

CAPÍTULO 8

GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM LOTEAMENTOS SUSTENTÁVEIS SOB A ÓTICA DO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

DOI: [http:// dx.doi.org/10.18616/plansus08](http://dx.doi.org/10.18616/plansus08)

Samuel João da Silveira

Fernanda Simoni Schuch

Markus Hasenack

Cesar Rogério Cabral

Francisco Henrique de Oliveira

VOLTAR AO SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se cada vez mais o efeito devastador das consequências da impermeabilização do solo ao redor do mundo, em especial no que diz respeito ao escoamento superficial da água e à ocorrência de inundações. Isso pode ser constatado no estudo apresentado por Perry (2000), no qual relata as trinta e duas mais significativas inundações ocorridas nos Estados Unidos da América (EUA) ao longo do século XX. Nesse estudo, subdividiu-se esse período de observação em intervalos de 10 anos e verificou-se as frequências das ocorrências em cada período. Ao final, pôde-se concluir que elas vêm aumentando significativamente ao longo dos anos. Essa característica, no entanto, não é exclusiva dos EUA, comportamento similar pôde ser observado em outros países, no Brasil e, em especial, no Estado de Santa Catarina (TOMINAGA, 2009). Os resultados apresentados na pesquisa de Herrmann (2006) comprovam que a frequência anual de inundações bruscas – normalmente conhecidas como enxurradas (GAUME; LIVET; DESBORDES; VILLENEUVE, 2004) – ocorridas entre os anos de 1980 e 2003 no Estado de Santa Catarina (Brasil) vêm aumentando.

Outras bibliografias científicas, como a Global Facility For Disaster Reduction and Recovery (GFDRR) (2010), reforçam o frequente aumento nas ocorrências de inundações. Pesquisas como as apresentadas por Livingston e Mccarron (1992); US-EPA (1993); Bigarella, Becker e Santos (1994); Arnold Junior e Gibbons (1996); Center for Watershed Protection (2000); Whitford, Handley e Ennos (2001); Hora e Gomes (2009); Tucci (2008); Prokop, Jobstmann e Schönbauer (2011); Travassos (2012), entre outros, enfatizam que o motivo principal desse aumento de inundações está na reação do meio ambiente aos efeitos da ação antrópica. Destaque deve ser dado às alterações dos cursos de drenagem natural provocadas pelos processos de urbanização das cidades, os quais podem causar diversos impactos ou alterações no comportamento hidrológico, sendo os principais responsáveis por esses efeitos:

- a) Impermeabilização dos solos;
- b) Artificialização dos cursos de água;
- c) Construção de obstáculos ao escoamento;
- d) Ocupação da várzea;
- e) Ineficiente planejamento territorial na ocupação urbana, em que não se concatenam os dados pertinentes à parcela territorial/lote com a área construída.

Dentre esses efeitos, aqui se aborda o estudo do impacto da impermeabilização dos solos, com foco na ocupação urbana e gestão dos recursos hídricos. Isso ocorre sob a ótica do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), por meio da análise de dados (gráficos e alfanuméricos), levando-se em consideração que, segundo Borba e Silva (2012), o uso de novas tecnologias, como geoprocessamento e *Geographic Information System* (GIS), pelos governantes auxilia na obtenção de informações mais precisas e rápidas e, conseqüentemente, no processo positivo de desenvolvimento sustentável da região, com visão de futuro.

A gestão dos recursos hídricos é um processo complexo que envolve vários atores, o que, por um lado, dificulta o seu planejamento e gerenciamento (CARVALHO; CURI, 2016). Sendo assim, vislumbra-se a necessidade de um método que auxilie os departamentos municipais responsáveis a gerenciar as áreas urbanas impermeabilizadas, uma vez que elas irão contribuir para o aumento do escoamento superficial da água pluvial, aumentando o risco de inundações. Controlar a quantidade e a localização das áreas impermeabilizadas em loteamentos é, portanto, de grande importância para a gestão territorial municipal, o que vai ao encontro de Miranda (2009) quando afirma ser necessária a produção de um sistema de informações mais adequado, ajustado às tendências e visando à integração e à eficácia dos instrumentos de planejamento e gestão urbano-metropolitanos. É nesse ponto que entra o CTM.

Sob essa perspectiva, a pesquisa desenvolvida e apresentada neste capítulo tem como objetivo propor a aplicação dos princípios CTM como base

para a gestão das águas pluviais em loteamentos sustentáveis. Para tanto, faz-se necessário apresentar uma revisão de literatura sobre o impacto da impermeabilização dos solos no meio ambiente (observando o ciclo hidrológico), abordando-se o conceito de Loteamento Sustentável (LS), em sintonia com o comportamento do ciclo hidrológico local e, no fim, discorre-se sobre a utilização do CTM como ferramenta de gestão de Águas Pluviais. Para um melhor entendimento do que está proposto, utilizou-se um loteamento localizado no município de São José, SC, como área de estudos.

IMPERMEABILIZAÇÃO DOS SOLOS EM ÁREAS URBANAS

Em áreas urbanizadas, observa-se claramente a ocorrência acumulativa de áreas impermeabilizadas no solo, seja na pavimentação das ruas, seja na construção de calçadas e residências (CENTER FOR WATERSHED PROTECTION, 2000). Seu efeito é visível e ocorre naturalmente após o processo de urbanização, tornando necessário, portanto, que áreas verdes, de percolação e retenção das águas superficiais sejam planejadas adequadamente, visando minimizar a tendência ao incremento das inundações, o que é uma premissa de um Loteamento Sustentável (LS) quanto ao ciclo hidrológico, em especial na sua fase terrestre.

Segundo pesquisa realizada por D'Almeida Junior e Manzoli Junior (2004), em um loteamento com 168.080,74 m² de área, no município de São Paulo (Brasil), o percentual de impermeabilização em um intervalo de aproximadamente três anos de implantação chegou a 58,61% da área. Esse número tende a aumentar com a consolidação do loteamento, a partir da implantação de áreas de lazer e áreas institucionais, bem como da construção de edificações de uso comercial e residencial ainda por iniciar.

Os resultados apresentados por Alvarez, Silva Filho, Couto e Polizel (2010) vão ao encontro da pesquisa supracitada e relatam o efeito da urbanização para o bairro Santa Cecília, localizado na zona leste do Município de Piracicaba, em São Paulo. Esses autores apresentaram dados do tipo de cobertura de solo para os anos de 2001 e 2003. Foi possível observar que nesse

intervalo de tempo a área de solo impermeável passou de 42,87% para 59,33%. O efeito não foi maior porque na área considerada há um rio que limita uma área de preservação permanente.

Uma vez que um loteamento possui grandes áreas de solo impermeável em função do desenvolvimento da urbanização, uma das consequências direta é o aumento da vazão de escoamento de água pluvial (LEOPOLD, 1968; LIVINGSTON; MCCARRON, 1992). Leopold (1968) analisou o efeito da urbanização sobre a vazão média de inundação em uma área de uma milha quadrada, tendo como base o aumento da percentagem de área impermeável e de condutos pluviais. A partir da caracterização desse cenário, obteve-se como resultado que o aumento da vazão máxima de uma bacia urbanizada pode chegar a até seis vezes a vazão máxima para uma mesma área antes da urbanização.

A consequência da urbanização também foi analisada por Yoshimoto e Suetsugi (1990), os quais divulgaram os resultados da variação do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica em função de um aumento da área de solo impermeável do solo como consequência de um processo de urbanização em uma bacia hidrográfica nas proximidades de Tóquio (Japão) ao longo dos anos de desenvolvimento. Um dos resultados dessa pesquisa foi a constatação de que, com o passar dos anos, a proporção de área urbanizada aumentou significativamente, passando-se de 10%, em 1958, e chegando-se a 75%, em 1985. Consequentemente, a área de solo impermeabilizada também teve o seu aumento nas mesmas proporções e, portanto, teve-se uma redução do tempo de concentração da bacia hidrográfica, o que contribuiu diretamente para o aumento das inundações (LEOPOLD, 1968).

Com o desenvolvimento da urbanização, além das vazões das cheias serem maiores, o tempo para que ocorresse a vazão máxima se reduziu ao longo dos anos. Sendo assim, o escoamento hoje se processa em grande velocidade, ocasionando dificuldades no lançamento das águas e, consequentemente, provocando continuamente processos de erosões e inundações (SAUER, 2007).

Por fim, o constante aumento das áreas impermeabilizadas traz consigo graves consequências para a sociedade. Já se provou que as alterações provocadas pela ação antrópica no meio ambiente alteram o ciclo hidrológico e trazem problemas para o desenvolvimento social, econômico e ambiental de toda a área afetada. Inundações e erosões podem desencadear problemas de saúde pelo contato com a água e o solo contaminados, perda de vidas humanas, danos materiais, desvalorização de imóveis e outros tantos, como pode ser verificado nos noticiários veiculados na mídia brasileira e mundial.

LOTEAMENTO SUSTENTÁVEL

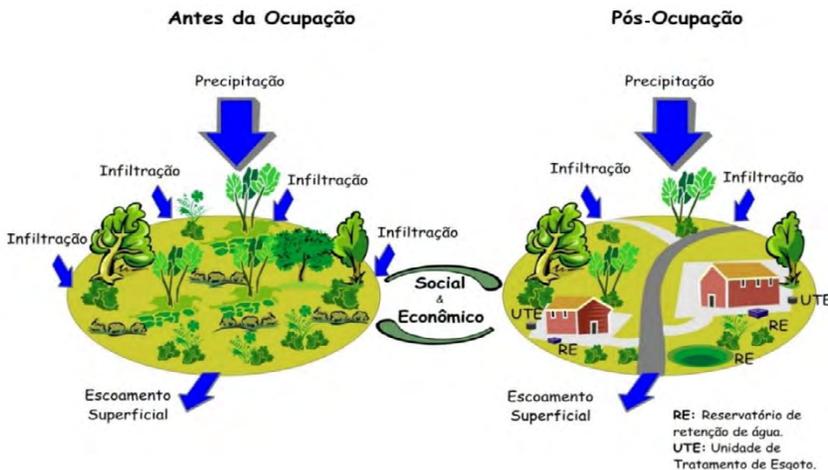
Conforme a Comissão Europeia (1996), para que ocorra um desenvolvimento sustentável nas zonas urbanas, é necessário o desenvolvimento dos setores ambientais, sociais e econômicos. Dessa forma, pode-se concluir que um loteamento se caracteriza como sustentável quando atende às necessidades do desenvolvimento sustentável. Ou seja, é necessário atender aos três setores principais que o norteiam, de modo que seja possível um crescimento econômico, porém sem afetar o meio ambiente e garantindo ganhos sociais.

Sendo assim, necessita-se definir o conceito de loteamento sustentável, uma vez que ele é parte constituinte do planejamento do crescimento urbano de uma cidade, primando por prever, em seu projeto, mecanismos ou obras que propiciam o desenvolvimento sustentável. Adota-se aqui, então, a definição de loteamento sustentável de acordo com a apresentada por Silveira e Oliveira (2014, p. 04014003), conforme segue:

[...] é aquele projetado não somente para visar lucro ao empreendedor, mas que principalmente atende ao interesse social, oferecendo uma área segura para construção de edificações, preservando o meio ambiente e tratando os seus resíduos, bem como não interferindo no fluxo natural da água. Pode-se também definir o loteamento sustentável como “todo loteamento que, após definido o seu perímetro e analisada a dinâmica interna, pré e pós ação antrópica, o gradiente de energia continua inalterado”.

Considerando-se a água como uma fonte de energia, esta definição pode ser expressa, em outras palavras, da seguinte forma: analisando-se a base ambiental, mais especificamente o ciclo hidrológico, a quantidade de água que entra e sai da área do LS permanece inalterada quando comparada com a pré-ocupação, ou seja, não se aumenta o escoamento superficial transportando-se a água para fora do seu perímetro. A diferença causada pelo aumento do escoamento superficial, provocado pela impermeabilização de áreas com a ocupação, fica retida dentro do perímetro do loteamento com o auxílio de retentores, valas de infiltração, entre outros. A Figura 1 ilustra essa definição.

Figura 1 - Loteamento sustentável antes e pós-ocupação



Fonte: Silveira e Oliveira (2014, p. 04014003).

Conforme se pode observar na Figura 1, a quantificação do escoamento superficial antes e depois da ocupação permanece inalterada. Esse comportamento pode ser observado pela manutenção da mesma dimensão das setas que representam o equilíbrio. Os meios sugeridos para manter o equilíbrio entre a precipitação e o escoamento superficial pós-ocupação são: construção de reservatórios que retenham parte da água da soma de uma ou mais parcelas

contribuintes; uso de valas ou poços de infiltração ou qualquer dispositivo que diminua o escoamento superficial. Além disso, o loteamento sustentável também deve contar com dispositivo próprio para compensar as áreas impermeabilizadas com a construção das ruas e calçadas. Essas sugestões têm como base as recomendações apresentadas pela Comissão Europeia (1996), United States Environmental Protection Agency (1999), Fontes e Barbassa (2003), Tucci (2005), Urban Drainage and Flood Control District (2010), entre outros, as quais vêm sendo usadas em diversas cidades, como Porto Alegre (Rio Grande do Sul, Brasil) e Denver (Colorado, EUA).

Juntamente com esse sistema de retenção de água, é importante que se tenha um controle na forma de quantificação das áreas impermeabilizadas de cada unidade territorial (parcelas), visando-se determinar a contribuição de água pluvial.

Percebe-se, então, que o LS busca atender ao tripé econômico da sustentabilidade, mas ela necessita também ser atrativa aos investidores. Para tanto, Silveira (2013, p. 220), defende que na Lei de criação dos LS constem os seguintes benefícios aos empreendedores e proprietários de lotes:

Art. 17 - Isenção de 75% do Imposto Sobre Serviços (ISS) sobre os valores normalmente cobrados para esse fim.
Art. 18 - Isenção de 75% da Taxa de Fiscalização sobre os valores normalmente cobrados para esse fim.
Art. 19 - Isenção de 75% da Taxa de Emissão do Habite-se sobre os valores normalmente cobrados para esse fim.
Art. 20 - Isenção de 75% do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) sobre os valores lançados em condições normais a este título, pelo período de 10 anos consecutivos.
Art. 21 - Isenção de 75% do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) sobre os valores lançados em condições normais a este título.

Dessa forma, os empreendedores e proprietários de lotes em LS teriam subsídios nos impostos e nas taxas como uma forma de compensar os custos financeiros devido às construções dos sistemas de controle de água plu-

vial. Já a sociedade como um todo teria o benefício da redução dos impactos provocados com a implantação do LS tanto dentro da bacia hidrográfica onde o loteamento está inserido quanto na bacia a jusante.

CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO – CTM

Conhecer o território é primordial para que seja realizada a sua gestão com eficiência. Por isso, entende-se que o CTM deve ser a base para gerir o território e, conseqüentemente, todos os planos que o compõem, como a gestão das águas pluviais dentro de um plano de gestão ambiental.

Define-se, então, o Cadastro pela Federação Internacional de Geômetras (1995, p. 1) como sendo:

[...] um sistema de informação baseado na parcela territorial, que contém um registro de direitos, obrigações e interesses sobre a terra. Normalmente, inclui sua descrição geométrica, unida a outros arquivos que descrevem a natureza dos interesses de propriedade ou domínio e, geralmente, o valor e as construções que existem sobre a parcela territorial. O cadastro pode ser estabelecido com propósitos fiscais (por exemplo, a avaliação e a imposição de contribuições justas), com propósitos legais, ou como apoio à gestão e ao uso da terra (para planejar o território), facilitando o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente.

Em outras palavras, pode-se dizer que o CTM é uma base cartográfica e alfanumérica, que descreve sistematicamente tanto a área urbana quanto a rural, essencialmente por meio da representação das parcelas territoriais e suas edificações, estabelecendo univocamente o vínculo de cada menor unidade do cadastro com o registro de imóveis, assegurado o seu regime jurídico (Saboya, 2010).

Reforça-se o conceito de que para o CTM a parcela territorial é considerada a menor unidade cadastral. Dessa forma, no território, as parcelas se

apresentam contínuas e contíguas, de forma que não se sobreponham umas às outras nem deixem vazios entre elas. Portanto, é importante reforçar a ideia de que na condição de contiguidade territorial, mesmo os arruamentos, as praças, os lagos e rios, entre outros, são considerados parcelas territoriais. Sob essa condição, as parcelas são identificadas por meio de um código/identificador unívoco e exclusivo, que traz consigo a facilidade de vinculação da parcela ao cartório de registro de imóveis (Oliveira, 2010). No caso de um único imóvel no loteamento sustentável, ele poderá ser composto por uma ou mais parcelas, que irá/irão descrevê-lo por completo; portanto, um imóvel poderá ser modelado por um conjunto de parcelas (Philips, 2010).

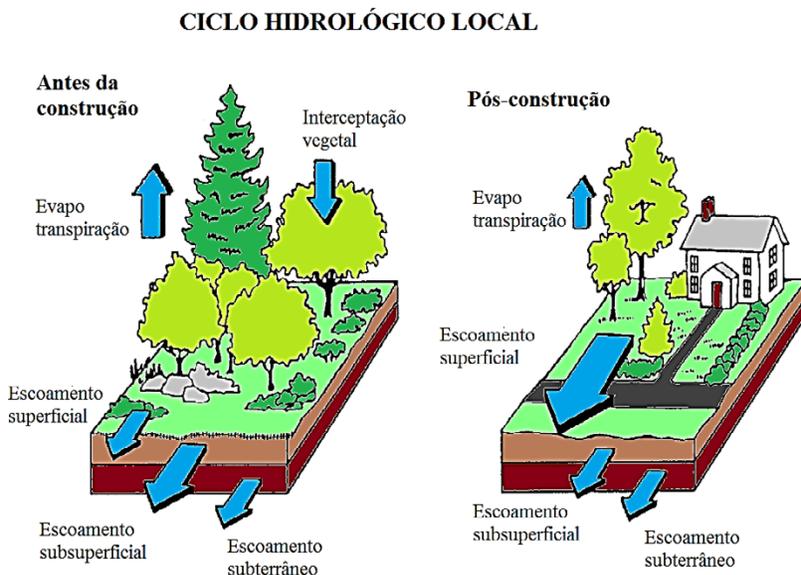
No cadastro, a integração entre as informações gráficas (cartográficas) e as alfanuméricas (uso do solo, proprietário, número de pavimentos, etc.) é geralmente realizada pelos SIG's (Sistemas de Informações Geográficas). Segundo Galati (2006), um dado geométrico representado por vetores (pontos, linhas ou áreas) é indexado por um vínculo aos seus respectivos atributos, sendo possível um dado espacial ter vários atributos armazenados na forma de tabela. No caso do CTM, esses dados espaciais são representados pelas parcelas, e seus atributos são armazenados em tabelas, sendo que cada parcela possui uma linha com tantas colunas quantas forem necessárias para armazenar as informações descritivas desejadas. Desse modo, a planilha de dados literais tem tantas linhas quantas parcelas tenha o CTM e tantas colunas quanto determine o nível de detalhamento desejado ao cadastro (Oliveira, 2010).

GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A gestão das águas pluviais tem por objetivo gerir e minimizar os impactos causados pela impermeabilização do solo decorrente das ações antrópicas. Antes de discorrermos sobre a gestão de águas pluviais, verificaremos como elas surgem. O ciclo hidrológico da água consiste basicamente no intercâmbio da água entre reservatórios oceânicos, rios, lagos, águas subterrâneas, entre outros, que é movimentado pela energia solar (HIRATA; SUHOGUSOFF, 2003). Durante a implantação de um loteamento, o ciclo hidrológico local so-

fre significativas alterações (TUCCI, 2002). A Figura 2 ilustra esquematicamente o ciclo hidrológico local antes e depois da intervenção humana para a construção de moradias.

Figura 2 - Impactos no ciclo da água após a construção em áreas urbanas



Fonte: Adaptado de Schueler (1997 *apud* CENTER FOR WATERSHED PROTECTION, 2000).

Por meio da Figura 2, pode ser observado que para a construção de uma residência, de ruas e de estacionamentos, a condição natural da floresta sofre grandes alterações, e que, como consequência, a hidrologia do sistema é significativamente alterada. A água, a qual anteriormente era empoçada no chão da floresta, infiltrada no solo e convertida para as águas subterrâneas, utilizada pelas plantas e evaporada ou transpirada para a atmosfera, passa a compor o escoamento superficial. Ou seja, a ação antrópica provoca uma alteração drástica no ciclo hidrológico local, ocasionando queda no escoamento subsuperficial/subterrâneo e um aumento do escoamento superficial ou de água

pluvial (LIVINGSTON; MCCARRON, 1992; ARNOLD JUNIOR; GIBBONS, 1996; HARVEY; MORRIS, 2004; WEBER; STURM; WARNER, 2004; TUCCI, 2005; AMENU, 2011; PROKOP; JOBSTMANN; SCHÖNBAUER, 2011).

Dessa forma, medidas devem ser tomadas para que se chegue a uma minimização do aumento da água pluvial em função da ocupação antrópica, tais como a adoção de revestimentos diferenciados para as áreas pavimentadas que permitam a penetração da água no solo ou, ainda, a execução de obras civis que podem ser previstas no projeto de loteamento mediante um estudo hidrológico da bacia hidrográfica onde a obra está inserida.

Essas obras, segundo o US-EPA (1999), utilizam-se de técnicas que incorporam a infiltração e o armazenamento no local da água de chuva. Assim, a quantidade de escoamento superficial pode ser significativamente reduzida, e diversas soluções podem ser empregadas nas melhores práticas de gestão da água, tais como:

- *Sistemas de infiltração*: capturam um volume do escoamento superficial e infiltra-os no chão;
- *Sistemas de detenção*: capturam um volume do escoamento superficial e temporariamente o retêm para posteriormente liberá-lo. Sistemas de detenção não retêm um significativo volume permanente de água entre os eventos de escoamento superficial;
- *Sistemas de retenção*: capturam um volume de escoamento e retêm esse volume até que ele seja deslocado em parte ou no total pelo próximo evento de escoamento. Sistemas de retenção, portanto, mantêm um volume significativo de água entre eventos de escoamento superficial;
- *Construção de sistemas wetland*: eles se assemelham aos sistemas de retenção e detenção, mas com a exceção de que uma grande parte da superfície das melhores práticas de gestão da água (em sistemas de lagoa) ou inferior (em sistemas de tipo pastos) contém vegetação de zonas úmidas. Esse grupo inclui também os canais *wetland*;
- *Sistemas de filtragem*: usam alguma combinação de um meio de filtração granular, como areia, solo, materiais orgânicos, carbono ou uma mem-

- brana para remover componentes encontrados no escoamento;
- *Sistemas de vegetação (biofiltros)*, tais como valas de filtro: são projetados para transportar e tratar o fluxo superficial;
- *Minimizando as superfícies impermeáveis diretamente* ligadas, descreve-se uma variedade de práticas que podem ser utilizadas para reduzir a quantidade de superfície diretamente conectada ao sistema de drenagem, minimizando ou eliminando a calçada tradicional e a sarjeta. Isso é considerado por alguns uma prática não estrutural, mas foi incluído sob o título estrutural nesse relatório devido à necessidade de projetar e construir opções alternativas de transporte e tratamento;
- *Sistemas diversos e fornecidos por vendedores*: incluem uma variedade de sistemas específicos e alternativos que não se encaixam em qualquer uma das categorias acima. Pode-se incluir o uso de bacias, dispositivos hidrodinâmicos e de filtração.

Essas sugestões e outras similares também são compartilhadas pela Comissão Europeia (1996), bem como por Fontes e Barbassa (2003), Tucci (2005), UDFCD (2010), entre outros.

Além das intervenções estruturais supracitadas, a gestão de águas pluviais envolve também a manutenção de áreas verdes, pois elas auxiliam na redução de inundações devido, principalmente, à infiltração de água no solo (TOLEDO; SANTOS, 2012; CASTANHEIRA; BRAGANÇA; MATEUS, 2014).

Bargos e Matias (2008, p. 77) concordam com Castanheira, Bragança e Mateus (2014) e ainda reforçam os benefícios que as áreas verdes podem trazer para o homem nas cidades. Os autores apresentam uma lista com base em vários estudos científicos, os quais retratam fundamentalmente os seguintes parâmetros benéficos:

[...] controle da poluição do ar e da acústica; aumento do conforto ambiental; estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; abrigo à fauna; equilíbrio do índice de umidade no ar; proteção das nascentes e dos mananciais; organização e composição de espaços no de-

envolvimento das atividades humanas; valorização visual e ornamental do ambiente; e recreação e diversificação da paisagem construída. (BARGOS; MATIAS, 2008, p. 77).

Conforme visto, a área verde apresenta múltiplas funções na qualidade de vida urbana. Em função disso, pesquisadores como Henseke e Breuste (2015) e Bargas e Matias (2008) afirmam que os departamentos de planejamento urbano têm que desenvolver estratégias de adaptação para as cidades a fim de limitar os efeitos negativos das alterações climáticas sobre os cidadãos. Dessa forma, as intervenções ou a manutenção de áreas verdes para minimizar o aumento da quantidade de água que irá escoar sobre a superfície do loteamento deverão integrar o projeto e ser incorporadas à base de dados gráfica e alfanumérica do CTM.

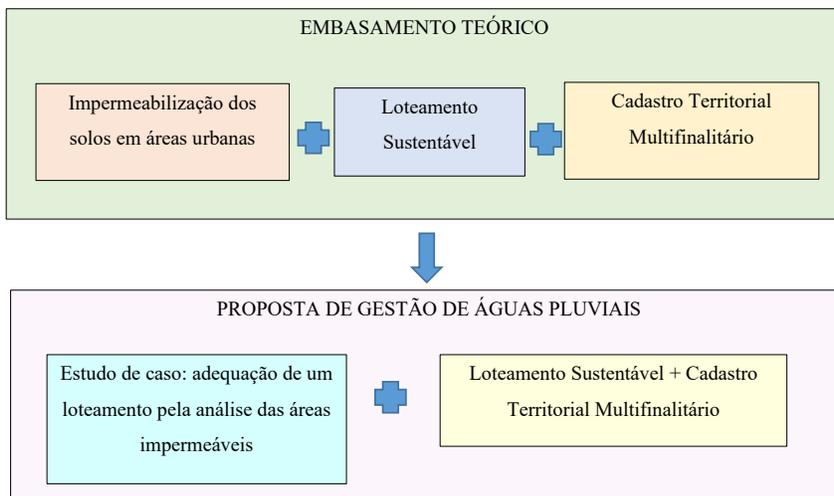
MÉTODO DA PESQUISA

Inicialmente, foi necessário avaliar os impactos e a problemática causados pela impermeabilização do solo das cidades. Por consequência, para prospectar uma solução a essa problemática, foi preciso estudar a teoria dos LS e CTM.

É fato que as inundações acontecem nas ruas, nos terrenos, nas praças, enfim, nas parcelas que compõem um território municipal. Logo, é fácil ser vislumbrado que as parcelas são as unidades que devem ser analisadas quando se necessita gerir o volume de água que escoar e/ou que infiltra na bacia hidrográfica em que estão inseridas.

Por isso, para que seja gerada a proposta de gestão de águas pluviais nas áreas urbanas, vislumbrou-se propor uma reflexão sobre a forma como os loteamentos são projetados, executados e fiscalizados. Daí vem a importância do estudo da aplicação do LS, que tem como foco não impactar a bacia hidrográfica a jusante por meio da correta destinação do aumento do fluxo superficial da água pluvial quando se altera o ambiente. Além disso, essa destinação deve ser pensada em nível de parcela ou conjunto de parcelas, o que vai ao encontro da aplicação do conceito de CTM (ver fluxograma, Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma do método da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, optou-se por aplicar os conceitos estudados em um projeto de loteamento do município de São José, SC, e apontar medidas que podem ser tomadas para que ele seja visto como sustentável. Então, para que esse processo esteja sistematizado e seja controlado pelos órgãos públicos e pelo próprio empreendedor, sugere-se a adoção de medidas a partir dos conceitos do CTM, como pode ser visto nos itens que seguem.

PROPOSTA DE GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM LS A PARTIR DO CTM

A proposta de gestão de águas pluviais a partir do CTM utiliza a premissa do cadastro ser baseado na gestão das parcelas que compõem o território. Logo, faz-se necessário o mapeamento do território em escala grande, apropriada ao CTM, bem como a utilização de um banco de dados geográfico que faça a relação entre as feições geométricas e alfanuméricas, ou seja, um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Isso posto, assume-se que o ges-

tor municipal possui o cadastro municipal e que, quando da implantação de loteamentos ou de qualquer proposta de alteração do uso e da ocupação do solo, esse CTM está apto a receber os novos arquivos dos projetos entregues pelos empreendedores/proprietários para que sejam atualizados os dados do sistema.

No Brasil, assim como em outros países (por exemplo: Canadá, Estados Unidos e Portugal), para que seja iniciada uma construção, é necessária a obtenção do alvará de construção. Por isso, propõe-se que o processo de gestão seja iniciado na apresentação da proposta (projeto) de loteamento (ou seja, para a obtenção do alvará de construção) durante a qual é exigida uma análise prévia do ciclo hidrológico local envolvendo o loteamento e seu entorno, ou seja, da bacia hidrográfica na qual ela está inserida. Nessa análise, deve constar a contribuição da água pluvial que decorre do escoamento superficial a jusante do perímetro do empreendimento, considerando-se o uso e a cobertura do solo anteriores ao projetado. Com isso, o departamento responsável exigirá do empreendedor que, após a sua implantação, essa contribuição permaneça inalterada, haja vista ser uma das condições para que se intitule um loteamento sustentável.

Quando o proprietário da parcela (ou parcelas que compõem o imóvel) solicitar a aprovação do projeto, também deverá indicar a área que será impermeabilizada (calcular a taxa de impermeabilização) como decorrência da edificação do lote, sendo que no cálculo dessa área deverá ser levada em consideração a área de projeção de toda a construção coberta, bem como as áreas não cobertas (calçadas, jardins e passeios). Uma vez determinada a área total impermeabilizada da parcela que adquiriu, o proprietário deverá apresentar o projeto de compensação devido ao conseqüente incremento no volume de água pluvial superficial para o sistema de drenagem.

Deverá ser indicado no projeto e em seu respectivo memorial descritivo o volume de retenção de água pluvial que será necessário a fim de ser mantido o volume de drenagem superficial existente antes da construção. Essa exigência por parte da prefeitura deverá recair diretamente ao proprietário do imóvel. Para que seja viável essa exigência, será necessário que o código de

obras/plano diretor do município especifique essa necessidade para o loteamento sustentável. Como exemplo da adoção desse formato de lei, pode-se citar a prefeitura de Porto Alegre, RS, a qual incorporou ao Plano Diretor Urbano e Ambiental um artigo que obriga os novos empreendedores a amortecerem o aumento da vazão em função da impermeabilização (TUCCI, 2003) e a de Curitiba, PR, que também incorporou essa exigência por meio do Decreto 176 de 2007.

Definidos os parâmetros a serem mantidos inalterados quanto à contribuição da água do escoamento superficial a jusante do perímetro do empreendimento, o loteador apresentará no projeto do loteamento ao setor de engenharia e/ou de cadastro territorial do município a informação das respectivas taxas de impermeabilização (percentual determinado por meio da relação entre a área impermeável total e a área total do lote), bem como a área, o lote, a quadra, etc., de cada parcela, no padrão exigido pela prefeitura e de acordo com a legislação brasileira de cadastro.

Uma vez realizados os estudos relativos ao ciclo hidrológico da bacia hidrográfica do LS e definidas as taxas de impermeabilização em plantas cadastrais que irão compor o CTM municipal, propõe-se o controle e o monitoramento da área impermeabilizada de cada parcela territorial, desde o projeto à execução, sempre visando gerir a quantidade de água que irá escoar sobre a superfície no loteamento. O controle deve ser feito via Sistema de Informação Geográfica (SIG), no qual estão combinados o projeto (mapa ou planta) e uma tabela de informações de cada parcela (incluindo um código de identificação único, conforme o CTM do município), agregando-se o laudo da fiscalização dos técnicos municipais na averiguação *in loco*.

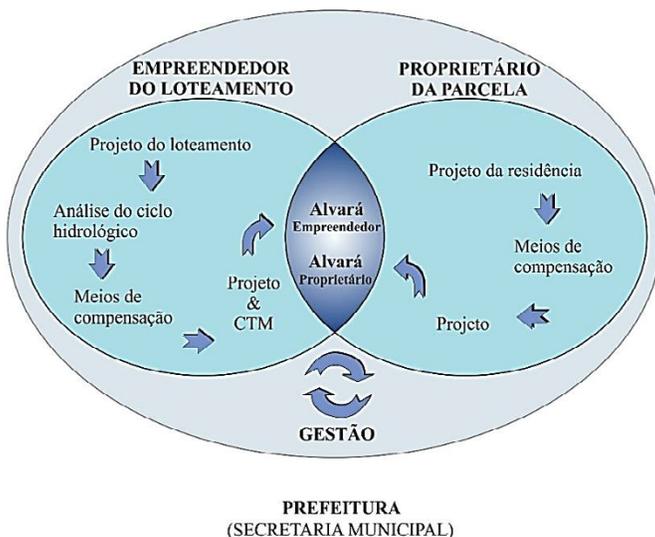
O CTM permite incorporar novos mapas temáticos às informações existentes na base de dados da cartografia cadastral (LOCH; ERBA, 2007), o que facilita a atualização da base cadastral municipal como um todo, mas em especial ao conjunto de dados que estão subsidiando a gestão de águas pluviais. Com isso, o planejador e o gestor podem analisar por meio de representações gráficas as informações temporais arquivadas em tabelas, facilitando a identificação e as proposições de projetos futuros. Por exemplo, podem-se

citar os mapas temáticos com as parcelas informando os respectivos volumes de retenções, por meio dos quais se pode identificar facilmente os lotes com os maiores reservatórios.

Ressalta-se ser de suma importância para o funcionamento adequado do CTM e do processo de gestão de águas pluviais que o departamento responsável pelo cadastro municipal solicite suas informações, as quais deverão ser constantemente atualizadas, por meio da inserção de novos mapas ou plantas que contenham dados da alteração do uso e da ocupação do solo, bem como da confirmação desses dados por equipes de fiscalização e técnicos de campo para que se possa averiguar a implantação e o correto funcionamento dos sistemas propostos.

Diante do apresentado ao longo desta proposta, chega-se ao método para a gestão de águas pluviais em LS sob a ótica do CTM, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Método de gerenciamento de água pluvial em LS com o uso do CTM



Fonte: Elaboração dos autores.

A Figura 4 descreve o processo de gestão de águas pluviais para um LS, o qual pode ser descrito da seguinte forma: o empreendedor desenvolve o projeto do loteamento sustentável baseando-se em um estudo do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica na qual o loteamento estará inserido. Nesse processo, calcula-se a contribuição da água pluvial na área de implantação do loteamento antes da sua implantação. Dando continuidade, após a definição do *layout* do loteamento, calcula-se a contribuição da água pluvial a jusante do loteamento caso não haja intervenção para mitigar esse efeito. Na sequência, compara-se a contribuição da água pluvial antes da implantação do loteamento e após a definição de seu *layout*. Com isso, identificam-se os meios mais apropriados para fazer a compensação e não alterar o volume de água pluvial a jusante do loteamento.

Por fim, com o procedimento de compensação das águas pluviais definido no projeto do loteamento sustentável, ele é enviado à Prefeitura (secretaria municipal/departamento de análise de projeto) para análise e aprovação. Ressalta-se que o empreendedor deverá entregar à Prefeitura o Cadastro Territorial Multifinalitário do loteamento contendo um arquivo gráfico (com a planta do loteamento), bem como o arquivo de dados tabulares contendo, no mínimo, as seguintes informações de cada parcela: código de identificação, número do lote e da quadra, área, taxa de impermeabilização, volume de retenção e o georreferenciamento de todas as parcelas amarradas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) – atendendo à acurácia geométrica que demanda a escala de representação do CTM da prefeitura.

Para os elementos de controle, é necessário o fornecimento dos dados dos atributos definidos na proposição de normativa para loteamento sustentável.

Após a devida análise do projeto do LS e do CTM, bem como dos meios adotados para as compensações pelos profissionais da área técnica da Prefeitura, esta fará a emissão do alvará de construção ou solicitará alterações para uma futura reanálise para que assim possa emitir o alvará quando cumpridas todas as exigências para a aprovação do LS quanto ao ciclo hidrológico na sua fase terrestre. Com esse cadastro, a Prefeitura atualizará os novos dados ao CTM do município.

Portanto, somente após a devida liberação do loteamento pela Prefeitura é que os novos proprietários dos lotes terão permissão para iniciar a construção de suas residências. Para tanto, conforme a Figura 4, é necessário apresentar o projeto construtivo da edificação na Prefeitura, bem como o detalhamento do meio de compensação para evitar o excesso de concentração de águas pluviais na área impermeabilizada da parcela ou do conjunto de parcelas territoriais. Com isso, a Prefeitura analisa o projeto e emite o alvará de construção ou solicita alterações no projeto para que seja reanalisado e para que assim possa emitir o alvará e atualizar o CTM de acordo com o projeto aprovado.

ADEQUANDO UM LOTEAMENTO AO PARÂMETRO DO MODELO LS

Para ilustrar graficamente a proposta de vinculação do LS ao CTM, apresenta-se um exemplo de um loteamento implantado no município de São José, em Santa Catarina, Brasil. Apesar de o loteamento localizar-se em um município específico de Santa Catarina, os procedimentos propostos para a análise de impermeabilização para as parcelas territoriais são passíveis de serem aplicados em qualquer outro loteamento. A Figura 5 apresenta parte do loteamento.

Figura 5 - Taxa de impermeabilização das parcelas na conclusão do loteamento



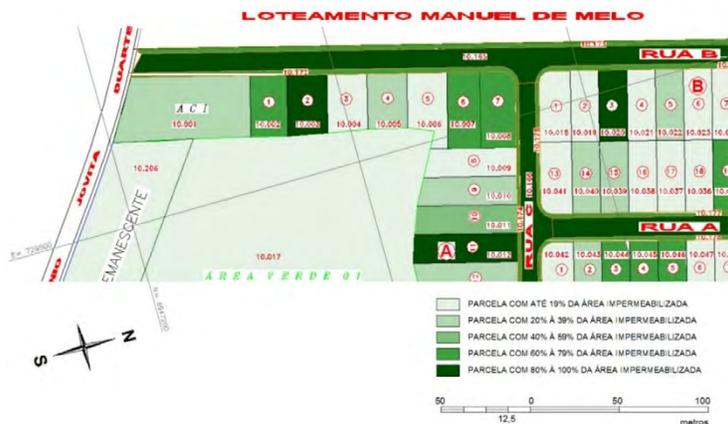
Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 5, observa-se que as ruas foram alinhadas aos eixos vertical e horizontal e que, conseqüentemente, o Norte não ficou posicionado na vertical, mas isso somente para facilitar a visualização do empreendimento. Observa-se, ainda, na figura supracitada, que as parcelas territoriais foram devidamente representadas com o seu código de identificação unívoco (números com formato 10.xxx), o qual deve ser obtido na incorporação do LS ao CTM. Esse identificador é usado na planilha de dados do sistema de informações, que contém tantas informações quantas forem necessárias para o devido controle da taxa de impermeabilização da parcela e do loteamento como um todo.

Inicia-se, então, a análise para a adequação do loteamento, de modo que ele se torne sustentável. Assim, para identificar as diferentes taxas de impermeabilização permitidas para cada parcela, utilizou-se uma palheta de cores na qual a variação de tonalidade indica que os tons mais fortes caracterizam uma maior taxa de impermeabilização e que os tons mais claros caracterizam um menor índice. Observou-se que as pistas de rolamentos possuem uma taxa de impermeabilização maior que a das demais parcelas. A justificativa se sustentou no fato de que para o revestimento das vias pavimentadas foi previsto o concreto asfáltico betuminoso (asfalto comum com taxa de impermeabilização igual a 100%), conforme memorial descritivo do loteamento. Já nos passeios públicos, foram utilizados materiais drenantes, deixando a taxa de impermeabilização (TI) entre 60 e 79%. Enquanto isso, os lotes não edificados apresentaram valores baixos de TI (menos de 19%), uma vez que o loteamento ainda não possuía qualquer tipo de construção.

Ao longo do tempo, cada projeto aprovado terá suas informações registradas/atualizadas no departamento de CTM da prefeitura. Uma vez atualizado o mapeamento temático com as adequações do LS, ele terá, no futuro, uma formatação gráfica conforme o exemplo hipotético apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Taxa de impermeabilização das parcelas com a ocupação em andamento



Fonte: Elaboração dos autores.

Todas as informações atuais e futuras devem estar armazenadas no banco de dados do CTM, conforme sugerido na Tabela 1.

Tabela 1 - Cadastro das Parcelas Territoriais

| Código | Lote | Quadra | Nome do Proprietário | Área (m ²) | Imp. Inicial | Imp. Atual | Compensação (m ²) |
|--------|------|--------|--------------------------------------|------------------------|--------------|------------|-------------------------------|
| 10.001 | - | A | Prefeitura Municipal de São José/SC. | 1297,97 | 5% | 32% | 5,61 |
| 10.002 | 1 | A | Costa, Maria da | 403,85 | 5% | 68% | 4,07 |
| 10.003 | 2 | A | Ponte Engenharia | 428,27 | 5% | 83% | 5,34 |
| 10.004 | 3 | A | Silveira, João Honorato da | 409,66 | 5% | 5% | 0,00 |
| 10.005 | 4 | A | Silva, Luiz Inácio da | 395,44 | 5% | 35% | 1,90 |
| 10.006 | 5 | A | Ponte Engenharia | 458,51 | 5% | 5% | 0,00 |
| 10.007 | 6 | A | Silveira, Samuel João da | 446,54 | 5% | 72% | 4,79 |
| 10.008 | 7 | A | Silveira, Samuel João da | 473,07 | 5% | 73% | 5,15 |
| 10.009 | 8 | A | Ponte Engenharia | 455,88 | 5% | 5% | 0,00 |
| 10.010 | 9 | A | Vieira, Germano | 491,13 | 5% | 29% | 1,89 |
| 10.011 | 10 | A | Amin, João | 517,7 | 5% | 52% | 3,89 |

Fonte: Elaborada pelos Autores (2019).

Os proprietários informados na Tabela 1 são fictícios, visando-se somente ilustrar a possibilidade de inserção dos respectivos nomes como dado alfanumérico do CTM. Para melhor exemplificar a proposição da integração

entre o CTM e o loteamento sustentável, associam-se as Figuras 5 e 6 aos dados presentes na Tabela 1, tomando como exemplo a parcela que apresenta o código unívoco do CTM de 10.003. Esse código identifica a parcela 02 da quadra A, que possui uma área total de 428,27 m². O empreendedor do loteamento entregou esse lote com 5% de área impermeabilizada. Dessa forma, na Figura 3, esse lote foi representado com a hachura em tom mais claro.

Em um segundo cenário, supôs-se que o novo proprietário do imóvel construiu no terreno e que o resultado foi um aumento na sua taxa de impermeabilidade, a qual passou para 83%. Dessa forma, na Figura 6, a parcela passou a ser representada pela hachura com tom mais escuro.

Como consequência desse aumento da taxa de impermeabilização do lote, o proprietário obrigatoriamente precisaria propor e executar uma compensação da retenção de volume de água pluvial proporcional ao aumento da taxa de impermeabilização do respectivo lote, conforme a exigência do plano diretor/código de obras do LS, sendo que essa exigência deveria ser criada e regulamentada pela prefeitura para LS.

No exemplo apresentado, a compensação foi calculada conforme a norma usada pelo município de Curitiba, estado do Paraná, que é o Decreto nº 176, de 2007. Adotou-se esse modelo em detrimento dos demais, como no do município de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul (Plano Diretor de Drenagem Urbana, de 2005) e no do município de São Paulo, estado de São Paulo (Lei nº 13.276/2002), devido ao fato de o município de Curitiba apresentar volumes maiores de água para os reservatórios. Nesse caso, o dimensionamento do reservatório foi determinado pela seguinte fórmula:

$$V = k \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Em que:

V = volume do reservatório [m³];

k = constante dimensional = 0,20;

I = intensidade da chuva = 0,080 [m/h];

A = área impermeabilizada [m²].

Considerando-se a área impermeabilizada, o resultado do produto da taxa de impermeabilização com a área do terreno, chegou-se ao volume do reservatório indicado para o lote 02 da quadra A: 5,69 m³. Para os demais lotes, os volumes recomendados podem ser observados na Tabela 1, a qual deveria ser integrada a um banco de dados alfanumérico que se relaciona com uma geometria espacial e que pode conter tantos dados quanto for permitido pelo *software* e pela capacidade de armazenamento do sistema, sendo possível acrescentar novas linhas e colunas, o que possibilita, por exemplo, a criação de um imposto relacionado à TI, o qual pode ser obtido por meio do produto de uma constante com a taxa de impermeabilização do solo da parcela territorial.

Com os dados das parcelas e suas respectivas TIs agregadas ao CTM do loteamento, tem-se a fase inicial de operação do LS concluído pelo empreendedor. A partir daí, o departamento da prefeitura responsável pela urbanização deverá fazer a gestão das áreas impermeáveis, mantendo atualizado o CTM do LS, bem como fazendo a fiscalização *in loco*. Quanto ao quesito fiscalização, a prefeitura poderá também usar o banco de dados para filtrar as informações e selecionar as parcelas com maiores taxas de impermeabilização para verificar se os respectivos sistemas de retenção de água pluvial estão funcionando.

Propõe-se que, de modo prático, sistemático e efetivo, o departamento municipal de cadastro territorial seja responsável pela gestão das áreas impermeáveis e, conseqüentemente, gestor das águas pluviais nos LS. O levantamento dos dados cadastrais deve ser pré-requisito para a solicitação/liberação do alvará de construção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado no decorrer deste capítulo, bibliografias científicas reforçam que tanto no Brasil quanto em outros países há um aumento significativo nas frequências das ocorrências de inundações em áreas urbanas. Pode-se verificar que o principal motivo desse aumento da frequência das

inundações urbanas se pauta na reação do meio ambiente ao efeito da ação antrópica gerada principalmente pela impermeabilização do solo com a construção de novos loteamentos.

Como proposição metodológica que vislumbra mitigar o efeito das inundações em áreas urbanas, apresentou-se, neste estudo, a definição de Loteamento Sustentável (LS) e mostrou-se que ele não deve alterar o volume de água pluvial a jusante da bacia hidrográfica na qual está inserido. Dessa forma, o conceito definido neste capítulo para o LS se caracteriza como um meio técnico e científico, que ameniza os efeitos das inundações urbanas provocados pela impermeabilização dos solos.

O CTM atualizado é a ferramenta com a qual a Prefeitura poderá fazer efetivamente as devidas análises, embasando o processo de planejamento e de gestão das águas pluviais dos loteamentos sustentáveis por meio do controle das áreas impermeabilizadas e de seus sistemas de compensação.

A geração de novos mapas temáticos a partir das informações existentes na base de dados da cartografia cadastral do CTM constitui uma importante fonte de dados e informações para o gestor (LOCH; ERBA, 2007) e, na gestão de águas pluviais, esses mapas serão imprescindíveis para manter atualizado o cadastro das contribuições pluviais de cada parcela. Com isso, pode-se, por exemplo, realizar análises temporais da ocupação ao longo dos anos via arquivos gráficos e suas respectivas tabelas, facilitando a identificação de problemas atuais e as proposições de projetos futuros, como, por exemplo, a citação de mapas temáticos com as parcelas informando os respectivos volumes de retenção, por meio dos quais se pode identificar facilmente os lotes com os maiores reservatórios.

Uma vez mantido atualizado, o banco de dados gráfico e alfanumérico que compõe o CTM se torna uma ferramenta legítima e uma importante base legal para que, efetivamente, os gestores municipais e de órgãos ambientais consigam definir suas diretrizes e objetivos, além de direcionarem os projetos e os recursos financeiros visando à conservação do meio ambiente. É possível, por exemplo, a criação de um imposto ou de uma taxa de drenagem pluvial, conforme Lengler e Mendes (2013) em função da taxa de impermeabilização.

Esse imposto ou taxa pode ser obtido por meio do produto de uma constante com a taxa de impermeabilização do solo da parcela territorial.

No entanto, para o sucesso da implementação do processo de gestão das águas pluviais proposto, a Prefeitura Municipal deverá exigir dos empreendedores do LS a apresentação do mapeamento cadastral das parcelas territoriais que compõem o empreendimento, associado a um banco de dados que descreva e quantifique o índice de impermeabilização de cada uma delas. Nesse cadastro, obrigatoriamente deverá conter o código unívoco de identificação de cada parcela territorial (determinado em comum acordo com o setor de cadastro da prefeitura), a área total da parcela, a taxa de impermeabilização, o volume de retenção e o georreferenciamento de todas as parcelas amarrado ao Sistema Geodésico Brasileiro. O método proposto permite a automática atualização do cadastro territorial para o LS, uma vez que exige dos proprietários das parcelas dados referentes às áreas impermeáveis, bem como ao volume de retenção adotado. Sendo assim, será possível identificar as parcelas que necessitam de uma maior fiscalização e acompanhamento quanto ao funcionamento adequado do sistema de retenção de água adotado.

Para que a metodologia proposta seja implantada, faz-se necessária a criação de uma legislação municipal específica, de modo que subsidie legalmente a adoção do loteamento sustentável pela prefeitura. Dessa forma, a prefeitura terá o respaldo legal quando da adoção dos procedimentos técnicos para implantação, monitoramento e gestão das águas pluviais em LS sob a ótica do CTM. Para tanto, é imprescindível que seja inserida na legislação específica do LS as seguintes exigências:

- a) que o empreendedor de um LS faça a análise do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica na qual o loteamento está inserido;
- b) que o empreendedor apresente os meios de compensação para que o LS não aumente o volume de água escoada a jusante;
- c) que o empreendedor apresente o mapeamento cadastral das parcelas territoriais do LS com os seguintes dados mínimos: código uní-

voco de identificação da parcela, área total da parcela territorial, taxa de impermeabilização, volume de retenção e o georreferenciamento vinculado ao SGB;

d) que o empreendedor, quando da solicitação do alvará de construção para a elaboração do LS, siga literalmente a Diretriz nº 511/2009 do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009);

e) que os proprietários das parcelas territoriais apresentem a taxa de impermeabilização, bem como o volume de retenção necessário quando da solicitação do alvará de construção para cada parcela ou para um conjunto de parcelas territoriais;

f) que a prefeitura mantenha seu CTM atualizado e disponível para consulta da população.

Por fim, utilizando-se das premissas do CTM como base para a gestão das águas pluviais de um loteamento sustentável, tem-se um método que vem ao encontro do relatório final da Rio+20, o futuro que queremos (UNITED NATIONS, 2012). O documento final, resultado da reunião e chancela de vários países, reafirma a necessidade de alcançar o desenvolvimento sustentável por meio da promoção sustentada, inclusiva e justa do crescimento econômico, bem como a inclusão e a promoção da gestão integrada e sustentável dos recursos naturais e dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I. A.; SILVA FILHO, D. F. da; COUTO, H. T. Z. do; POLIZEL, J. L. Comparação entre videografia e fotografia aérea para diagnóstico da vegetação em ambiente urbano de Piracicaba, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 691-698, 2010.

AMENU, G. G. A Comparative Study of Water Quality Conditions between Heavily Urbanized and Less Urbanized Watersheds of Los Angeles Basin. *In*:

WORLD ENVIRONMENTAL AND WATER RESOURCES CONGRESS, 2011, Palm Springs, California. **Anais...** Palm Springs, California: American Society of Civil Engineers, 2011, p. 680-690. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1061/41173\(414\)70](http://dx.doi.org/10.1061/41173(414)70). Acesso em: 22 nov. 2018.

ARNOLD JUNIOR, C. L.; GIBBONS, J. C. Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator American Planning Association. **Journal of the American Planning Association**, [S.l.], v. 62, n. 2, p. 243-258, 1996.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: Avaliação e Proposta Conceitual. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 2008, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro, SP: UNESP, 2008, p. 16.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis, SC: Ed. da UFSC, 1994.

BORBA, L. M. de; SILVA, J. L. G. da. Aplicativos do geoprocessamento no desenvolvimento da cidade de São José dos Campos/SP. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 8, n. 3, p. 307-321, 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 511, de 7 de dezembro de 2009. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 8 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/c4924c559c0b1b95a8ad38c47fda4799.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

CARVALHO, J. R. M. de; CURI, W. F. Sistema de indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 374-398, 2016.

CASTANHEIRA, G. S.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Definindo melhores práticas em projetos de Regeneração Urbana Sustentável. **Ambiente Construído**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 7-25, 2014.

CENTER FOR WATERSHED PROTECTION - CWP. Maryland Department of the Environment. **Maryland Stormwater Design Manual**. Vol. I e II. Baltimore, Maryland, EUA: Maryland Department of the Environment, 2000. Disponível em: https://mde.maryland.gov/programs/Water/StormwaterManagementProgram/Pages/stormwater_design.aspx. Acesso em: 18 jun. 2019.

COMISSÃO EUROPEIA. Grupo de Peritos sobre o Ambiente Urbano. **Relatório Cidades Europeias Sustentáveis**. Bruxelas, 1996. Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/rede/urban/materiais/cidadeseuropaiassustentaveis.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

D'ALMEIDA JUNIOR, A. J. C.; MANZOLI JUNIOR, W. Cadastro Técnico Multifinalitário: Ferramenta para Implantação de Medidas não Estruturais de Controle da Drenagem Pluvial Urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 6., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2004. 12 p.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GEÔMETRAS - FIG. **FIG publications nº 11**. FIG Statement on the Cadastre. Copenhagen: FIG Office, 1995. Disponível em: <http://www.fig.net/pub/figpub/pub11/figpub11.htm>. Acesso em: 19 ago. 2016.

FONTES, A. R. M.; BARBASSA, A. P. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 1337-1347, 2003.

GALATI, S. R. **Geographic Information Systems: Demystified**. Boston, EUA: Artech House, Inc., 2006.

GAUME, E.; LIVET, M.; DESBORDES, M.; VILLENEUVE, J. P. Hydrological analysis of the river Aude, France, flash flood on 12 and 13 November 1999. **Journal of Hydrology**, [S.l.], v. 286, n. 1, p. 135-154, 2004.

GLOBAL FACILITY FOR DISASTER REDUCTION AND RECOVERY - GFDRR. **Integrating disaster risk reduction and climate adaptation into the fight against poverty**: Annual Report 2010. Washington, USA: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, 2010.

HARVEY, M. D.; MORRIS, C. E. Downstream Effects of Urbanization in Fountain Creek, Colorado. *In*: WORLD WATER CONGRESS OF THE INTERNATIONAL WATER, 4., 2004, Marrocos. **Anais...** Marrocos: International Water Association, 2004. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1061/40737\(2004\)423](http://dx.doi.org/10.1061/40737(2004)423). Acesso em: 16 nov. 2018.

HENSEKE, A.; BREUSTE, J. H. Climate-change sensitive residential areas and their adaptation capacities by urban green changes: Case study of linz, Austria. **Journal of Urban Planning and Development**, [S.l.], v. 141, n. 3, p. 1-18, 2015.

HERRMANN, M. L. de P. (org.). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2006. 146 p.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A. V. Águas subterrâneas: um importante recurso que requer proteção. **Geociências**, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://nossofuturoroubado.com.br/old/0907%20Protecao%20das%20aguas%20USP.htm>. Acesso em: 16 nov. 2018.

HORA, S. B. da; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco à inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Soc. Nat.**, Uberlândia, v. 21, n. 2, ago. 2009.

LENGLER, C.; MENDES, C. A. B. O financiamento da manutenção e operação do sistema de drenagem urbana de águas pluviais no Brasil: taxa de drenagem. **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**, v.15, n.1, p. 201-218, 2013.

LEOPOLD, L. B. Hydrology for Urban Land Planning: A Guidebook on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. **Geological Survey Circular 554**. Washington: United States Department of the Interior, 1968. 18 p.

LIVINGSTON, E. H.; MCCARRON, E. **Stormwater Management: A Guide for Floridians**. Tallahassee: Florida Department of Environmental Regulation, 1992. 72 p.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 142 p.

MIRANDA, L. I. B. de. Planejamento em áreas de transição rural-urbana velhas novidades em novos territórios. **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**, [S.l.], v. 11, n. 1, 2009.

OLIVEIRA, F. H. de. Cadastro territorial multifinalitário. *In*: CUNHA, E. M. P.; ERBA, D. A. **Manual de Apoio CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010, p. 31-48.

PERRY, C. A. **Significant floods in the United States During the 20th century: USGS Measures a Century of floods**. [S.l.]: U.S. Geological Survey, 2000. Disponível em: <http://ks.water.usgs.gov/pubs/fact-sheets/fs.024-00.html>. Acesso em: 21 set. 2017.

PHILIPS, J. Disposições gerais. *In*: CUNHA, E. M. P.; ERBA, D. A. **Manual de Apoio CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010, p. 15-30.

PROKOP, G.; JOBSTMANN, H.; SCHÖNBAUER, A. **Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27**. [S.l.]: European Commission/DG Environment, 2011.

SABOYA, R. T. de. Cadastro Técnico Multifinalitário. **Urbanidades**. 2010. Disponível em: <https://urbanidades.arq.br/?p=788>. Acesso em: 31 mar. 2019.

SAUER, C. E. **Análise de aspectos da legislação ambiental relacionados à ocupação urbana em áreas de preservação permanente através do uso de ortofotos: O caso do Rio Bacacheri em Curitiba - PR.** 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, S. J. da. **Subsídios para normativa de loteamentos sustentáveis quanto ao ciclo hidrológico.** 2013. 295 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVEIRA, S. J. da.; OLIVEIRA, F. H. de. Minimum Permeable Soil Area in a Sustainable Allotment. **J. Urban Plann. Dev.**, [S.l.], v. 140, n. 2, p. 04014003, 2014.

TOLEDO, F. dos S.; SANTOS, D. G. dos. Espaço Livre de Construção: um passeio pelos parques urbanos. **Soc. Bras. de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 2, p. 10-23, 2012.

TOMINAGA, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem? *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRAVASSOS, L. Inundações urbanas: uma questão socioambiental. **Rev. de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 88-105, jan.-jun. 2012.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, [S.l.], v. 22, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Cienc. Cult.**, [S.l.], v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas.** Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 192 p.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões.** Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2002.

UNITED NATIONS. **Rio+20**: United Nations Conference on Sustainable Development, The future we want. Rio de Janeiro, Brasil, 2012. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1298>. Acesso em: 04 mar. 2019.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Guidance Specifying Management Measures for Sources of Nonpoint Source Pollution in Coastal Waters**. Washington, DC/EUA, 1993.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA, 821-R-99-012, aug. 1999. 214 p.

URBAN DRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT- UDFCD. **Urban Storm Drainage Criteria Manual: Best Management Practices**. Vol. 3. Colorado/USA, 2010. 584 p.

WEBER, D.; STURM, T. W.; WARNER, R. Impact of Urbanization on Sediment Budget of Peachtree Creek. *In*: WORLD WATER CONGRESS OF THE INTERNATIONAL WATER, 4., 2004, Marrocos. **Anais...** Marrocos: International Water Association, 2004. Disponível em [http://dx.doi.org/10.1061/40737\(2004\)430](http://dx.doi.org/10.1061/40737(2004)430). Acesso em: 20 nov. 2018.

WHITFORD, V.; HANDLEY, J.; ENNOS, R. City form and natural process-indicators for the ecological performance of urban areas. **Landscape Urban Plann**, [S.l.], v. 57, p. 91-103, 2001.

YOSHIMOTO, T.; SUETSUGI, T. Comprehensive Flood Disaster Prevention Measures in Japan. *In*: **International Association of Hydrological Sciences Publication**, [S.l.], n. 198, p. 175-183, 1990.