

## A importância da permeabilidade do solo no planejamento urbano

### INTRODUÇÃO

Historicamente, após surtos de epidemias e doenças nos grandes centros, principalmente após a Revolução Industrial, houve a necessidade de pensar em soluções para os problemas que ocorriam nas cidades. O conceito higienista, surgido nessa época, tentava resolver o problema da salubridade e higiene das cidades, “contribuindo para uma mudança de concepção das relações entre urbanismo e águas urbanas, levando ao conceito higienista de drenagem” (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012, p. 10).

Assim, foram realizadas obras de saneamento em áreas inundáveis e insalubres, foram abertas vias e vielas sanitárias no meio das quadras, foi realizada a canalização dos esgotos e águas pluviais. O urbanismo higienista pretendia constituir um instrumento técnico, ou seja, uma legislação urbanística, na tentativa de melhorar e racionalizar a organização do espaço urbano. Dessa forma, houve a reurbanização de bairros inteiros em cidades do mundo todo, sendo a preocupação principal as questões de higiene e sanitárias.

Um exemplo bastante difundido e tomado como referência é o caso de Paris. A remodelação geral da cidade, ocorrida no governo do prefeito Georges Eugène Haussmann, durante os anos de 1853 a 1870, buscava abrir caminhos nas ruas de Paris para a passagem das tropas de Napoleão III e evitar a construção de barricadas. Mas, também tratou de problemas sociais, de salubridade e circulação. Isso foi possível através da pavimentação de ruas, criação de áreas verdes e de lazer, construção de novos equipamentos urbanos, como escolas, teatros, provimento de infraestrutura (água, luz, gás, tratamento de esgoto), melhoria no transporte e a padronização de fachadas e edifícios (SALGUEIRO, 2001, p. 24).

Desta forma, visualiza-se nas intervenções de Paris uma preocupação que vai além da questão sanitária, tratando-se já da circulação e pensando no cuidado e integração da cidade com a natureza. Em 1872, foi inaugurado, nos Estados Unidos, o primeiro Parque Nacional do mundo, o Yellowstone. Em 1880, Frederick Law Olmsted, arquiteto americano, criou um sistema de parques para a cidade de Boston. A ideia era preservar o espaço e criar uma trama verde, englobando finalidades recreativas e paisagísticas (MIXTE, 2014).

Ebenezer Howard é referência nessa ideia, ao surgir com o conceito de cidade jardim. O inglês lançou em 1889, o livro “*Tomorrow: A Peaceful Path to Social Reform*”, reeditado em 1902 como *Garden Cities of Tomorrow* (Cidades-Jardins de amanhã) (CHOAY, 2011). Seu discurso teve “efeito profundo, de dimensão mundial, sobre o pensamento e a prática do planejamento” (GEDDES, 1994, p. 229). Segundo Andrade (2003) “A visão utópica de Howard foi uma tentativa de resolver os problemas de insalubridade, pobreza e poluição nas cidades por meio de desenho de novas cidades que tivessem uma estreita relação com o campo”. As cidades de Letchworth e Welwyn foram construídas sob os ideais de Howard, e foram consideradas modelo de inspiração nos Estados Unidos e Europa, posteriormente (CHOAY, 2011).

Já na metade do século XX, principalmente em função do pós-guerra, as cidades precisavam se reconstruir e, a preocupação das ações urbanas estava focada em novos edifícios, vias de circulação rápida de automóveis, entre outros, que geravam emprego e renda. O planejamento de áreas verdes e a preocupação com a preservação do ambiente natural não era o foco do momento.

A questão ambiental passa a ser discutida novamente no final da década de 1960, quando podemos destacar o Clube de Roma, no ano de 1968, e o trabalho de Ian McHarg, com o livro *Design with nature*. E, em 1972, ocorre a Primeira Conferência das Nações Unidas, a Conferência de Estocolmo. As discussões relativas à questão ambiental desse período tinham uma abordagem bastante preservacionista, “ditada pelas necessidades de sobrevivência das populações de espécies animais ou vegetais, sem que seja considerada a diversidade de necessidades da espécie humana.” (OLIVEIRA, 2019)

Na década de 1980, a questão ambiental continua sendo bastante discutida, destacando-se o relatório Brundtland, em 1987, e a emergência do conceito de desenvolvimento sustentável.

Os conceitos de infraestrutura verde (IV) e Trama verde azul (TVA) passam a se destacar no cenário mundial como elementos que mostram preocupação com a proteção e preservação dos recursos ambientais focando na sustentabilidade, principalmente a partir da década de 1990. Com relação aos conceitos e termos utilizados para abordar a integração das questões ambientais entre “verde” e “azul”, Fletcher et al.(2015) salientam que diferentes denominações são dadas aos termos, que depende do seu contexto local e institucional.

Da década de 1990, pode-se destacar o acontecimento da Eco-92, ocorrido no Rio de Janeiro. A partir desse encontro, o conceito de desenvolvimento sustentável se solidifica e torna-se mais usual. Posteriormente, ocorreram diversos outros encontros entre representantes dos Estados-membro da Organização das Nações Unidas (ONU), para debater os rumos para um futuro sustentável. O último, ocorrido em 2015, na cidade de Nova Iorque, aborda a Agenda 2030, e traz como novo elemento a Nova Agenda Urbana e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Dentro do contexto brasileiro, o processo de urbanização intenso e acelerado ocorrido ao longo da primeira metade do século XX, gerou diversos problemas urbanos e afetou, de modo negativo, a qualidade de vida e bem-estar dos moradores das áreas urbanas. Para exemplificar, nos anos de 1960, a taxa de urbanização era de 44,7%, passando a 67,7% em 1980 e na década de 1990 subiu para 78,4%. Hoje, aproximadamente 85% da população brasileira é urbana (IBGE, 2018), ou seja, em um curto período, houve a inversão da população rural para urbana.

Esse crescimento trouxe uma impermeabilização excessiva do solo, resultando em uma maior frequência de alagamentos urbanos. Esses acontecimentos trouxeram o reconhecimento da insustentabilidade do modo de planejamento adotado até o momento.

Enfim, um planejamento que considere os elementos naturais, integre as áreas verdes e os cursos d’água de maneira correta no ambiente urbano,

tornam-se imprescindíveis para o bem-estar da população, influenciando diretamente em sua saúde física e mental.

Assim, o objetivo desse artigo é avaliar como o espaço urbano se consolida a partir do planejamento urbano adotado, sua relação com o ambiente natural existente e sua interferência para problemas atuais ocorridos nas cidades. Através de técnicas de geoprocessamento, serão confrontadas as informações relativas ao uso do solo, existência de áreas verdes, hidrografia e o zoneamento adotado pelo Plano Diretor vigente. Após, os dados gerados serão confrontados para verificar sua interferência na permeabilidade existente na cidade conformada. E, como conclusão, o artigo pretende propor alternativas de planejamento urbano para que a permeabilidade aumente.

## **PLANEJAMENTO URBANO BRASILEIRO**

No período entre o final do século XIX e início do século XX, o Brasil passa por um período de transformação em seu cenário econômico, gerando a necessidade de reestruturar suas cidades, dotando-as de uma nova infraestrutura (FARIA, 2015).

Assim, foram norteadores das ações e planos propostos, as questões higiênicas e, os planos “incluíam áreas verdes para purificar o ar e avenidas largas para favorecer a propagação dos ventos, drenagem das áreas pantanosas, criação de cursos d’água, lagos e caminhos sinuosos” (FARIA, 2015, p. 117).

É nessa época que começa a se destacar o trabalho do engenheiro Saturnino de Brito. O engenheiro acabou se tornando um grande nome do planejamento urbano e do conceito higienista de urbanismo no Brasil, ao realizar diversos projetos para as cidades brasileiras, a partir do início do século XX. O engenheiro “dava aos seus projetos um sentido de racionalidade técnica e econômica” (FARIA, 2015, p. 117), pois analisava a cidade, interpretava seus problemas e apontava soluções para eles. Em seus trabalhos, segundo Faria (2015, p.117), “pode-se observar os elementos de composição da paisagem: o traçado obedecendo à topografia do sítio, hidrografia e vegetação. Os parques e jardins tinham função de embelezamento, saneamento, mas também de estruturadores do espaço urbano”. Os Planos para a cidade de Vitória - ES, Santos - SP e Recife - PE destacam-se entre os realizados pelo Engenheiro.

No entanto, o principal preceito dos sistemas higienistas era a evacuação rápida das águas pluviais e providas pelos condutos de drenagem, afastando da população do contato com a presença nociva da água e minimizando a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e de inundações (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2005). Nessa fase, os rios transformaram-se em canalizações dando espaços para as vias de tráfego de veículos, ou seja, os rios tornaram-se ruas e, como resultado, as ruas ficaram predispostas a se tornarem rios nas ocasiões de chuvas intensas (CHRISTOFIDIS; ASSUMPÇÃO; KLIGERMAN, 2019).

Essas técnicas de planejamento, soluções clássicas de drenagem urbana, perduram, ainda hoje, nas cidades brasileiras. Porém, aos poucos sua eficácia começou a ser posta à prova pois, no Brasil, assim como muitos outros países, o processo de urbanização ocorreu de modo bastante intenso.

Em contraponto ao conceito higienista, tem-se também alguns exemplos de planejamento com base no conceito de cidade-jardim. Destaca-se a cidade de Maringá, no Paraná, planejada em 1943 e alguns bairros paulistas, como o Jardim América, em 1913 e, posteriormente, outros mais. Dessa forma, o termo cidade-jardim acabou virando sinônimo de projetos urbanos que objetivam proporcionar qualidade de vida, com apelo estético e paisagístico (HERZOG, 2013).

No período entre guerras, com o incentivo do capital estrangeiro e a rápida industrialização, na década de 1950, o Brasil modifica sua estrutura física e econômica. Esse período é marcado pelo rápido crescimento demográfico e, conseqüentemente, da urbanização, visto que houve uma redução da oferta de emprego no campo e aumento na cidade. Assim, as cidades passaram a ter, cada vez mais, seus espaços livres ocupados por áreas edificadas e os parques existentes, passaram a ser utilizados como locais de lazer, recreação e práticas esportivas (OLIVEIRA, 2019). Isso provocou a criação de espaços sem qualidade físico-ambiental, em sua maioria, intensificando a exclusão social e pobreza urbana (ALENCAR, 2016).

Continuando seu processo de transformação urbana, no período da Segunda Guerra, o Brasil passa a sofrer bastante influência americana, seu estilo de vida se disseminou entre as classes média e alta (OLIVEIRA, 2019). A partir desse novo “estilo”, os novos edifícios e residências construídos passaram a ter seus próprios espaços de recreação e lazer, privativos. E, os espaços públicos destinados a essas atividades, como parques e praças, deixaram de receber investimentos para sua manutenção e criação de novos espaços (OLIVEIRA, 2019).

Outra influência sofrida dentro do planejamento urbano brasileiro é do movimento modernista. A capital brasileira, construída e fundada em 1960, é um exemplo. Baseada nos princípios da Carta de Atenas, a ideia era criar uma cidade com amplas áreas verdes para utilização e prática de atividades saudáveis e não apenas para embelezamento (OLIVEIRA, 2019). Além de Brasília, outros projetos foram construídos pelo Brasil, sob influência do modernismo. Porém, esses projetos sofrem diversas críticas, principalmente por se localizarem em áreas mais nobres e de menor demanda social, valorizando as áreas de seu entorno e segregando a população mais necessitada (OLIVEIRA, 2019).

Na década de 1970, acompanhando o cenário mundial da ocorrência da Conferência de Estocolmo, começa a se estruturar no Brasil, dentro de entidades, movimentos e políticas públicas, ações relacionadas ao meio ambiente. Desse período, também são as regulações urbanísticas brasileiras, que traziam a questão ambiental e a condicionavam ao uso e ocupação do solo, ao saneamento e a criação de áreas verdes, influenciada pela abordagem preservacionista adotada no período (EUCLYDES, 2016). Para a regulamentação, os espaços eram organizados por zonas para uso e ocupação do solo e, as áreas protegidas, zoneadas como de “proteção ambiental” (OLIVEIRA, 2019). Esse tipo de regulamentação é encontrado até hoje nos Planos Diretores municipais.

Com relação a legislação brasileira, podemos citar, inicialmente, a criação do Código Florestal, no ano de 1965 (BRASIL, 1965), para garantir a proteção

da vegetação nativa. Para isso, foram instituídas a Reserva Legal e a Área de Preservação Permanente – APP. A lei passou por diversas alterações e sua versão mais atual e válida é da lei Federal nº 12.651, de 2012 (BRASIL, 2012).

Em 1973, foi a vez da criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema). Para Acselrad; Mello; Bezerra (2009), essa foi “Uma política ambiental explícita de governo” (ACSELRAD; MELLO; BEZERRA, 2009, p. 125), criada em paralelo com demais agências e dispositivos institucionais públicos em demais países (ACSELRAD; MELLO; BEZERRA, 2009).

A Lei de Parcelamento do solo urbano, de 1979, (BRASIL, 1979), aborda a relação entre meio urbano e natural é abordada de forma mais direta, ao definir como elementos de infraestrutura básica, imprescindíveis para áreas habitacionais, os equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais, as redes de esgotamento sanitário e de abastecimento de água potável (ALENCAR, 2016).

Em 1981, foi aprovada a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), com o objetivo de “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida” e trazendo como instrumento o zoneamento ambiental. Brasil, 1981 Essa política tentou compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação do meio ambiente, buscando um equilíbrio ecológico.

Um marco na história da legislação brasileira foi a instituição da Constituição Federal, no ano de 1988, que estimula mudanças no planejamento e políticas urbanas e ambientais, além de abordar temas como a reforma urbana, participação popular e justiça social. A lei dispõe, em seu capítulo II, sobre a política urbana, trazendo o Plano Diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, executada pelo Poder Público municipal (BRASIL, 1988).

Outro marco importante foi a aprovação do Estatuto da Cidade, no ano de 2001 (BRASIL, 2001), importante instrumento de política urbana que visa ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana de forma plena. Dentro dos instrumentos de política urbana do planejamento municipal, apresenta o Plano diretor e planos, programas e projetos setoriais, entre outros (BRASIL, 2001). No Estatuto da Cidade, “o zoneamento ambiental foi mais uma vez instituído como instrumento de ordenamento territorial, mas com foco no meio urbano” (MELO et al., 2020, p. 3). A Lei traz a obrigatoriedade da elaboração de Planos Diretores pelos municípios, seguindo algumas especificidades, e “da realização de Estudos de Impacto Ambiental como instrumento de planejamento urbano” (MELO et al., 2020, p. 3).

Com relação ao zoneamento urbano, a legislação existente ainda não estabelece normas para sua regulamentação, dificultando a constituição de um zoneamento urbano sustentável no país (MELO et al., 2020, p. 3). No âmbito federal, a legislação quanto ao zoneamento é, na maioria das vezes, indicativa, ficando a cargo do poder municipal adotar medidas normativas, principalmente através dos Planos Diretores, que sejam efetivas e em conformidade com a legislação ambiental, garantindo a sustentabilidade ambiental tão buscada dentro das cidades (MELO et al., 2020, p. 3).

Como exemplo de novas alternativas para o planejamento, destaca-se o Plano de Macrozoneamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MZ-RMBH), pioneiro na implementação do conceito de Trama Verde Azul no Brasil, “de forma clara e institucionalizada, baseado em quadro dimensões: físico-ambiental, sociocultural, seguridade socioambiental e mobilidade” (MARTINS et al., 2015, p. 9).

Dentro do MZ-RMBH, a Trama Verde Azul é definida como

Espaços multifuncionais capazes de reconhecer e salvaguardar os atributos paisagísticos e ambientais de um modo integrado à vida urbana metropolitana. (...) As áreas definidas como parte da Trama Verde-Azul são regiões que dão estrutura ao território metropolitano, onde é preciso pensar o uso da água e a preservação vegetal em harmonia com outras atividades, pois têm importância primordial para a manutenção dos recursos naturais da metrópole. Supramunicipal, a Trama se sobrepõe à divisão territorial e deverá influir no uso e ocupação local, garantindo articulação entre atividades de lazer, turismo e agricultura urbana, bem como considerar a moradia, o comércio e serviço, quando atravessam áreas já ocupadas, no sentido de priorizar a conservação e preservação ambiental (PLANO METROPOLITANO - MACROZONEAMENTO RMBH, 2015).

O exemplo do MZ-RMBH demonstra que o planejamento urbano deve estar diretamente relacionado com as questões ambientais e de maior qualidade de vida.

## **INFRAESTRUTURAS EXISTENTES NO MEIO URBANO**

Com o crescimento físico da cidade, resultante do seu desenvolvimento econômico e demográfico, se traduz numa expansão da área urbana. Para Zmitrowicz; Angelis Neto (1997), o espaço urbano não se compõe somente pela combinação de áreas edificadas e livres, que são conectadas através dos sistemas viários. Além disso, outros sistemas são desenvolvidos para melhorar o seu desempenho.

Ao pensar em espaço urbano, torna-se inevitável não o relacionar à infraestrutura, visto que essa viabiliza seu uso e se transforma em elemento de associação entre a forma, a função e a estrutura, além de potencializar as relações vitais do ser humano, por meio do conforto urbano (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Contudo, Herzog; Rosa (2010) afirmam que tal forma de urbanização gera impacto direto no sistema de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais, pois, diante desse modelo de infraestrutura urbana tradicional, também conhecida como infraestrutura cinza monofuncional, são projetados para que a água e o esgoto sejam dispersados o mais rápido possível, não se preocupando com o impacto que poderá gerar ao meio ambiente. As autoras ainda ressaltam que essa infraestrutura tradicional é voltada principalmente para os automóveis, o que faz com que as ruas sejam destinadas à circulação de veículos, com extensas áreas asfaltadas e impermeáveis, que são direcionadas para o estacionamento dos veículos (HERZOG; ROSA, 2010).

A dispersão urbana aumentou, de forma considerável, o uso de veículos para transporte de pessoas e serviços, em que ocasionou a poluição do ar com

a emissão de gases provenientes de combustíveis fósseis e a impermeabilização do solo, decorrência da pavimentação excessiva, que além de exercer sérios danos ao ciclo hidrológico, acarreta a formação de enchentes e inundações, o que corrobora o impacto negativo que a dispersão urbana provoca no meio ambiente (SILVA; ROMERO, 2011).

Segundo Pellegrino (2000, p.161), a “sustentabilidade das cidades somente é possível quando esta é vista como parte indivisível de uma constelação de paisagens conectadas, que devem ser planejadas e protegidas em seu conjunto”. Ribeiro (2010, p. 33) complementa que: “a sustentabilidade envolve o equilíbrio entre sociedade, ecologia e economia” e, pode ser estabelecida a partir de um conjunto de posturas e técnicas de ocupação e apropriação do espaço, que analisa alternativas de diminuir os impactos negativos na cidade, implicações de seus processos de evolução urbana.

Ribeiro (2010) ainda pontua, que o objetivo do desenvolvimento sustentável é prover qualidade de vida à comunidade por meio de uma estrutura socioeconômica, mas também minimiza os impactos no ambiente local ou global.

De acordo com Ahern (2007), a infraestrutura verde (IV) é um conceito em evolução, o qual fornece funções abióticas, bióticas e culturais em apoio à sustentabilidade urbana, em que é estruturado por uma rede de drenagem, completa e conecta áreas verdes existentes com infraestrutura construída, que fornece funções ecológicas. O planejamento baseado na IV consiste em redes de espaços verdes multifuncionais, sendo espaços permeáveis e vegetados, e preferencialmente arborizados – incluindo áreas naturais, propriedades públicas e privadas – que interconectados reestruturam o mosaico da paisagem (HERZOG; ROSA, 2010). Para Franco (2010), o termo “infraestrutura verde” pode ser entendido como uma rede interconectada de áreas verdes naturais e outros espaços abertos, que conservam valores e funções ecológicas, sustentam ar e água limpos e oferece amplo benefícios para as pessoas e a vida selvagem, além de conduzir ações de planejamento e desenvolvimento territoriais, que assegurem a existência dos processos vivos no presente e no futuro.

Nessa perspectiva, a infraestrutura verde enfatiza a importância dos espaços abertos verdes como parte de sistemas interconectados que são protegidos e mantidos pelos benefícios ecológicos que eles proporcionam. Enquanto espaço verde é frequentemente visto como alguma “coisa boa de ter”, a infraestrutura verde implica alguma “coisa que precisamos ter” (BENEDICT; MCMAHON, 2006). Para Herzog; Rosa (2010, p. 98) se “bem planejada, implementada e monitorada, a IV pode se constituir no suporte para a resiliência das cidades”, o que proporciona regeneração do tecido urbano, causado pelos impactos das mudanças climáticas, além de preparar a cidade para uma economia de baixo carbono. Herzog; Rosa (2010) ainda ressaltam que o planejamento da IV integra os diversos meios de transporte, principalmente os meios de transportes suaves, de modo a proporcionar aos pedestres e às bicicletas um transporte de massa bem articulado e confortável.

Ao nível das cidades, Benedict; McMahon (2006) entendem que a infraestrutura verde deve se basear na criação de corredores verdes e estratégias sustentáveis para promover a ligação entre parques públicos e não terem só a função de proteção de recursos existentes, como compatibilizá-los

com a atividade humana, mas também contribuir para uma melhor qualidade da paisagem e de vida da população.

Tanto o conceito de “*green infrastructure*” (infraestrutura verde) quanto a “*blue green grid*” (trama verde azul) reúnem abordagens integradas mais naturais para a solução de problemas urbanos e climáticos (SILVEIRA, 2018). Na França, a definição de TVA é entendida como:

uma rede composta por continuidades ecológicas terrestres e aquáticas identificadas por padrões regionais de coerência ecológica e também por documentos de planejamento do Estado, das autoridades locais e de seus grupos. A Trama verde-azul contribui para melhorar o estado de conservação de habitats e espécies naturais e para o bom estado ecológico dos corpos d'água (SILVEIRA, 2018, p. 76).

De acordo com Silveira (2018), os principais componentes da TVA são: manejo pluvial (drenagem urbana), adaptação climática, menor estresse térmico, mais biodiversidade, segurança alimentar, melhor qualidade do ar, produção energética sustentável, água e solos despoluídos, qualidade de vida, mobilidade, recreação, sombra e abrigo/habitação nas cidades e arredores.

Segundo Silveira (2018), o ponto de vista anglo-saxão sobre a Trama Verde Azul é de que a mesma propicia “uma base ecológica à saúde social, econômica e ambiental da vizinhança” (SILVEIRA, 2018, p.77). Para isso, busca “o gerenciamento de águas pluviais, adaptação climática, menor estresse por calor, mais biodiversidade, produção de alimentos, melhor qualidade do ar, produção de energia sustentável, água limpa e solos saudáveis” (SILVEIRA, 2018, p.77).

Ou seja, a Trama Verde Azul pode se relacionar diretamente com o aumento da qualidade de vida e bem-estar da população em geral, ao proporcionar o conforto ambiental a todos os seres vivos (SILVEIRA, 2018).

Deste modo, a Trama Verde Azul também pode ser uma importante aliada para amenizar os acontecimentos gerados pela urbanização, já que o planejamento urbano deve ser pensado com ações integradas, realizadas conjuntamente para atingir melhores resultados e minimizar os problemas da drenagem urbana atual e suas consequências para a saúde da população.

Assim, os impactos sobre a infraestrutura urbana requerem que alternativas mais sustentáveis sejam pensadas para as cidades, mitigando os problemas e aumentando a resiliência. Ao substituir a infraestrutura cinza por infraestruturas mais verdes, as cidades brasileiras podem enfrentar esses desafios de adaptação com menor custo (SOTTO et al., 2019). Com relação à drenagem urbana, Silveira (2018) ainda aponta que uma drenagem urbana sustentável não ocorre sozinha. Através da implantação da TVA ou da IV, os casos de alagamentos poderiam ser evitáveis nos processos de urbanização.

## **A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A INFRAESTRUTURA URBANA**

As áreas verdes e a vegetação sempre estiveram ligadas às pessoas e suas atividades cotidianas. O uso do verde urbano constitui o modo de viver dos

diferentes povos que o criaram em diferentes épocas e culturas. A princípio estes tinham uma função de dar prazer à vista e ao olfato. Somente no século XIX, é que assumem uma função utilitária, sobretudo nas zonas urbanas densamente povoadas (LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

A cobertura vegetal, ao contrário de muitos outros recursos físicos da cidade, é relacionada pela maioria dos cidadãos mais como uma função de satisfação psicológica e cultural do que com funções físicas (NUCCI, 2008). Para Loboda; De Angelis (2005), as áreas verdes públicas assumem um papel imprescindível para o bem-estar da população, influenciando diretamente na saúde física e mental da população.

As áreas verdes, como praças e parques, através de seus espaços, são determinantes para a melhora da qualidade de vida das pessoas, ao proporcionar locais de lazer/recreação, prática de exercícios físicos, descanso, encontro entre amigos/familiares. Ainda, segundo Ignatieva et al. (2008), a construção de espaços verdes oferecem co-benefícios ao ambiente, como a redução da poluição do ar e da água, além da redução do risco de enchentes. Em cidades, as áreas verdes costumam servir como grandes “esponjas ecológicas” contra alagamentos (FORMAN, 2008).

Nesse viés, entende-se como hidrologia urbana o estudo da dinâmica da água no meio urbano, ou seja, o estudo dos processos hidrológicos nos ambientes afetados pela urbanização (TASSINARI, 2014). Já a drenagem urbana atua por meio de um conjunto de medidas, as quais buscam a redução dos riscos e dos prejuízos causados pelas inundações (SILVEIRA, 1997). Assim sendo, as inundações ocorrem devido à excessiva impermeabilização do solo através de telhados, de ruas, calçadas, entre outros, visto que a água, que em um cenário de pré-urbanização infiltrava no solo, recarregava o lençol freático ou percorria até encontrar um corpo hídrico receptor, não mais o faz. Ainda, aquele escoamento superficial lento, que ficava retido pelas plantas devido à urbanização, passa a escoar através de canais artificiais, condutos, sarjetas, entre outros. Logo, os principais efeitos da urbanização quanto ao escoamento das águas pluviais são o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial (TASSINARI, 2014).

Nas últimas décadas, notou-se uma crescente preocupação ambiental na tentativa de sanar boa parte das deficiências apresentadas pelos sistemas higienistas. Em resposta a essas preocupações, segundo Souza et al. (2012), algumas comunidades optaram por incentivar o controle da drenagem pluvial na fonte geradora de escoamento por intermédio de métodos compensatórios de manejo de águas pluviais, conhecido como *Best Management Practices* – BMP (Melhores Práticas de Gerenciamento), que visam compensar os efeitos da impermeabilização das superfícies. Nesse sentido, as BMPs são formadas por medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais incluem sistemas projetados para fornecer quantidade de água e/ou controle de qualidade, como bacias de infiltração, retenção de lagoas, valas de infiltração, entre outros similares. Já as BMPs não estruturais incluem a prevenção da poluição, educação e gestão, através de uma boa limpeza e manutenção preventiva das medidas estruturais implantadas (MARTIN et al., 2007).

Ademais, a infraestrutura verde apresenta diversas tipologias para a drenagem urbana sustentável às águas pluviais, as quais tem como objetivos

principais: reduzir as inundações, melhorar a qualidade das águas e evitar a perda de biodiversidade do meio ambiente e busca o reequilíbrio do ciclo hidrológico. Segundo Cormier; Pellegrino (2008), algumas tipologias já estão bem definidas e aplicadas, com resultados bastante positivos, algumas delas são:

**Jardins de Chuva:** são depressões topográficas, existentes ou produzidas especialmente para receberem o escoamento da água pluvial proveniente de telhados e demais áreas impermeabilizadas limítrofes. Apesar de terem sua capacidade limitada pelo espaço disponível, os jardins de chuva, mesmo pequenos, são muito eficientes na melhoria da qualidade da água, visto que se trata do período inicial de uma chuva que carrega a maioria dos poluentes (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

**Canteiros pluviais:** são parecidos com os jardins de chuva, porém mais compactados para espaços urbanos. Um canteiro pode contar, além de sua capacidade de infiltração, com um extravasador, ou em exemplos, sem infiltração, contar só com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

**Biovaletas:** são semelhantes aos jardins de chuva, mas se tratam, geralmente, de depressões lineares preenchidas com vegetação (Figura 4), solo e outros elementos filtrantes, os quais permitem certa limpeza da água da chuva, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, ao direcionar a água captada para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

**Pavimentos Permeáveis:** seu principal objetivo é aumentar a área permeável nos centros urbanos e, assim, reduzir o impacto das enchentes. Podem ser utilizados como via para pedestres, estacionamentos e para tráfego de veículos leves, ao mesmo tempo que permitem a infiltração da água, o que colabora com a diminuição das superfícies impermeabilizadas na cidade. Esses pavimentos reduzem o escoamento superficial em até 100%, dependendo da intensidade da chuva, e retardam a chegada da água ao subleito, que reduz a erosão. A camada de base granular ainda funciona como um filtro para a água da chuva, o que diminui sua contaminação. Também ajuda na redução das “ilhas de calor”, formadas nas áreas urbanas, onde o aumento de temperatura acaba por intensificar a precipitação (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Diante das inúmeras possibilidades de técnicas de drenagem urbana sustentável, Cormier e Pellegrino (2008, p. 03) explicam que

O paisagismo urbano está cada vez mais sendo visto além de mero embelezamento das cidades, e, de forma pioneira, como parte de uma rede de espaços abertos em que tecnologias de alto desempenho passam a contribuir decisivamente para a solução dos problemas associados à água, ao clima e à ecologia urbana, bem como na criação de uma imagem local e de espaços públicos mais estimulantes e sustentáveis (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 03)

Assim, as áreas verdes urbanas, além dos diversos benefícios já apresentados, costumam ser fortes aliadas na proposição de técnicas de drenagem urbana sustentável.

**CASO DE ESTUDO: PASSO FUNDO/RS**

A área de estudo escolhida para este trabalho foi o município de Passo Fundo, que está situado na região do Planalto Médio, considerada a maior cidade do norte do Estado do Rio Grande do Sul, com Latitude 28°15'46" e Longitude 52°24'24", distando 287Km da capital do Estado, Porto Alegre e faz fronteira ao norte com Coxilha, ao sul com Marau e Ernestina, ao leste com Mato Castelhano e Marau e à oeste com Carazinho e Pontão, conforme Figura 35. Passo Fundo possui uma população de 184.826 habitantes segundo o Censo 2010, e sua população estimada em 2021 é de 206.103 pessoas (IBGE, 2020). Sua área é de 783,36km. (PASSO FUNDO, 2020b).

A Macrozona Urbana da cidade compreende, aproximadamente, o atual perímetro urbano de Passo Fundo, em que se concentram 97% da população municipal (IBGE, 2020; PASSO FUNDO, 2020b). As áreas não ocupadas dividem-se em lotes não-ocupados, vazios urbanos e áreas de expansão urbana (PASSO FUNDO, 2020b).

Atualmente, Passo Fundo é um polo regional, de referência para as cidades vizinhas, principalmente nas áreas de saúde, educação, comércio e serviços, o que atrai um grande volume de pessoas e veículos desses municípios, pressionando a sua infraestrutura existente. Além disso, a Cidade apresenta um grande adensamento na sua parte mais central, com gradual diminuição desses índices, conforme ocorre o afastamento no sentido da periferia (PASSO FUNDO, 2014).

Com isso, o perímetro urbano apresenta um intenso processo de verticalização da área central, uma periferia imediata de intensa ocupação unifamiliar e áreas periféricas semi-ocupadas (PASSO FUNDO, 2020b). O centro verticalizado compreende usos comerciais, de serviços, residencial, industriais de pequeno porte e serviços públicos. Já a periferia imediata, com praticamente toda a sua área loteada, caracteriza-se por intensa ocupação horizontal (unifamiliar), comércio e serviços locais e indústrias de pequeno porte. (PASSO FUNDO, 2020b). No entanto, os eventos e reflexos decorrentes da intensificação do uso do solo, em algumas porções centrais da cidade, acarretam problemas de drenagem urbana como o acúmulo de chuva e alagamentos. Estes podem ser verificados, no momento atual, e constatados em matérias jornalísticas, como a publicada no site da Rádio Uirapuru, canal de comunicação conhecido na cidade:

Na última chuva forte desta semana vários pontos de alagamentos se formaram ao longo da Avenida Brasil, que foi toda reformada. Um deles foi próximo do Maitá Palace Hotel, na Petrópolis e outro no cruzamento com a Coronel Chicuta, no centro. Neste último os moradores precisaram tirar a água para fora da entrada das lojas e reclamam que o meio fio ficou baixo e o escoamento da água muito lento nos bueiros (PIROLLI, 2021).

Além disso, Passo Fundo possui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), instituído através da Lei Complementar 170, de 09 de outubro de 2006 (PASSO FUNDO, 2019), o qual é considerado o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana e tem como um dos objetivos o planejamento estratégico do desenvolvimento local e regional.

Nesse cenário, dispõe o art. 5º os objetivos do PDDI, que aborda o planejamento de forma estratégica, que visa à sustentabilidade local e da região (inciso I), a melhoria da qualidade de vida da população (inciso VIII), entre outros (PASSO FUNDO, 2019). Nesse sentido, o planejamento estratégico do município leva em consideração as condições locais, visto que o gerenciamento se dá através de ações e análises sistemáticas do crescimento das cidades, de modo que esse se realize de forma sustentável, ou seja, que não venha a agredir o meio natural.

Além disso, ao analisar o Zoneamento Urbano existente da cidade, pode-se inferir que as taxas de ocupação definidas pelo PDDI têm direta relação com a permeabilidade do solo, visto que o parâmetro utilizado representa a relação percentual entre o espaço construído e a quantidade total de espaço disponível. Tais taxas serão confrontadas mais adiante neste trabalho.

Assim, percebe-se que o município de Passo Fundo já possui instrumentos em busca da sustentabilidade urbana e ambiental, uma vez que, destacam-se a valorização das áreas verdes e espaços abertos de recreação da cidade. Porém, mesmo com tudo isso, os eventos decorrentes da urbanização, como a ocorrência de alagamentos na área central, persistem e interferem no bem-estar da população em geral. Desse modo, serão apresentadas informações relativas a uma possível aplicação de estratégias de drenagem urbana sustentável, dentro do planejamento urbano, na busca por uma melhor permeabilidade de áreas urbanas.

## **METODOLOGIA**

Ainda que se entenda a importância de áreas permeáveis no ambiente urbano consolidado, é importante pensar como poderá ser a aplicação de estratégias que melhorem e qualifiquem estas áreas, pois cada local possui suas especificidades. Segundo Voskamp; Van de Ven (2015), os planejadores urbanos e os interessados locais precisam entender quais são as medidas mais apropriadas para aquele local. Para isso, é importante a realização de ações alinhadas com as políticas públicas, de como a gerar um processo de planejamento urbano participativo, onde deve-se aproveitar as oportunidades que surgem para a inserção das medidas da infraestrutura verde e trama verde azul, e assim, buscar o entendimento do desempenho esperado, nos locais a serem implantadas as medidas.

Assim, para cumprir com o objetivo do artigo, foi realizada uma análise, através do uso do geoprocessamento e de mapas da cidade de Passo Fundo, de passíveis áreas de aplicação do conceito da infraestrutura verde e trama verde azul com a inserção de estratégias de drenagem urbana sustentável que aumentem a permeabilidade do solo.

Quanto aos procedimentos, o tipo de pesquisa se caracteriza como uma pesquisa experimental, que conforme Gil (2010, p.32), consiste em determinar um objeto de estudo – neste caso, a cidade de Passo Fundo – RS –, “selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto” (GIL, 2010, p.32).

Para o geoprocessamento dos dados, foram utilizados os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem uma combinação de informações

georreferenciadas. Essa ferramenta é útil ao ordenamento do território e gestão de recursos naturais ao permitir a análise de uma grande quantidade de dados multidisciplinares relacionáveis entre si, através de um único referencial espacial (MARQUES, 2001).

Em 1969, Ian McHarg publicou em seu livro, *Design with Nature*, a necessidade de planejadores urbanos considerarem abordagens ambientalmente conscientes e a importância de um planejamento sistemático do uso da terra, fornecendo, para isso, um método de avaliação e implementação. O método de McHarg baseou-se em um sistema de sobreposição de mapas, no qual cada sobreposição representava uma categoria diferente de característica natural, como hidrologia, geologia, comunidades (HELLMUND; SMITH, 2006).

Nesse sentido, é possível definir o geoprocessamento como sistemas onde os dados de natureza espacial se encontram estruturados em diferentes camadas (*layer, coverages* ou níveis), que por sobreposição (*overlay*) permitem a elaboração dos modelos de informação geográfica. Cada camada é constituída por uma determinada variável espacial e o tratamento escolhido que se fará sob os dados espaciais, determinará o modelo de representação da informação espacial, pois a manipulação dos dados irá muitas vezes aproximar-se de um dos modelos de representação da realidade (FERREIRA et al., 2004).

Com base nesses critérios, os dados geoprocessados foram analisados. Os dados das áreas verdes são identificados conforme dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo. Em seguida, os dados de hidrografia foram confrontados com os de áreas verdes; posteriormente, foram analisados em conjunto com os dados de uso do solo construído, obtida através de uma análise empírica. A partir de dados coletados, originou-se um mapa de permeabilidade do solo para a cidade de Passo Fundo. Em seguida, foram confrontados com o zoneamento urbano da cidade, disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo e convertido em shape para a confecção dos mapas temáticos que foram utilizados para análise do referido artigo. Todos os mapas temáticos foram desenvolvidos no software QGIS, versão 2.18.

A partir da elaboração desses mapas temático, pode-se verificar como o planejamento urbano interfere na relação dos espaços edificados e impermeáveis com as áreas verdes, naturais e permeáveis.

## **RESULTADOS**

O primeiro mapa temático gerado (Figura 01) refere-se às áreas verdes existentes no município de Passo Fundo – RS. Sabendo-se da importância que essas áreas possuem para uma maior qualidade de vida e bem-estar da população urbana e, que são importantes aliados na busca de um planejamento urbano mais sustentável, ao se adotar esses espaços como auxiliares na implantação de técnicas de drenagem sustentável, este foi o primeiro ponto a ser analisado. A partir desse mapa é possível perceber que as áreas verdes existentes são poucas e mal distribuídas, tornando-se importante identificar alternativas para uma modificação dessa situação.

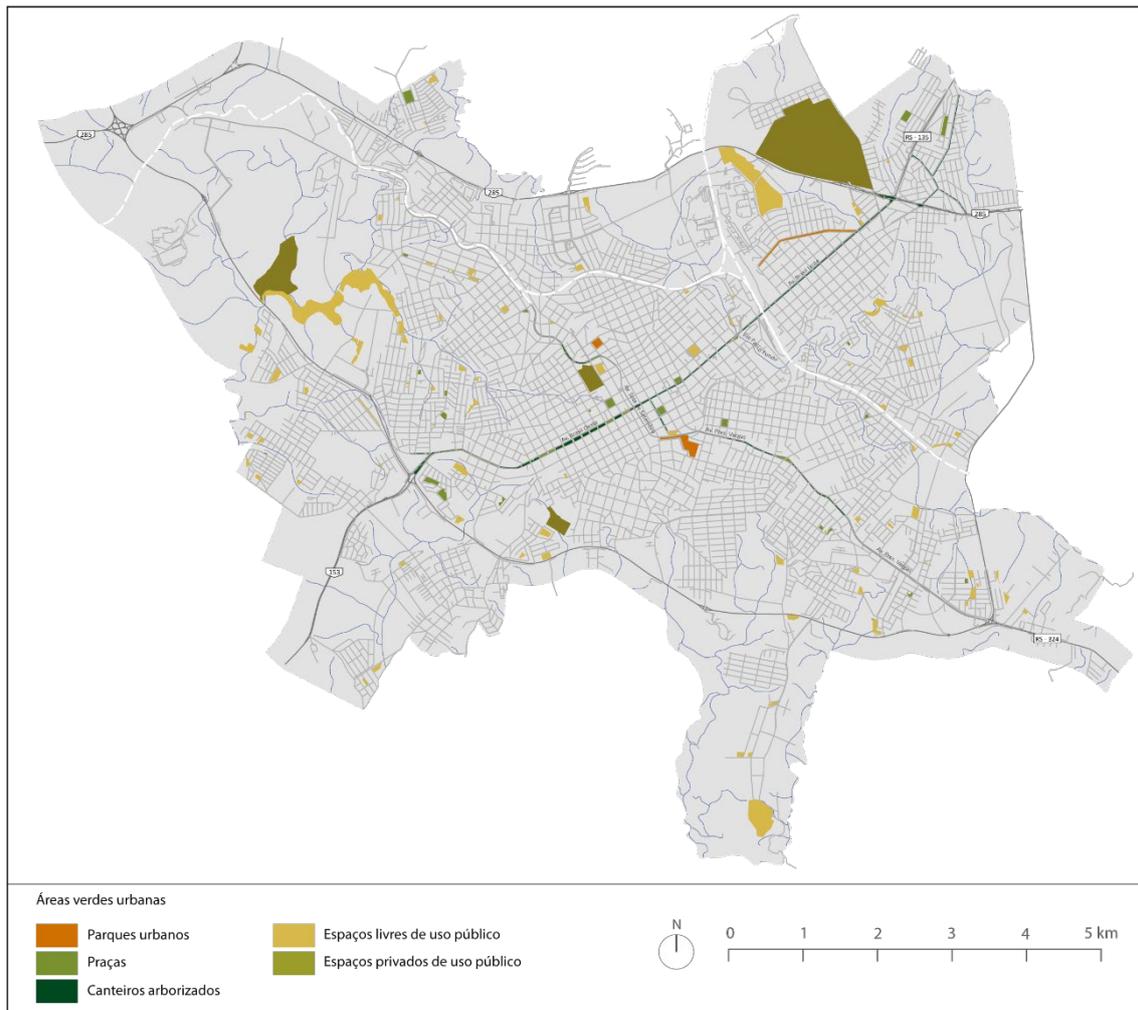


Figura 01 – Mapa temático das áreas verdes urbanas de Passo Fundo - RS  
Fonte: Autores, 2021

O segundo mapa temático gerado (Figura 02) refere-se à hidrografia e às áreas verdes urbanas. Estes são condicionantes fundamentais quando pretende-se adotar as infraestruturas verde e azuis dentro do planejamento urbano. Assim, percebe-se que os corpos hídricos existentes na cidade de Passo Fundo encontram-se, em sua maioria, na periferia do perímetro urbano. Uma grande parte é preservada da ocupação urbana, mantendo suas características originais. Ainda, pode-se destacar que estes não possuem conexões visíveis com as áreas verdes existentes na porção mais central da cidade. Dessa forma, esse mapa consegue inferir que a adoção de técnicas de infraestrutura verde e azul podem ser adaptadas ao espaço urbano sem grandes interferências na situação atual de ocupação do solo.

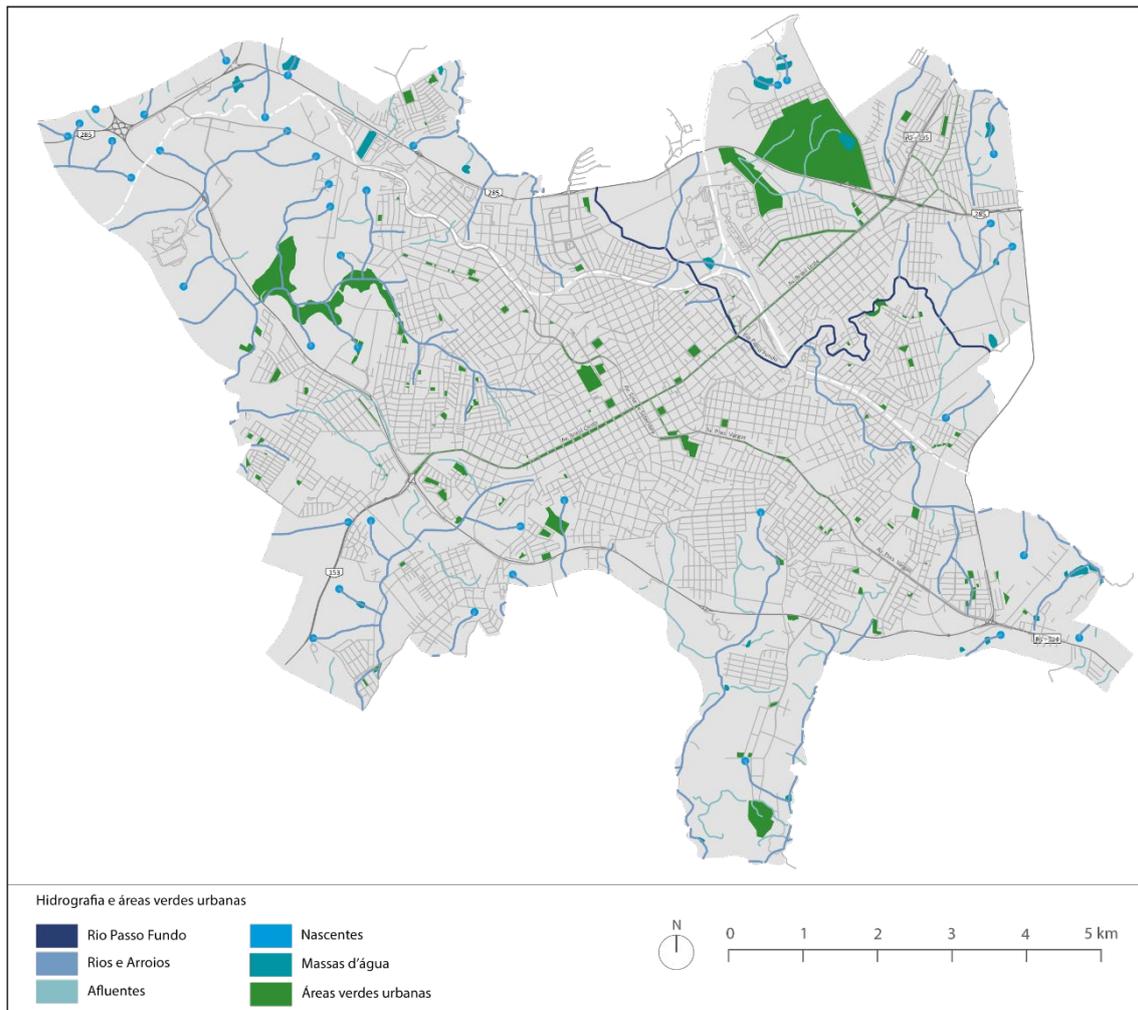


Figura 02 – Mapa temático da hidrografia e áreas verdes urbanas de Passo Fundo - RS  
Fonte: Autores, 2021

O terceiro mapa temático gerado (Figura 03) apresenta as informações relacionadas ao uso do solo, hidrografia e às áreas verdes urbanas. Com a sobreposição das informações referentes ao uso do solo, percebe-se que a porção junto à Avenida Brasil, que se estende de leste a oeste da cidade, possui predominância do uso comercial, bem como na extensão da Avenida Presidente Vargas, na porção sudeste. No restante da cidade, há a predominância do uso residencial e, ainda é possível perceber que, nas porções junto a alguns corpos hídricos, como na porção noroeste, mantém-se o espaço desocupado. Esse mapa foi desenvolvido, principalmente, para entender a relação das diretrizes implementadas pelo macrozoneamento urbano do Plano Diretor, na conformação da cidade e no uso do espaço urbano.

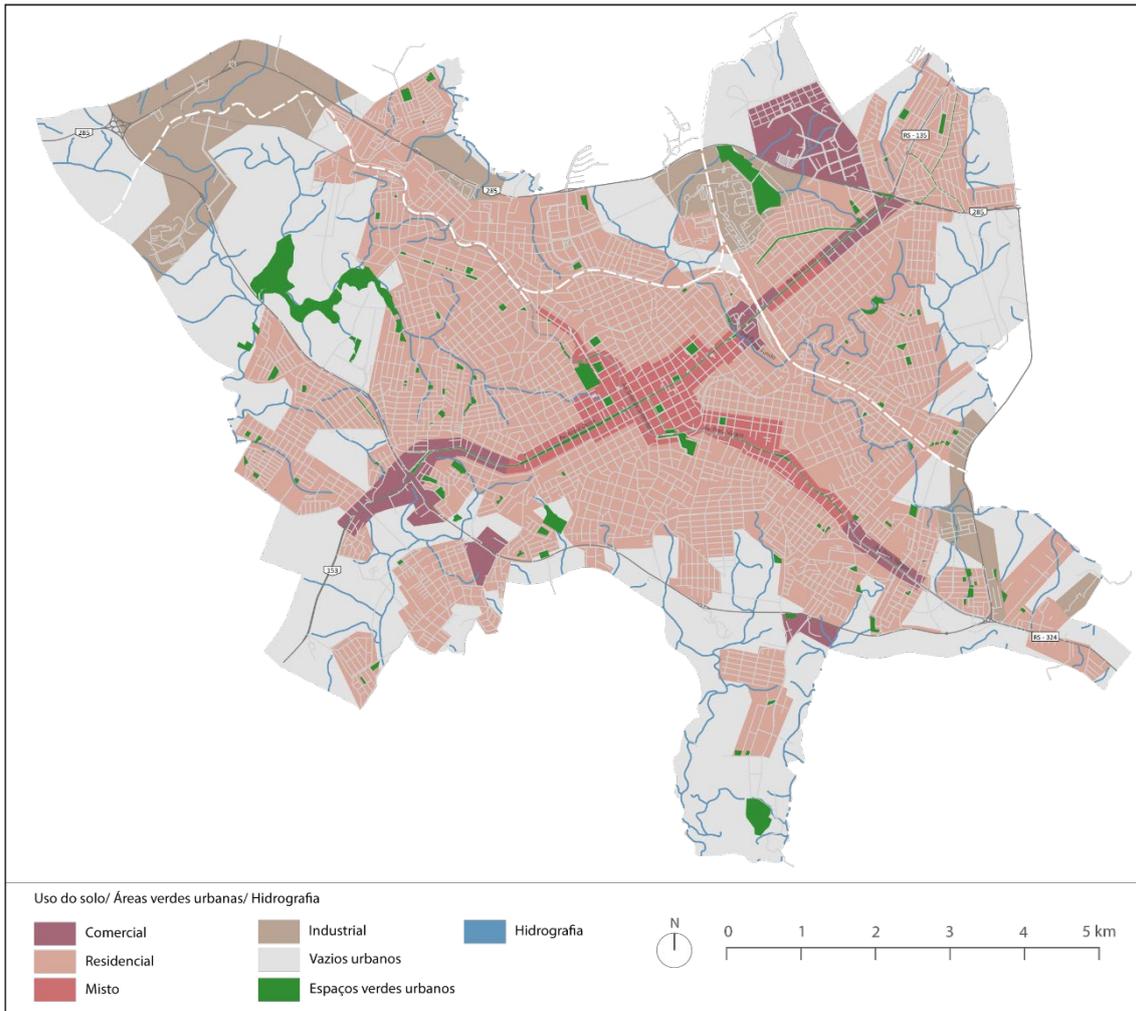


Figura 03 – Mapa temático do uso do solo, hidrografia e áreas verdes urbanas de Passo Fundo - RS

Fonte: Autores, 2021

Além dos mapas apresentados acima, foi elaborado o mapa temático referente à permeabilidade do solo (Figura 04), considerando todas as informações já apresentadas nos mapas anteriores. Assim, percebe-se que a porção com menor taxa de permeabilidade é justamente a que possui o uso do solo mais intensificado, a porção de uso essencialmente comercial e de uso misto. As porções onde há predomínio de uso residencial é mais permeável pois as edificações utilizam uma porção menor do terreno para as construções.

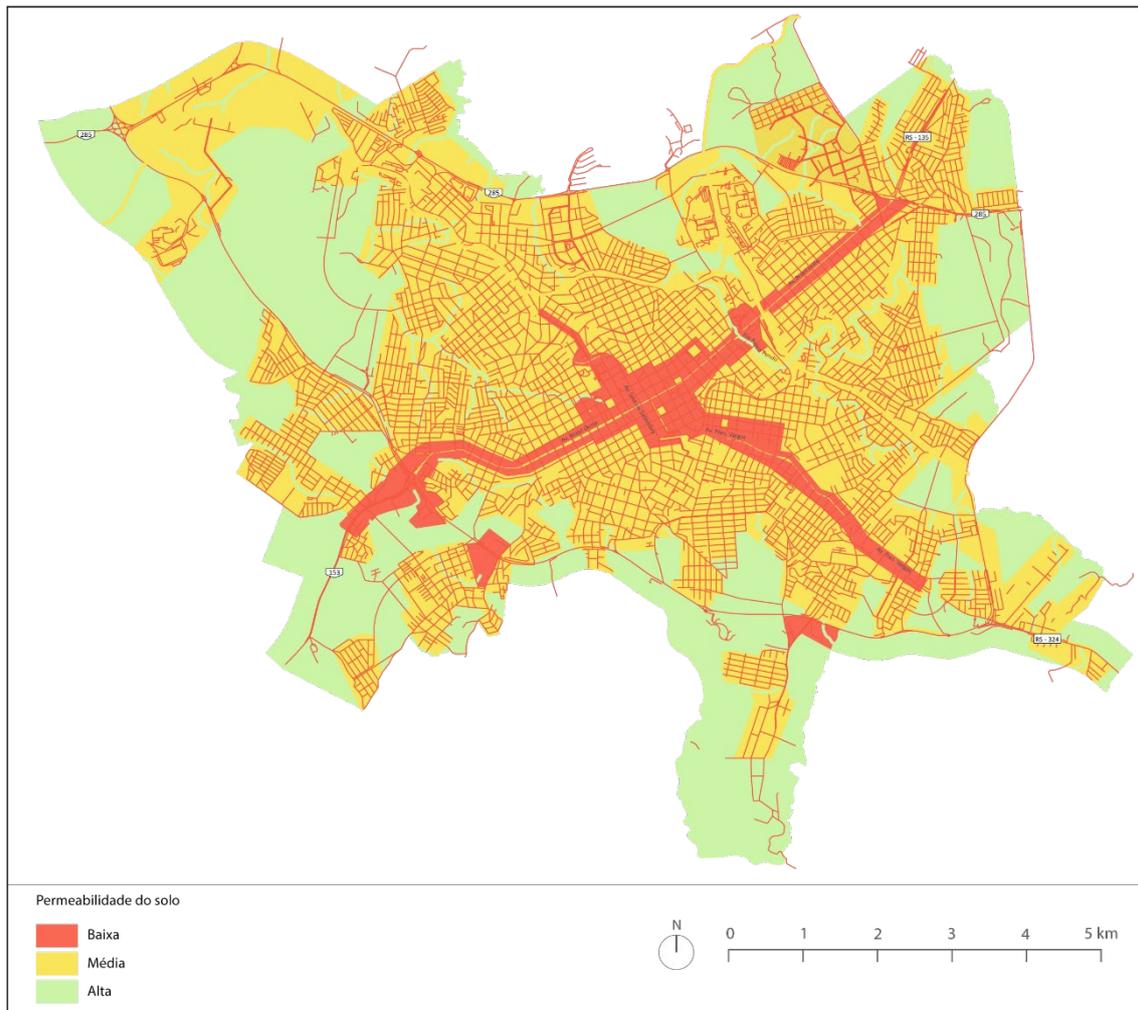


Figura 04 – Mapa temático da permeabilidade do solo de Passo Fundo - RS  
 Fonte: Autores, 2021

O mapa temático apresentado na figura 05 foi elaborado a partir da análise do zoneamento do Plano Diretor atual da cidade de Passo Fundo - RS. Ao perceber que as zonas existentes apresentam diferentes taxas de ocupação (TO), esse mapa temático apresenta apenas as zonas do Plano Diretor que possuem maiores taxas de ocupação, ou seja, 80%, sendo elas as Zonas Intensivas 1 (ZOI 1) e 2 (ZOI 2) e o Eixos Indutores 1 (EI1). Isso porque são nessas porções da cidade que há a tendência de uma menor taxa de permeabilidade do solo.

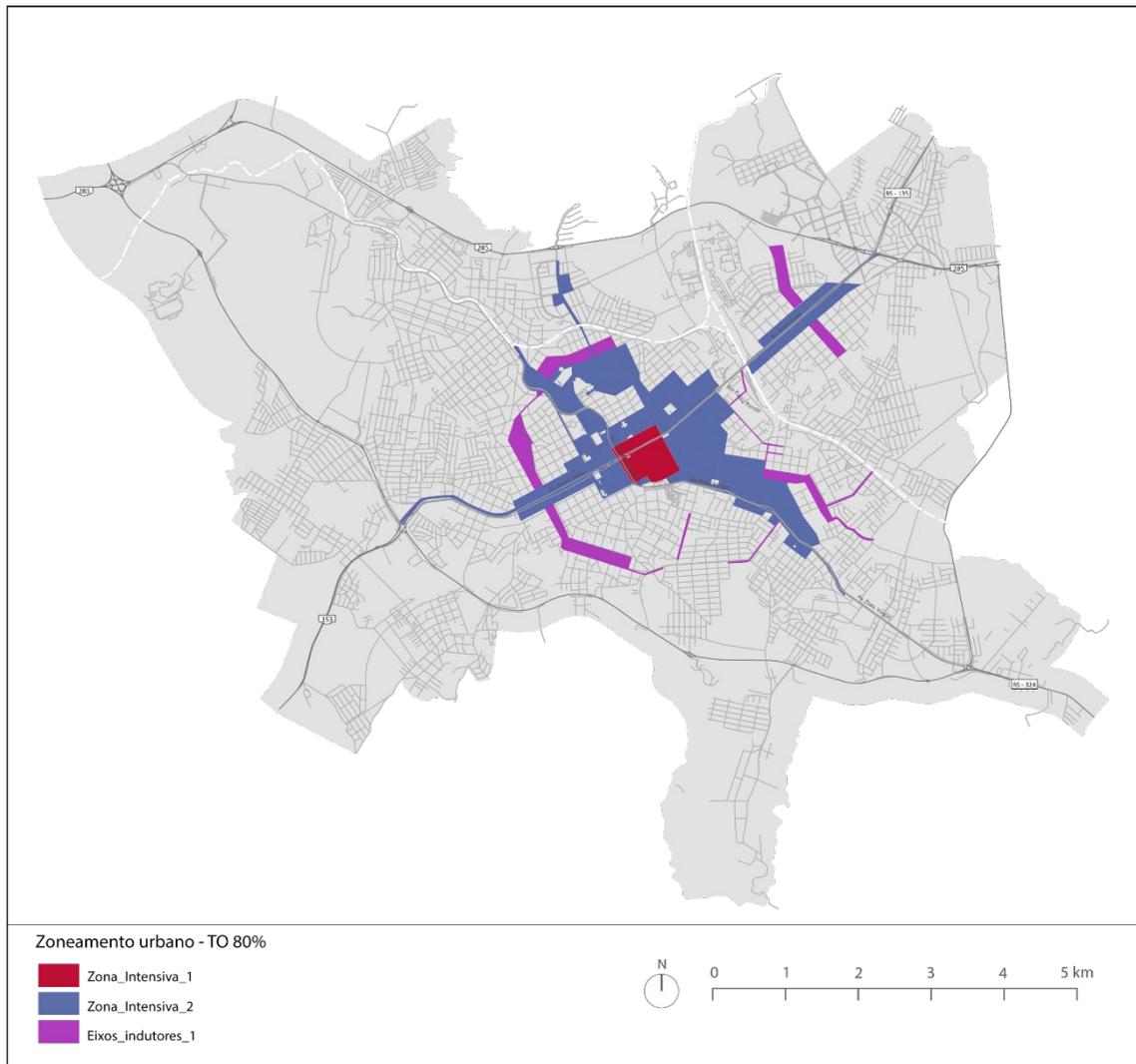


Figura 05 – Mapa temático do zoneamento urbano, com TO= 80%, de Passo Fundo - RS  
 Fonte: Autores, 2021

Ao sobrepor os mapas temáticos de permeabilidade do solo e do zoneamento urbano com TO=80%, gerou-se o mapa temático apresentado na figura 06. A partir desse mapa, observa-se que as áreas consideradas com menor permeabilidade estão próximas, justamente, das zonas que possuem maior taxa de ocupação, ou seja, que tem maior percentual de área construída no terreno. Sendo assim, constata-se que há uma preocupação grande em intensificar o uso do solo em algumas porções centrais da cidade, porém os impactos dessa ocupação não são mensurados atualmente, nem são definidas contrapartidas para essa ocupação intensiva.

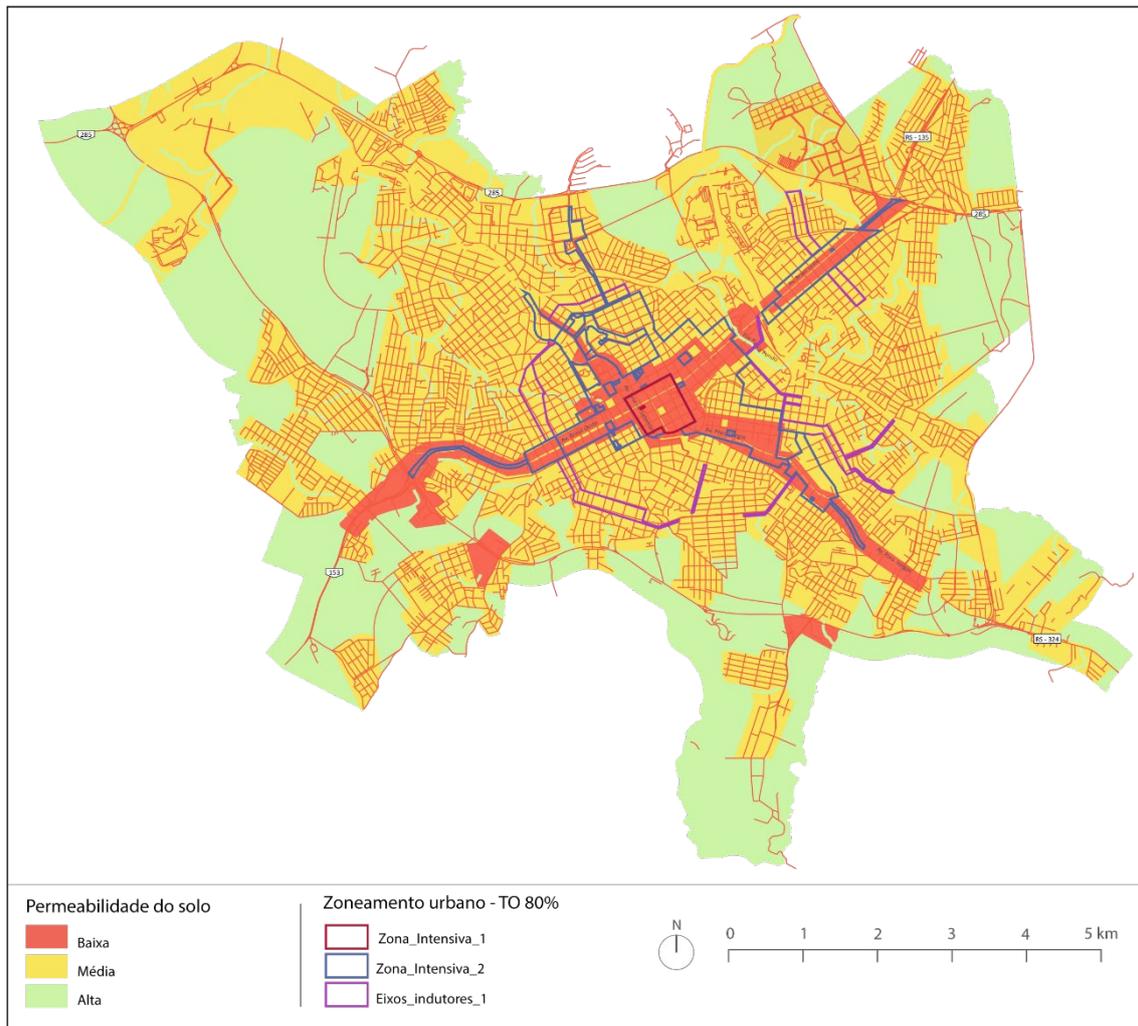


Figura 06 – Mapa de sobreposição da permeabilidade do solo com áreas do zoneamento urbano, com TO = 80%, de Passo Fundo - RS  
Fonte: Autores, 2021

A partir da análise realizada através dos diferentes mapas temáticos, percebe-se que as questões relacionadas a porcentagem de áreas edificadas interferem diretamente na permeabilidade do solo. Nesse caso, sua maior proporção foi detectada na região central da cidade de Passo Fundo, principalmente nas avenidas Brasil e Presidente Vargas, áreas que coincidem com os frequentes pontos de alagamentos da cidade.

Sabe-se que o planejamento urbano interfere diretamente nas relações de permeabilidade do solo, distribuição das áreas verdes, densificação de regiões específicas. E, quanto às questões apresentadas na análise proposta, pode-se afirmar que o Plano Diretor vigente da cidade de Passo Fundo – RS não se aprofunda nem aplica em seu zoneamento alternativas para uma ocupação e uso do solo mais homogênea.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendendo a importância das áreas verdes no ambiente urbano, tanto para a qualidade de vida da população, quanto para a busca de técnicas de drenagem mais sustentável, pode-se concluir que o planejamento urbano

atualmente sugerido para a cidade de Passo Fundo apenas intensifica a situação já existente, de falta de áreas verdes e alta impermeabilidade do solo.

Na busca de um planejamento urbano mais sustentável, com infraestruturas verde e azuis, a sugestão seria de adotar, dentro do Plano Diretor e Código de Edificações da cidade, a implantação de técnicas de drenagem sustentável em todas as novas obras e nas reformas, situadas nas zonas com maior taxa de ocupação, como é o caso das Zonas com TO=80%, Zonas de Ocupação Intensiva 1 e 2 e Eixos Indutores 1.

Dessa forma, será possível, ainda, intensificar o uso dessa área, aliando a isso técnicas que propiciem a permeabilidade do solo, eliminada quando da construção e ocupação do solo urbano.

## **REFERÊNCIAS**

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. DO A.; BEZERRA, G. DAS N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

AHERN, J. Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. In: **Cities of the Future – Towards Integrated Sustainable Water Landscape Mangement**, (orgs.) Novotny, V. e Brown, P. IWA Publishing, London, 2007. pp. 267-283.

ALENCAR, A. K. B. DE. **Urbanismo sensível às águas: O paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

ANDRADE, L. M. S. DE. O conceito de Cidades-Jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis. **Arquitextos**, nov. 2003.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2005.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington DC: Island Press, 2006. v. 1

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Brasília, 1965.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Brasília, 1979.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, 1981.

\_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_. 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.** Brasília, 2012.

CHOAY, F. **O urbanismo: utopias e realidades, uma antologia.** 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPÇÃO, R. DOS S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe3, dez. 2019.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R.M. (2008). **Infra-Estrutura Verde: uma Estratégia Paisagística para a Água Urbana.** Paisagem e Ambiente, n. 25, p. 127-142.

EUCLYDES, A. C. P. **A hipótese otimista : Dialética e utopia das áreas verdes, das áreas protegidas e da trama verde e azul.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

FARIA, T. DE J. P. Os projetos e obras do engenheiro Saturnino de Brito e mudança na paisagem urbana. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 19, p. 115–122, 2015.

FERREIRA, J. C.; ROCHA, J.; TENEDÓRIO, J. A.; SOUSA, P. M. Ensaio de Delimitação de Corredores Verdes na Área Metropolitana de Lisboa: Integração de dados fuzzy através da análise multi-critério. In: ENCONTRO DE UTILIZADORES DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 8., Oeiras, 2004. **Anais...** Oeiras, Portugal: ESIG, 2004. p. 0-16.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12:7, p. 525–542, 2015.

GEDDES, P. **Cidades Em Evolução.** Campinas, SP: Papyrus, 1994.

FRANCO, M. A. R. Infraestrutura verde em São Paulo: o caso do Corredor Verde Ibirapuera- Villa Lobos. **Revista LABVERDE**, São Paulo, n. 1, p. 91-115, 2010.

FORMAN, R. T. T. **Urban regions: ecology and planning beyond the city.** Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HELLMUND, P. C.; SMITH, D. S. **Designing greenways : sustainable landscapes for nature and people**. Washington DC: Island Press, 2006.

HERZOG, C. P. **Cidades Para Todos: (re)aprendendo a conviver com a Natureza**. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LABVERDE (1)**, p. 92–115, 2010.

IGNATIEVA, M; MEURK, C.; VAN ROON, M.; SIMCOCK, R.; STEWART, G (2008). **How top ut nature into our neighborhoods**. Vol.35 Manaaki Whenua Press, Lancare Research New Zeland Ltd, Lincoln.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 1 n. 1, p. 125-139, jan/jun. 2005.

MARTIN, C.; RUPERD, Y.; LEGRET, M. "**Urban stormwater drainage management: The development of a multicriteria decision aid approach for best management practices,**" *European Journal of Operational Research*, Elsevier, vol. 181(1), pages 338-349, August. 2007.

MARTINS, J. R. S. et al. **A introdução da Trama Verde-Azul na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <[www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=14202](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=14202)>.

MARQUES, L. **Sistemas de Informação Geográfica e identificação de corredores verdes - Aplicação na área periurbana de Montijo - Pinhal Novo**. Trabalho de final de licenciatura, Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Nova de Lisboa. Portugal, 2001.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2005

MELO, T. DA S. et al. Combining ecological knowledge with Brazilian urban zoning planning. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020.

MIXTE, S. Comment intégrer la Trame Verte et Bleue dans les documents d'urbanisme et les opérations d'aménagement ? p. 48, 2014.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2ª ed. Curitiba: O Autor, 2008. Disponível em: <[http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/qldade\\_amb\\_aden\\_urbano.pdf](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/qldade_amb_aden_urbano.pdf)> Acesso em: 10 nov 2021.

OLIVEIRA, A. M. **A Trama Verde e Azul: transitando entre a abstração e a experiência urbana**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 19 jun. 2019.

PLANO METROPOLITANO - MACROZONEAMENTO RMBH. **Contribuições internacionais marcam desenvolvimento do Projeto Macrozoneamento.**

Disponível em: <<http://www.rmbh.org.br/mzrmbh/pt-br/content/contribui-es-internacionais-marcam-desenvolvimento-do-projeto-macrozoneamento.htm>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

PELLEGRINO, P. Pode-se planejar a paisagem? **Revista Paisagem e Ambiente**, n. 13, p.159 – 179, 2000.

PIROLI, M. (2021). Principal fator para alagamentos em Passo Fundo é o acúmulo de lixo, aponta secretário. *Rádio Uirapuru* [S. l.], p. 1-1, 8 jan. 2021. Disponível em: <https://rduirapuru.com.br/cidade/principal-fator-para-alagamentos-em-passo-fundo-e-o-acumulo-de-lixo-aponta-secretario/>. Acesso em 10 nov. 2021.

RIBEIRO, M. E. J. **Infraestrutura verde**: uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares. Por um planejamento urbano ecológico para Goiânia. 2010. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/T.16.2010.tde-31052010-150556. Acesso em: 2021-11-10

SALGUEIRO, H. A. **Cidades capitais do século XIX : racionalidade, cosmopolitismo e transferência de modelos**. São Paulo: Edusp, 2001.  
SILVEIRA, A. L. L. DA. TRAMA VERDE-AZUL E DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL. In: **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. p. 70–91.

SILVA, G. J. A. DA.; ROMERO, M. A B. 2011. **O urbanismo sustentável no Brasil a revisão de conceitos urbanos para o século XXI (parte 01)**. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.128/3724>. Acesso em: 19 nov. 2021

SILVEIRA, A. L. L. da. TRAMA VERDE-AZUL E DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL. In: **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. p. 70–91. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul – UFRGS.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e a Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Edusp / ABRH, 1997, 35-51p

SOTTO, D. et al. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos Avançados**, v. 33, n. 97, dez. 2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 9–18, 2012.

TASSINARI, L. C. S. **Dimensionamento de sistema de drenagem pluvial utilizando métodos de baixo impacto**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

VOSKAMP, I. M.; VAN DE VEN, F. H. M. Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. **Building and Environment**, v. 83, p. 159–167, 2015.

ZMITROWICZ, W.; ANGELIS NETO, G. de. **Infra-estrutura urbana**. [S.l.: s.n.], 1997. APA. Zmitrowicz, W., & Angelis Neto, G. de. (1997).