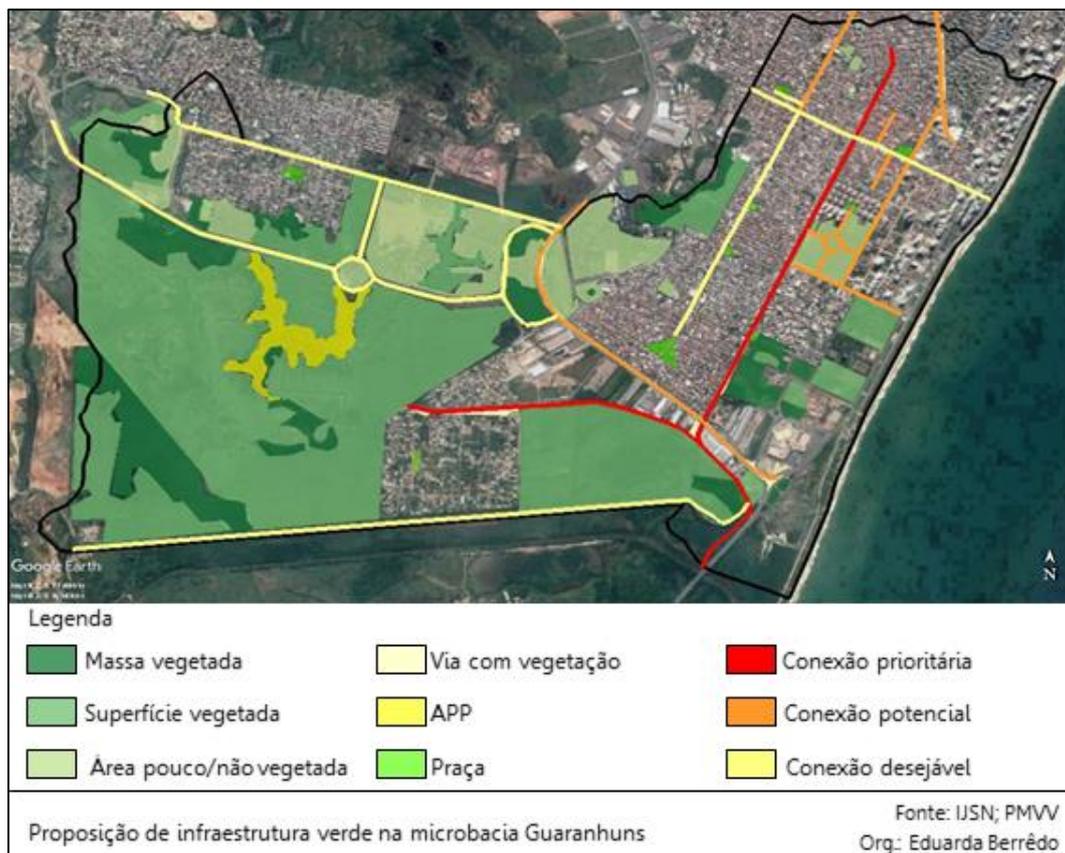
A proposta de implantação de infraestrutura verde como forma complementar ao sistema de drenagem na microbacia Guaranhuns e de melhorar a oferta de áreas verdes de recreação utilizou como referência um trabalho anterior destas mesmas autoras, que faz a proposição de corredores verdes para esta microbacia (BERRÊDO; BONATTO, 2017), apresentada na figura 11.

As conexões prioritárias são ao longo dos cursos d'água existentes, com suas respectivas margens. As potenciais conexões correspondem às vias com estrutura adequada para receber arborização, ou vias nas quais já existe arborização e necessita ser ampliada; e as conexões desejáveis atendem às vias principais onde não há arborização, onde é possível unir fragmentos de massas ou superfícies vegetadas (BERRÊDO; BONATTO, 2017).

Os cursos de água representam conexões prioritárias, por razões de proteção ambiental e da população que vive às suas margens, mais vulnerável em episódios de inundação. Conectam também áreas verdes adjacentes aos cursos d'água. As conexões

potenciais ligariam as áreas verdes existentes (superfícies e massas vegetadas), as poucas praças existentes e as vias com canteiro vegetados e/ou com arborização. As conexões desejadas envolvem todos os outros elementos capazes e conectar os corredores prioritários e potenciais.

Figura 11 – Proposição de corredores verdes para a microbacia Guaranhuns.



Fonte: BERRÊDO; BONATTO (2017).

A partir do trabalho citado (BERRÊDO; BONATTO, 2017), este artigo desenvolve um conjunto de objetivos e diretrizes, embasados na bibliografia estudada, nas legislações que dão base para a implantação de infraestrutura verde e nos estudos de caso de implantação de infraestrutura verde.

Foram determinados os seguintes objetivos:

- Reduzir a vulnerabilidade da área às inundações
- Melhorar o microclima, reduzindo os efeitos das ilhas de calor
- Conectar fragmentos vegetais, ampliando a oferta de espaços de livres qualificados
- Recuperar as margens dos cursos d'água
- Aumentar a biodiversidade e preservação de espécies nativas
- Melhorar a qualidade da água

O quadro 1 apresenta a síntese das diretrizes propostas para a implantação da infraestrutura verde na microbacia Guaranhuns.

Quadro 1 - Diretrizes para implantação de infraestrutura verde na Microbacia Guaranhuns

Diretrizes
Ampliação da quantidade de árvores em vias com canteiro, garantindo maior conforto térmico e visual e auxiliando na microdrenagem
Implantação de telhado verde, a fim de retardar o escoamento da água da chuva, diminuir a temperatura no interior dos edifícios (o que reduz a necessidade de sistemas artificiais de ventilação) e aumentar a biodiversidade: obrigatório para novas edificações e opcional para as existentes
Implantação compulsória de jardim de chuva e reservatório de águas pluviais em novas edificações de uso industrial, a fim de minimizar os impactos gerados pela instalação e reduzir o volume de água direcionado para o sistema de drenagem da cidade
Criação de reservatórios de águas pluviais em novas edificações de uso residencial, comercial, industrial ou misto
Captação e armazenamento de água da chuva por meio de cisternas nos lotes lindeiros aos cursos d'água, com edificações residenciais unifamiliares, auxiliando na microdrenagem e possibilitando o aproveitamento da água para irrigação
Implantação de jardins de chuva, evitando sobrecarga no sistema de drenagem existente, reduzindo a velocidade dos automóveis e promovendo a biodiversidade
Ampliação da arborização ao longo dos cursos d'água, visando à recuperação da vegetação ripária e melhorando a qualidade da água por meio da filtração de agentes poluentes
Inserção de biovaletas ao longo das vias mais sujeitas a alagamento, por meio de programas de incentivo à manutenção pelo próprio proprietário

Os corredores verdes propostos contemplam a arborização urbana como elemento central para as conexões, bem como as diversas tipologias de infraestrutura verde: jardins de chuva e biovaletas nas vias e lagoas pluviais nas áreas verdes de maior porte. Na esfera privada – o interior dos lotes – propõe-se o uso de cisterna para armazenamento e reuso da água de chuva, telhados verdes e canteiros pluviais no afastamento frontal. É importante, ainda, ressaltar que a maior parte das áreas verdes que atualmente encontram-se livres não são protegidas, permanecendo vulneráveis à aprovação de loteamentos, alguns já aprovados, mas não iniciados. Nesse sentido, convém implantar áreas de parque urbano na microbacia estudada, com vistas a proteger a população do agravo nos alagamentos e inundações. Todas estas tipologias propostas encontram respaldo legal.

Este trabalho concluiu que a implementação de corredores verdes para conectar, aumentar e melhorar os espaços livres – e as áreas verdes – na sub-bacia hidrográfica Guaranhuns é uma alternativa possível. As conexões que eles proporcionam podem contribuir para uma distribuição mais equânime dos espaços livres em Vila Velha e aumento do Índice de Áreas Verdes por habitante. Contribui, ainda, para a transformação de áreas livres em espaços livres de esporte e lazer, assim como a transformação de áreas livres em áreas de proteção ambiental.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas urbanos e ambientais enfrentados atualmente, especialmente as inundações e seus impactos, indicam a necessidade de mudança na forma como a natureza é percebida nas cidades. Há muitas décadas, com a justificativa do desenvolvimento, se ocupa importantes áreas naturais no tecido urbano, normalmente sobrelevando os objetivos econômicos em detrimento da preservação de áreas verdes. Os prejuízos que tal modo de pensar e agir traz para as populações são enormes: a cada nova inundação, famílias ficam desalojadas, pessoas perdem seus bens e até mesmo suas vidas e trechos das cidades ficam intransitáveis. Na verdade, o modelo de desenvolvimento, que privilegia o pilar econômico e os interesses do mercado imobiliário, seguido até aqui é prejudicial ao próprio desenvolvimento.

Nesse sentido, a infraestrutura verde se coloca como uma alternativa que não só atua na contenção dos impactos das inundações e dos alagamentos, como pode ampliar a oferta de áreas verdes para esporte e lazer da população. Como as áreas mais vulneráveis a inundações, usualmente, são também as áreas que apresentam população em maior vulnerabilidade socioeconômica, melhorar a distribuição das áreas verdes, de forma mais equânime, é também melhorar a qualidade de vida dessas populações, reduzindo as desigualdades intraurbanas.

De mesmo modo, as leis são parte fundamental no desafio de se criar ambientes que representem menos impactos negativos para a população e preservem os recursos naturais, uma vez que regulam e direcionam o crescimento das cidades. No entanto, somente as leis não garantem que isso ocorra. A análise das legislações e da ocupação do território estudado enfatizam a necessidade de que haja melhor integração das legislações urbana e ambiental, de planejamento, de políticas públicas, bem como uma fiscalização mais presente. Cabe, ainda, destacar a importância do fortalecimento da organização social para a defesa da qualidade urbana, da prevenção de novos assentamentos em áreas ambientalmente frágeis, do agravamento dos problemas de drenagem urbana e da necessidade de se implantar parques urbanos e demais áreas livres de lazer para a população. O fortalecimento da organização social auxilia na cobrança e fiscalização da aplicação das leis, bem como é fundamental para demandar políticas públicas adequadas ao tema.

Conclui-se, por fim, que a infraestrutura verde pode ser um caminho para a integração entre o planejamento urbano e o planejamento ambiental, bem como para realizar a reabilitação urbana e ambiental nas cidades contemporâneas, proporcionando a integração dos elementos naturais com o meio construído, uma maior equidade na distribuição de áreas verdes e melhorando a qualidade de vida da população, especialmente das mais vulneráveis.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo suporte financeiro para realização da pesquisa que originou este artigo.

## REFERÊNCIAS

- AHERN, J. *Greenways as a planning strategy*. Landscape and Urban Planning 33, 1995, 131-155.
- BERRÊDO, Eduarda D. de. *Limites e possibilidades da legislação urbanística e ambiental na Bacia Hidrográfica Guaranhuns, Vila Velha/ES*. Vitória, 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018. [Orientador: Profa. Dra. Daniella do Amaral Mello Bonatto].
- BERRÊDO, Eduarda D. de; BONATTO, Daniella do A. M. *Green infrastructure for urban and environmental rehabilitation: study in the city of Vila Velha-ES, Brazil*. In: ISUF international conference: City and territory in the globalization age, 24., 2017, Valência, Espanha. [Trabalhos apresentados]. Valência, Espanha: Universitat Politecnica de Valencia-UPV, 2017.
- BARTALINI, Vladimir. *Os córregos ocultos e a rede de espaços públicos urbanos*. Pós.Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, São Paulo, n. 16, 2004, 82-96.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. *Green Infrastructure: Smart conservation for the 21st century*. Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse, 2002.
- BONATTO, Daniella do A. M. *Infraestrutura verde – estratégia para regeneração de espaços livres e qualidade do ambiente construído*. In: 1ª Conferência Latino-americana e Europeia sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – EURO ELECS, 2015, Guimarães. *Livro de Actas*. Guimarães: UMinho, 2015. v. 3. 2097-2106. Disponível em: <[http://civil.uminho.pt/euro-elecs-2015/files/Euro-ELECS\\_2015-Proceedings\\_Vol3.pdf](http://civil.uminho.pt/euro-elecs-2015/files/Euro-ELECS_2015-Proceedings_Vol3.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2016.
- BONATTO, Daniella do A. M. *Corredores verdes – Entre o planejamento urbano e o planejamento da paisagem*. In: 12º Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil – ENEPEA, 2014, Vitória. Anais. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. 341-347.
- BONZI, Ramón S. *O zoneamento ambiental geomorfológico como método para planejar a infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas*. Revista LABVERDE, n.10, 2015, 104-132.
- BRASIL. *Decreto nº 23.793*, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. CLBR, Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/19301949/d23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/19301949/d23793.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Lei nº 4.775*, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 28 set. 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Lei nº 6.766*, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília,

20 dez. 1979. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. *Lei nº 9.433*, de 09 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 09 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. *Lei nº 12.651*, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2012/lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/L12651.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. *Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1*. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicações/agua/category/42-recursos-hidricos>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

CAVION, Renata. *Cidade Sob(re) as Águas: estratégias de ação e de políticas urbanas*. São Paulo, 2014. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014. [Orientadora: Prof.ª Drª Magda Adelaide Lombardo]

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato M. *Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana*. Paisagem e Ambiente: ensaios, n.25, 2008, 125-142.

COSTA, Lúcia Maria Sá Antunes (Org.). *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Proub: Viana & Mosley, 2006.

CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antonio José T. Degradação Ambiental. (337-379). In: CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antonio José T. (Org.). *Geomorfologia e Meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

ELMQVIST, T.; SETÄLÄ, H.; HANDEL, S. N.; VAN DER PLOEG, S.; ARONSON, J; BLIGNAUT, J. N.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; NOWAK, D.J.; KRONENBERG, J.; DE GROOT, R. *Benefits of restoring ecosystem services in urban areas*. Current Opinion in Environmental Sustainability, n.14, 101-108, 2015.

ESPÍRITO SANTO. *Lei complementar nº 872, de 07 de dezembro de 2017*. Vitória, 2017. Disponível em: <<http://www.conslegis.es.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

FORO, Ivaniel. *A culpa é das chuvas?* Revista Tópicos, ano XV, n.64, 2014, 6-10.

- FRANCO, Maria C. R. *Infraestrutura Verde em São Paulo: o caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos*. Revista LABVERDE, n.1, 2010, 135-154.
- FRAZÃO, Daniel M. M. et al. *Infraestrutura Verde e Jardim de Chuva*. In: Prêmio “As melhores práticas de estágio na Prefeitura Municipal de São Paulo”, 6ª edição, São Paulo, 2012.
- GORSKI, Maria Cecília B. *Rios e cidades: ruptura e reconciliação*. São Paulo: Editora Senac, 2010.
- HERZOG, Cecília P. *Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza*. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2010.
- INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. *Diagnóstico da situação atual as favelas, bairros populares carentes e segmentos de pobreza do município de Vila Velha*. Volume 1. Vitória (ES): IJSN, 1979.
- MARUYAMA, Cíntia M.; LEITE, Laís P.; DEUS, Lívia B. D. *Corredor de infraestrutura verde: rota cicloviária como conexão entre parque do povo – Ibirapuera*. Revista LABVERDE, n.1, v.8, 65-90, 2017.
- MASCARÓ, Juan José. *A infraestrutura verde como estratégia de sustentabilidade urbana*. In: 14º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2012, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. 962-969.
- NOBRE, Caroline; MARTIN, Isabel; LIMA, Pedro. *Quota Ambiental: o desafio de ser simples em território complexo*. Disponível em: <<https://observasp.wordpress.com/2015/10/14/quot-a-ambiental-o-desafio-de-ser-simples-em-territorio-complexo>>. Acesso em: 03 set. 2016.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *World Cities Report 2016*. Disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT. *Green stormwater infrastructure tools*. Disponível em: <<http://www.phillywatersheds.org>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. *Quota Ambiental*. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 03 set. 2016.
- RAMIRES, Jane Zilda dos S.; MELLO-THÉRY, Neli Aparecida de. *Uso e ocupação do solo em São Paulo, alterações climáticas e os riscos ambientais contemporâneos*. Revista Franco-brasileira de Geografia, n.34, 2018.
- RIBEIRO, Maria Eliana J. *Infraestrutura verde, uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares: por um planejamento urbano ecológico para Goiânia*. Goiânia, 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, Goiânia, 2010. [Orientador: Prof. Dr. Paulo Renato Mesquita Pellegrino].
- SANTOS, Milton. *A urbanização brasileira*. 5. ed., 1. reimpr. São Paulo: EDUSP, 2008.

- SEABRA, Odette C. de L. *Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros - Valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo*. São Paulo, 1987. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987. [Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Léa Goldenstein]
- SINGER, Paul. *Economia política da urbanização*. 4. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1977.
- SOUZA, Marcelo Lopes de. *ABC do desenvolvimento urbano*. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- SOUZA, Enio R. de; FERNANDES, Maurício Roberto. *Sub-bacias hidrográficas. Unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais*. Informe Agropecuário, v.21, n.207, 15-20, 2000.
- SPIRN, Anne W. *O Jardim de granito: a natureza no desenho da cidade*. São Paulo: EDUSP, 1995.
- SUÁREZ, J; PUERTAS, J; ANTA, J; JÁCOME, A; ÁLVAREZ-CAMPANA, J.M. Gestión integrada de los recursos hídricos en el sistema del agua urbana: Desarrollo Urbano Sensible al Agua como enfoque estratégico. *Ingeniería del Agua*, v.18.1, 111-123, 2014.
- TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina - REGA*, v.1, n.1, 59-73, 2004.
- \_\_\_\_\_. *Águas Urbanas*. Estudos Avançados, v.22, n.63, 97-112, 2008.
- TUNDISI, José G; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. *Recursos hídricos no século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- VILA VELHA. *Lei complementar nº 040*, de 20 de dezembro de 2017. Vila Velha, 2017. Disponível em: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 14 dez. 2017.
- WARD, J. V.; MALARD, F.; TOCKNER, K. *Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors*. *Landscape Ecology*, 17, 2002, 35-45.