

OS EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO *LEED* NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA CIDADE DE SÃO PAULO

ARTHUR LURO TEODORO MENDES - arthurluro@hotmail.com

BRUNO DOMENE GALANO - brunodgalano@hotmail.com

GABRIEL AIRES MURADE SOUZA – gmurade18@gmail.com

LEONARDO DE CASTRO GARRIDO - leo_manji@hotmail.com

LUCAS DE CASTRO - lucas_decastro@hotmail.com

BRUNO PECINI (Orientador) – bruno.pecini@mackenzie.br

RESUMO

A urbanização desordenada nas grandes cidades trouxe impactos socioambientais à população. Em contrapartida, desde 1993, a certificação *LEED* mostrou-se internacionalmente como uma maneira eficaz de se mensurar o aproveitamento sustentável de recursos pelas edificações, propondo avaliar, identificar e implementar soluções de concepção. Os reservatórios de água pluvial regulamentados pela “Lei das Piscininhas”, também tem se mostrado uma forma eficiente de amenizar o problema das inundações, reduzindo o escoamento superficial e servindo como um redutor dos efeitos da urbanização, incentivando o reuso de águas para aplicação não potável. Portanto, o objetivo do presente trabalho é analisar o *LEED* e seus impactos na drenagem urbana de águas pluviais da microbacia do Córrego Iguatemi no município de São Paulo. Assim, a ideia central do trabalho é que suas análises e abordagens fomentem discussões sobre a importância ambiental ligada à Engenharia Civil. Aliado a isso, o trabalho também traz os parâmetros do *LEED* para a realidade urbana de São Paulo, mostrando como uma edificação com baixa agressividade ao meio ambiente anda de mãos-dadas à um futuro promissor para todos, com segurança e harmonia. Para isso, foi utilizado o Método Racional e seus parâmetros a fim de obter o volume de água captada pelos lotes da sub bacia, implementando os critérios da certificação *LEED* e a “Lei das Piscininhas” nas áreas de 100 e 200 mil m². Foi constatado a partir de comparações entre os métodos que a certificação *LEED* torna-se mais eficiente porque reduz o coeficiente de escoamento superficial da bacia.

Palavras-chave: *LEED*. Lei das Piscininhas. Córrego Iguatemi.

THE USE EFFECTS OF LEED CERTIFICATION ON THE URBAN DRAINAGE SYSTEM OF THE CITY OF SÃO PAULO

ABSTRACT

Disorganized urbanization in large cities has brought socio-environmental impacts to the population. In contrast, since 1993, LEED certification has shown itself internationally as an effective way to measure the sustainable use of resources by buildings, proposing to evaluate, identify and implement

solutions. Rainwater reservoirs, regulated by the “Lei das Piscininhas”, have also been shown to be an efficient way to mitigate the problem of flooding, reducing runoff and serving as a reducer of the effects of urbanization, encouraging the reuse of water for non-potable applications. Therefore, the objective of the present work is to analyze the LEED and its impacts on the urban drainage of rainwater in the micro-basin of the Córrego Iguatemi in São Paulo. Thus, the central idea of the work is that its analyzes and approaches bring discussions about the environmental importance linked to Civil Engineering. Allied to this, the work also brings LEED parameters to the urban reality of São Paulo, showing how a building with low aggressiveness to the environment goes hand in hand to a promising future for everyone, with safety and harmony. For this, the Rational Method and its parameters were used in order to obtain the volume of water captured by the sub-basin lots, implementing the LEED certification criteria and the “Lei das Piscininhas” in the areas of 100 and 200 thousand m². It was found from comparisons between the methods that LEED certification becomes more efficient because it reduces the basin’s runoff coefficient.

Key Words: *LEED*. Lei das Piscininhas. Córrego Iguatemi.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as intervenções humanas na natureza ganharam destaque em diversas discussões sobre o meio ambiente, visto que têm provocado mudanças profundas neste. O ramo da Engenharia Civil não se isenta dessa responsabilidade e tem adotado uma série de medidas juntos às construtoras, e as normas têm se adaptado a este novo cenário. Dessa forma, pretende-se minimizar esses impactos dos novos empreendimentos, escolas, hospitais e afins.

Destarte, em 1993 foi criada nos Estados Unidos da América (EUA), uma organização sem fins lucrativos que promove a sustentabilidade desde o projeto e construção até a operação dos edifícios, o *United States Green Building Council*, ou mais conhecido como *USGBC* (OLIVEIRA, 2018). Logo no início o *USGBC* entendeu tornar-se necessária a introdução de um sistema para classificação e estabelecer estratégias com padrões para criação de edifícios.

Assim a *USGBC* criou o *Leadership in Energy and Environmental Design*, que significa Liderança em Energia e Design Ambiental, ou simplesmente, *LEED*. Desde seu início em 1994 até os dias atuais, a certificação evoluiu muito, abrangendo padrões inter-relacionados que abordassem todos os aspectos do processo de desenvolvimento do projeto e construção (OLIVEIRA, 2018).

Atualmente, o *LEED* é o programa de construções sustentáveis mais utilizado no mundo. Em 2018 contava com 96.275 projetos certificados em mais de 167 países. O Brasil, por sua vez, se encontrava na 5ª posição geral, com 531 projetos certificados (GBCB, 2018).

Criado para “avaliar, identificar e implementar soluções de concepção, construção, operações e manutenção de edifícios sustentáveis” (OLIVEIRA, 2018, p. 32), o *LEED* procura: definir edifícios verdes através do estabelecimento de um padrão comum de medição; promover práticas de projeto e

de construção integrativas e propagar a visão sobre o desempenho de um edifício ao longo do ciclo de vida do mesmo.

Para certificar um projeto no *LEED*, de forma simplificada, é necessário atingir uma pontuação mínima. Essa pontuação está relacionada ao cumprimento de diversos elementos de construção sustentável, divididos, por exemplo, nas seguintes categorias: Materiais e Recursos, Qualidade Interna dos Ambientes, Inovação e Prioridades Regionais e Eficiência do Uso da Água (PASSOS; BRUNA, 2019).

Vista a relevância de temas relacionados à água no *LEED*, esse trabalho tem em vista relacionar essa certificação com os aspectos de Eficiência do Uso da Água em uma região com elevada densidade populacional em São Paulo.

O estudo dos recursos hídricos é de extrema importância para possibilitar uma gestão eficiente, e assim, evitar problemas como inundações, escassez e excesso de água. Para tal estudo é necessário delimitar uma bacia hidrográfica.

As bacias hidrográficas urbanas apresentam um sistema composto por ruas, bocas de lobo, galerias, guias, sarjetas, tubos coletores, sistemas de retenção e infiltração nos lotes e pavimentos, ou até sistemas de retenção das bacias hidrográficas (ANDRADE SOBRINHO; NEVES, 2015).

Esses componentes são dimensionados para eventos de precipitação de período de recorrência de 10 a 25 anos (SÃO PAULO, 2012), e todo o sistema é sujeito a falhas.

O conceito do tempo de retorno (TR) do sistema de drenagem vem perdendo valor por conta da dificuldade de se estimar a probabilidade de falha de um evento aleatório multidimensional, por isso, é recomendado a concepção de cenários para melhor avaliar a segurança das obras (SÃO PAULO, 2012). Grandes cidades como São Paulo, são impactadas diretamente quando há falhas no sistema de drenagem, gerando o comprometimento da infraestrutura da cidade, propagação de doenças, desabrigados, além de mortes e feridos (SOUSA; GONÇALVES, 2018).

As bacias hidrográficas urbanas, para Andrade Sobrinho, Neves e Paschoalin Filho (2015), sofrem com a falta de permeabilidade da superfície do solo, o que impede a absorção natural das águas resultantes das chuvas. A impermeabilidade do solo causada pela urbanização, gera o aumento do escoamento superficial da água da chuva, podendo gerar cheias e outros diversos problemas para a população.

Um dos métodos utilizados para o controle de cheias é a utilização de pequenos reservatórios de amortecimento. Esses reservatórios atuam retendo a água das chuvas com o objetivo de reduzir a ocorrência de inundações. (MACHADO *et al.*, 2019).

Outro método também utilizado, de acordo com Lehueur e Amaral (2019), para minimizar a ocorrência de enchentes, é o reaproveitamento da água pluvial em residências e áreas institucionais.

A captação das águas pluviais retém uma parte da água da chuva que seria destinada ao sistema de drenagem (MARCENA *et al.*, 2017).

Todavia esses sistemas tradicionalmente utilizados mostraram ineficiência no transporte do volume excedente de água, por isso escritórios, armazéns, edifícios públicos e privados buscam melhor aproveitamento e uso eficiente das águas pluviais, o que gera acréscimo na pontuação da certificação *LEED*.

A versão da certificação do *LEED* v4.1, segundo Passos e Bruna (2019), contou com diversas modificações das versões anteriores, entre elas, são priorizados projetos que promovam desenvolvimento social, terrenos com possibilidade de fácil acesso através de transporte público ou alternativos e principalmente o uso eficiente de água, em que se torna obrigatória a medição de consumo e gerenciamento da água da chuva.

Com base nesses aspectos, a região escolhida para estudo é localizada na micro bacia do Córrego Iguatemi no município de São Paulo com seu exutório próximo ao final da Rua Tucumã, Pinheiros. A micro bacia foi escolhida por abranger os dois principais polos econômicos de São Paulo: a Avenida Paulista e a Avenida Brigadeiro Faria Lima e por conta do elevado número de empreendimentos já certificados com o *LEED*.

A extensão da micro bacia apresenta um elevado número de empreendimentos comerciais e residenciais que se enquadrariam na certificação *LEED* e que possibilita compreender o impacto das atividades antrópicas e analisar o crédito *SSc4* do *LEED* v4.1 *SS Credit: Rainwater Management* e seus impactos na drenagem urbana de águas pluviais da micro bacia.

Com base nos dados, estabeleceu-se a seguinte questão: a utilização do crédito *SSc4* do *LEED* v4.1 *SS Credit: Rainwater Management* por edifícios da micro bacia do Córrego Iguatemi no município de São Paulo pode contribuir para a prevenção de cheias na mesma?

Para resolver esta questão será realizado um estudo sobre a utilização da certificação *LEED* na prevenção de cheias em bacias hidrográficas urbanas, contribuindo para ampliar o conhecimento acerca do assunto e de suas limitações técnicas.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é analisar o crédito *SSc4* do *LEED* v4.1 *SS Credit: Rainwater Management* e seus impactos na drenagem urbana de águas pluviais da micro bacia do Córrego Iguatemi no município de São Paulo. Analisar os parâmetros da certificação *LEED* v4.1 e aplicar nos edifícios comerciais e corporativos da região estudada, realizar estudo hidrológico no trecho da bacia, simular a presença dos edifícios atendendo aos parâmetros do crédito *SSc4* do *LEED* v4.1 *SS Credit: Rainwater Management* da certificação *LEED* v4.1, comparar sua utilização com a Lei Estadual Nº 12.526, “Lei das Piscininhas”, e analisar os impactos causados na drenagem urbana.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS

O processo de urbanização afeta uma cidade de diferentes formas. Em termos de drenagem, ocorre a impermeabilização de uma parcela significativa do solo, conseqüentemente, tem-se o aumento da taxa de escoamento superficial em detrimento da taxa de infiltração, culminando em uma velocidade mais alta e um menor tempo de deslocamento. O resultado é o aumento e a antecipação da vazão de pico na saída da bacia (JUNQUEIRA CARVALHO, 2018).

Um dos principais problemas da drenagem urbana inadequada é a ocorrência de inundações. As inundações são desastres naturais influenciadas pela impermeabilização do solo, urbanização desordenada, acúmulo de sedimentos nos canais drenantes e outros fatores que serão discutidos ao longo do trabalho.

Sua ocorrência se dá principalmente em épocas de chuvas intensas, em que o volume de chuva se eleva, conseqüentemente, o volume no sistema de drenagem é aumentado e transborda. Aliados a obstrução dos canais, impermeabilização do solo e ao aumento da aceleração do escoamento superficial, o tempo de concentração da chuva diminui, incrementando o pico da vazão. (SOUSA; GONÇALVES, 2018)

A falta de permeabilidade do solo, ocasionada pela urbanização e pelo desmatamento, aumenta o escoamento superficial gerada pelo mesmo volume de chuva (LEHUGEUR; AMARAL, 2019).

Isto é provocado principalmente pela gestão inapropriada do uso e ocupação do solo. Outro problema é o aumento de sedimentos nos canais drenantes, provocado pela ausência de manutenção e que diminuem a capacidade destes canais (MACHADO *et al.*, 2019).

Segundo Tasca *et al* (2017), 62,60% das cidades apresentam áreas urbanas com a ausência de infraestrutura de drenagem, um dos geradores de inundações e, além disso, outros fatores apontados como causadores da problemática são a obstrução de bueiros e bocas de lobo, representada por 45,10%, gestão inapropriada do uso e ocupação do solo, 43,10%, obras inadequadas de drenagem urbana, 31,70%, dimensionamento ineficiente de projetos, 30,70% e lançamento inadequado de resíduos sólidos, o que geram a obstrução dos canais drenantes, 30,70%.

Para os autores Santos *et al* (2019) e Lehueur e Amaral (2019), a problemática citada ocorre em decorrência a insuficiência do planejamento do uso e ocupação do solo gerado pelo crescimento acelerado da urbanização e a ausência de sistema de drenagem que sustente a vazão da região.

Lehueur e Amaral (2019) pontuam em seu artigo a ocorrência de inundações relacionadas ao descarte em céu aberto de resíduos sólidos, o que geram, tanto a poluição do ambiente, quanto do sistema de drenagem, sendo responsável pela obstrução do mesmo.

Após o levantamento das informações, nota-se que os autores apresentam argumentos semelhantes em relação as causas das inundações em bacias urbanas, sendo boa parte das causas relacionadas a ausência de infraestrutura de drenagem, aumento do escoamento superficial do solo, gestão inapropriada do uso e ocupação do solo e a obstrução dos canais drenantes.

Visando atenuar as alterações microclimáticas, proteger a biodiversidade e, principalmente, melhorar a drenagem urbana, a Prefeitura de São Paulo (2016) aprovou no Decreto nº 57.565 a quota ambiental. Trata-se de um conjunto de regras de ocupação dos lotes com o objetivo de fazer cada lote contribuir nos aspectos de drenagem urbana e cobertura vegetal (SÃO PAULO, 2016).

Entre as soluções apontadas pelo Decreto nº 57.565 destaca-se o uso de cobertura verde, fachada verde, áreas ajardinadas, pisos permeáveis e reservatórios de retenção. (SÃO PAULO, 2016).

Segundo Giarola, Almeida Neto e Paula (2017), o processo de crescimento urbano gerou uma maior taxa escoamento superficial, aumentando as chances de transbordamento por conta da impermeabilização do solo. As inundações ocorrem da interação entre fatores físicos e antrópicos. Para solucioná-los, defende que deve ocorrer o controle e fiscalização das ocupações nas áreas mais suscetíveis a inundações.

A utilização de reservatórios de controle de cheias é uma solução eficaz para a impedir a ocorrência de inundações, porém, é de extrema importância a manutenção e limpeza para que sejam efetivos, uma vez que os resultados estão relacionados ao estado de limpeza do sistema de drenagem para que estejam funcionais nos momentos de pico de chuvas (MACHADO *et al.*, 2019).

De acordo com Lehueur e Amaral (2019), o reaproveitamento da água pluvial em residências e áreas institucionais é um método de minimizar a ocorrência de inundações. A captação das águas pluviais por sistemas individuais contribui para a minimização de inundações uma vez que é responsável por reter uma parte da água que seria destinada ao sistema de drenagem (MARCENA *et al.*, 2017).

Segundo Machado *et al.* (2019), é importante também o planejamento apropriado do uso e ocupação do solo, para que em áreas alagáveis sejam evitadas a instalação de edificações. Esse mal planejamento é responsável por gerar despesas adicionais com estruturas auxiliares como os piscinões.

Para os autores Santos *et al.* (2019) e Tasca *et al.* (2017), a ausência de planejamento urbano é a principal razão da ocorrência de inundações, com isso, a execução de um planejamento urbano eficiente e a execução de sistemas de drenagem para minimizar os impactos gerados seriam as soluções recomendadas.

Diferentemente dos outros autores, Lehueur e Amaral (2019) citam a utilização de pavimentos permeáveis. Compostos por elementos porosos e permeáveis, o que permite a passagem

de água da superfície para seu interior, são responsáveis pelo aumento da permeabilidade da bacia urbana.

Outra solução colocada pelos autores é a utilização de calçadas ecológicas drenantes. Composta por gramas e plantas, diferentemente das calçadas convencionais compostas por asfalto e concreto, apresentam impacto térmico menor e aumento do índice de infiltração no solo (LEHUGEUR; AMARAL, 2019).

Com tudo, nota-se que os autores apresentam argumentos semelhantes em relação as soluções das inundações em bacias urbanas, sendo as principais apontadas: utilização de reservatórios de controle de cheias; manutenção e limpeza dos equipamentos de drenagem; planejamento e gestão eficiente do uso e ocupação do solo. São citados ainda a utilização de pavimentos e calçadas permeáveis como forma de combater esse problema.

O *LEED* busca resgatar características naturais do ciclo hidrológico. As técnicas são elaboradas para simular as funções de armazenamento e infiltração da bacia pré-urbanizada. De acordo com Gutierrez e Carpes (2017) os métodos mais utilizados são: Micro reservatórios, Pavimentos Permeáveis, Telhados Verdes, Poço de Infiltração, Vala de Infiltração, Trincheira de Infiltração e Faixa Gramada.

2.2 HISTÓRICO DO *LEED* NO BRASIL

No Brasil, no ano de 2000, o Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveu o evento *CIB Symposium on Construction & Environment : Theory into Practice São Paulo*, CIB Simpósio sobre Construção e Meio Ambiente: Teoria em Prática São Paulo, considerado por Particelli (2018) como o início do desenvolvimento da sustentabilidade na construção civil no Brasil.

A introdução do *LEED* no Brasil ocorreu apenas anos depois, entre 2005 e 2006 com a certificação do empreendimento Curitiba Office Park (PETINELLI, 2017).

No ano de 2017, a cidade de São Paulo representava 56% das construções certificadas do território nacional e o Rio de Janeiro representava 16%, porém, apesar da região Sudeste apresentar maior número de projetos, a região Sul ainda se destaca por apresentar maior nível de certificação Platinum (PETINELLI, 2017).

A *USGBC*, em 2018, divulgou o ranking anual de países com maior número de projetos certificados. O Brasil se encontrava na 5ª posição geral, com 531 projetos certificados, atrás apenas dos Estados Unidos, com 33.632 projetos certificados, Canadá, com 3.254, China, com 1.494 e Índia, com 899 projetos (GBCB, 2018).

A categoria que mais se destaca no país é o *LEED EB O+M*, que certifica a operação e manutenção de edifícios já existentes, como é o caso do Berrini 500, que recebeu a certificação *LEED EB O+M* nível *GOLD* (GBCB, 2017 e PASSOS; BRUNA, 2019).

Os autores Passos e Bruna (2019) realizaram o mapeamento dos empreendimentos com certificação *LEED BD+C Core and Shell* em São Paulo e foi notado que sua maioria se encontra nos principais eixos corporativos de São Paulo, como a Avenida Paulista, a Avenida Faria Lima, a Avenida Berrini e Avenida das Nações Unidas.

2.3 CRÉDITO SSC4

O *LEED* é dividido em créditos de acordo com suas categorias, como: Materiais e Recursos, Qualidade Interna dos Ambientes, Inovação e Prioridades Regionais, Eficiência do Uso da Água e Terrenos Sustentáveis (PASSOS; BRUNA, 2019).

O crédito SSc4 se encontra na categoria de Terrenos Sustentáveis do *LEED v4.1* e tem como objetivo de reduzir o volume do escoamento superficial e melhorar a qualidade da água, buscando similaridade com a hidrologia natural do terreno, baseado em condições históricas e ecossistemas não desenvolvidos na região (USGBC, 2019).

O crédito se aplica as etapas de Projeto e Construção de Edifícios (BD+C): Novas construções, em que se enquadram nessa categoria novas construções ou grandes reformas, envoltórias e estrutura principal dos edifícios, prédios destinados a locação entregues com o exterior completo e acabamento do interior a cargo do locatário, escolas, lojas de varejo, centro de dados, galpões e centros de distribuição, hospedagem e unidades de saúde (JÚNIOR, 2019).

Para projetos de baixa densidade, os pontos da categoria do crédito SSc4 são conquistados pela porcentagem de água da chuva retida no terreno, conforme a tabela abaixo:

Quadro 1: Pontos por porcentagem de água de chuva retida para projetos de baixa densidade

Porcentagem de Água de Chuva retida	Pontos	Pontos para Unidades de Saúde
80%	1	1
85%	2	2
90%	3	2

Fonte: traduzido a partir do *LEED v4.1 Building Design and Construction* (USGBC, 2020, p.61)

De acordo com o guia do *LEED*, é necessário utilizar técnicas de desenvolvimento de baixo impacto, *low impact development (LID)* e infraestrutura verde, *green infrastructure (GI)* para conseguir atingir a porcentagem requerida.

Alguns dos exemplos de técnicas *LID* e *GI* são a instalação de telhados verdes, utilização de pavimentos permeáveis com bases e sub-bases de materiais porosos com no mínimo de espessura de 15 cm, reservatório de amortecimento e de águas de reuso, instalação de sistemas de infiltração de água de chuva e o plantio de jardins com espécies nativas ou adaptadas a região de implantação do projeto (USGBC, 2019).

Para projetos localizados em áreas de alta densidade, com valores de FAR^1 superiores a 1,5, os pontos são distribuídos conforme a tabela abaixo:

Quadro 2: Pontos por porcentagem de água de chuva retida para projetos de alta densidade

Porcentagem de Água de Chuva retida	Pontos	Pontos para Unidades de Saúde
70%	1	1
75%	2	2
80%	3	2

Fonte: traduzido a partir do *LEED v4.1 Building Design and Construction (USGBC, 2020, p.61)*

2.4 CÁLCULO NO BRASIL DO PERCENTIL ÁGUA DA CHUVA RETIDA NOS LOTES

No Brasil, o percentil é calculado da mesma maneira descrita anteriormente, porém, os dados são obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), institutos locais, mas também aeroportos, universidades, estações de tratamento de água ou diversos outros locais que tenham o histórico de precipitação do local estudado.

2.5 LEI DAS PISCININHAS

A Lei Municipal Nº 13.276 de 4 de janeiro de 2002, também conhecida como “Lei das Piscininhas”, foi originalmente criada para a cidade de São Paulo com o objetivo de amenizar problemas de cheias. Dada sua relevância tornou-se a Lei Estadual Nº 12.526 em 2 de janeiro de 2007.

A Lei Estadual Nº 12.526 exige a construção de reservatórios para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m²; Estabelece regras e medidas ao reuso de águas para aplicações não potáveis, sendo essas águas oriundas do tratamento de esgoto, captação da água de chuva e rebaixamentos de lençol freático.

A equação abaixo expressa o cálculo para encontrar o volume necessário do reservatório.

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t \quad (1)$$

O volume do reservatório (V) é obtido em m³, a área impermeabilizada (A_i) é fornecida em m², o índice pluviométrico (IP) é adotado igual a 0,06 m/h e o tempo de duração da chuva (t) é adotado igual a uma hora.

Especificamente para estacionamentos e similares, a Lei 12.526/07 exige que 30% da área de ocupação deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável (ASSEMBÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007).

Segundo o 3º artigo da Lei 12.526/07, a água contida no reservatório deve preferencialmente infiltrar no solo, ser despejada na rede pública de drenagem após uma hora de chuva, ou ser utilizada em finalidades não potáveis.

Segundo Tucci e Marques (2000), citado por Schujmann (2010), a utilização dos dispositivos de armazenamento é válida uma vez que são responsáveis por retardar o escoamento superficial e atenuar o pico das vazões a jusante, o que possibilita a recuperação da capacidade perdida pela bacia por conta da impermeabilização.

A reutilização da água para finalidades não potáveis é uma solução interessante. Além dos benefícios expostos acima, proporciona a diminuição de gastos financeiros e físicos (SANCHES FILHO; GARCIA; LIMA, 2013).

2.6 CÁLCULO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

A Orientação Técnica sobre a Implementação dos Requisitos de Escoamento de Águas Pluviais para Projetos Federais sob a Seção 438 da Lei de Independência e Segurança de Energia (*Technical Guidance on Implementing the Stormwater Runoff Requirements for Federal Projects under Section 438 of the Energy Independence and Security Act*) indica que podem ser utilizados métodos empíricos, estatísticos ou matemáticos para determinar o escoamento superficial.

Os métodos mais recomendados a serem utilizados são o Método Racional e o *Storm Water Management Model (SWMM)*.

2.6.1 Método Racional

O Método Racional tem resultados satisfatórios para bacias pequenas, aquelas com áreas inferiores a 2,0 km² (SOUZA, 2018) ou que tenham tempo de concentração menor que uma hora (PORTO, 1995) e baseado na Equação 2 (TUCCI, 2009).

$$Q = C \times i \times A \quad (2)$$

A vazão de projeto (Q) é obtido em m³/h, a área da bacia (A) é fornecida em m², a intensidade pluviométrica (i) fornecida em m/h e o coeficiente de escoamento superficial (C), adimensional.

2.6.1.1 Equação de Precipitações Intensas para São Paulo

Os dados de intensidade pluviométrica (i) podem ser obtidos através da Equação de Precipitações Intensas para São Paulo, dos autores Martinez e Piteri (2015), com histórico de dados do observatório IAG – E3-035R / DAEE de 1933 até os dias atuais.

$$i_{t,T} = 32,77(t + 20)^{-0,8780} + 16,10(t + 30)^{-0,9306}[-0,4692 - 0,8474 \ln \ln(T/T - 1)] \quad (3)$$

Sendo t a duração da chuva em minutos, com valores entre 10 e 1440 minutos, T o período de retorno em anos e i a intensidade pluviométrica.

2.6.1.2 Tempo de Concentração

O tempo de concentração corresponde ao tempo necessário para que o escoamento de superfície desloque do ponto mais afastado da bacia até um ponto em consideração. Para o cálculo desse parâmetro foi utilizada a equação de Chow *et al.* (1998):

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (4)$$

Sendo L a distância entre o ponto mais afastado da bacia até um ponto em consideração, em quilômetros, e H o desvio altimétrico entre esses pontos, em metros.

2.6.1.3 Área da Sub Bacia

A área da sub bacia pode ser expressa em quilômetros quadrados (km²) e hectares (ha) e ser calculada a partir de mapas digitalizados, sem levar em consideração a conformação da superfície, e com a ajuda de softwares computacionais de SIG (Sistemas de Informações Geográficas), como QGIS e GeoSampa de geoprocessamento, AutoCad para visualização e execução do traçado.

2.6.1.3 Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Também conhecido como coeficiente de *runoff* ou coeficiente de deflúvio, é obtido de acordo com o tipo, uso e ocupação do solo. Podendo ser relativo a uma chuva isolada ou a um intervalo de tempo em que várias precipitações ocorreram, e caso a bacia apresente mais de um uso deve ser utilizada uma média ponderada dos coeficientes encontrados e suas respectivas áreas.

Em função das simplificações consideradas no método, a aplicação do mesmo é recomendada para pequenas bacias, com área inferior a 3 km² ou tempo de concentração inferior a 1 h (PAZ, 2004).

Quadro 5 – Coeficientes de Escoamento Superficial

Ocupação do solo	C
<i>Edificações muito densas</i> : partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
<i>Edificações não muito densas</i> : partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
<i>Edificações com poucas superfícies livres</i> : partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
<i>Edificações com muitas superfícies livres</i> : partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
<i>Subúrbios com alguma edificação</i> : partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
<i>Matas, parques e campos de esportes</i> : partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Fonte: adaptado de Porto (1995)

3 METODOLOGIA

Com base na revisão da literatura e fundamentação teórica realizada sobre a Lei Estadual N° 12.526, conhecida como “Lei das Piscininhas” e explicada no item 2.5, o *LEED* e cálculo das vazões de contribuição da água da chuva, demonstrado no item 2.6, serão realizados estudos comparativos por meio de cálculos analíticos, ferramentas computacionais e modelagem computacional, entre o cenário atual da região da sub bacia do Córrego Iguatemi no município de São Paulo e a adoção da certificação *LEED* por parte dos empreendimentos comerciais e corporativos, a fim de obter o escoamento superficial de água da chuva retido em cada situação.

Os cálculos analíticos serão realizados através da utilização do Método Racional, com base na equação 2 citada no item 2.6.1, para se obter o volume mínimo de água da chuva a ser retido em cada lote.

Os dados de intensidade pluviométrica (i) serão obtidos através das Equação de Precipitações Intensas para São Paulo, do Observatório IAG – E3-035R / DAEE e para seu cálculo, será utilizada a equação de Chow *et al.* (1998) para a obtenção do tempo de concentração da bacia.

O coeficiente de escoamento superficial (C), será utilizado com base na tabela de Coeficientes de Escoamento Superficial do Porto (1995) assim, com a utilização de ferramentas computacionais, como QGIS, AutoCAD, Microsoft Excel e GeoSampa será obtido o coeficiente de escoamento superficial médio.

A área (A) será adotada igual a um lote médio de empreendimentos comerciais e corporativos. As áreas destinadas a uso predominantemente residencial (Zona de Predominância Residencial - ZPR) e uso estritamente residencial (Zona Estritamente Residencial - ZER) serão excluídas do cálculo do lote médio, uma vez que a análise será destinada apenas a empreendimentos comerciais e corporativos.

Em paralelo isso, realiza-se o cálculo mínimo de água da chuva a ser retido em cada lote com base na certificação *LEED* juntamente ao cálculo da vazão de projeto retida pelos reservatórios da Lei Estadual N° 12.526 para toda a extensão da micro bacia, excluindo-se apenas os lotes inferior a 500 m².

Com isso, será quantificada a diferença do escoamento superficial de água da chuva retido em cada situação e será possível obter o impacto da adoção da certificação *LEED* em comparação a utilização da “Lei das Piscininhas” na drenagem urbana da micro bacia.

4 RESULTADOS

Os resultados foram fundamentados em cálculos analíticos e ferramentas computacionais, aliados a revisão da literatura e a Lei Estadual N° 12.526, conhecida como “Lei das Piscininhas”. Também foi realizado o cálculo das vazões de contribuição da água da chuva, entre o cenário da sub

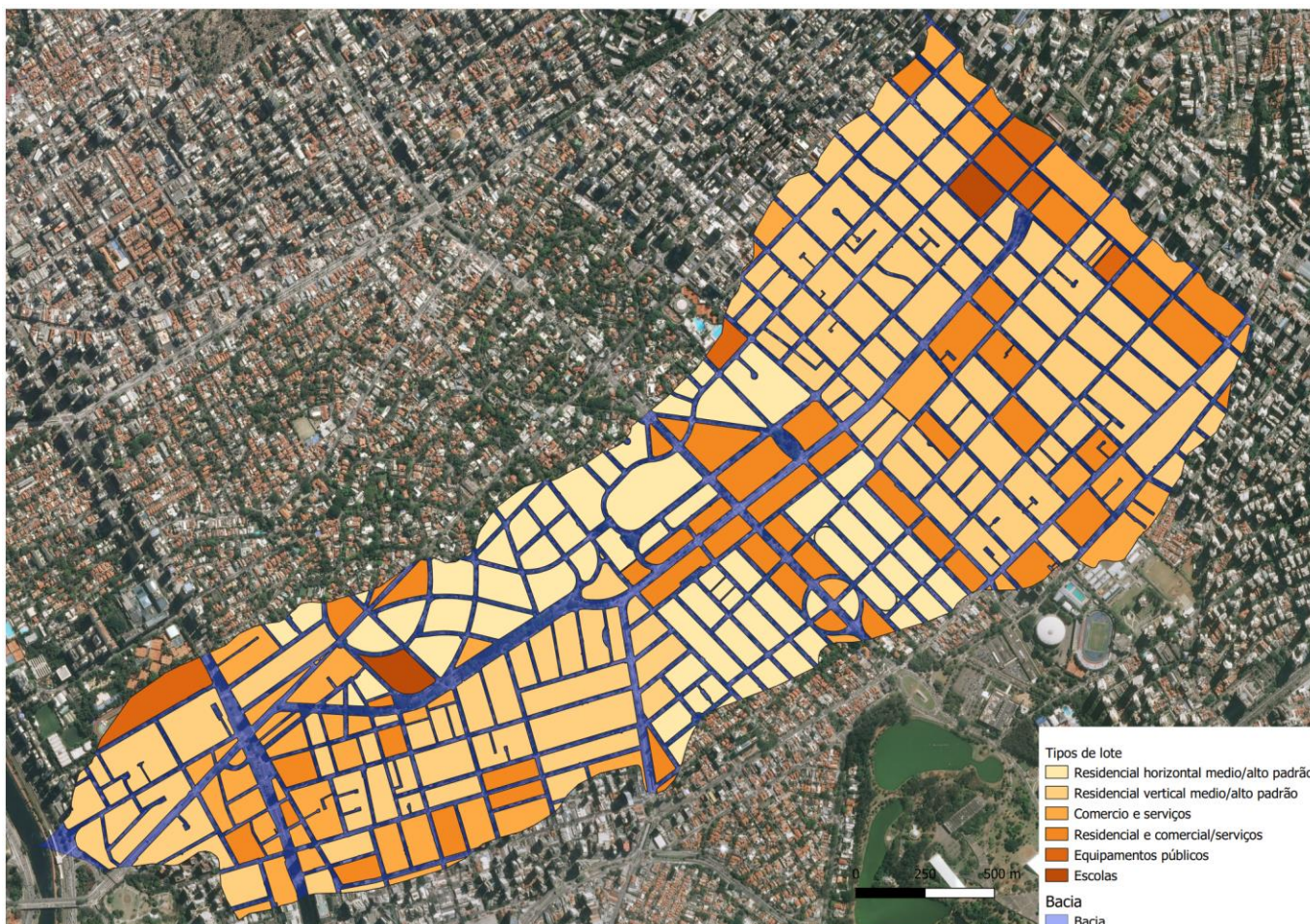
bacia do Córrego Iguatemi e a adoção da certificação *LEED* por parte dos empreendimentos comerciais, a fim de obter o respectivo escoamento superficial de água da chuva retido.

Os cálculos analíticos foram realizados através da utilização do Método Racional para se obter o volume mínimo de água da chuva a ser retido em cada lote.

Para isso, os dados de intensidade pluviométrica (i) foram obtidos através das Equação de Precipitações Intensas para São Paulo, do Observatório IAG – E3-035R / DAEE, sendo o tempo de retorno (T_R) adotado igual a 5, 10 e 25 anos e o tempo de concentração (t) igual a 66,4 minutos, calculado com base na equação de Chow *et al.* (1998).

A área da bacia (A) foi obtida através de ferramentas computacionais, como QGIS, AutoCAD. Com isso, foi obtido o vazão da bacia (Q) e transformada em volume da bacia (V) para o tempo de concentração da própria bacia.

Mapa 1 – Determinação da Área da Sub Bacia e Uso e Ocupação do Solo



Fonte: Os Autores

Tabela 1 – Determinação da Área da Sub Bacia

Tipo	Área (m ²)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00
Comercio e serviços	524.938,00
Residencial e comercial/serviços	663.971,00
Equipamentos públicos - parques	111.752,00
Escolas	43.297,00
Ruas e calçadas	1.299.359,00
Área da Bacia	5.243.374,00 m²
	524,3 ha
	5,2 km²

O coeficiente de escoamento superficial (C), foi calculado com base na tabela de Coeficientes de Escoamento Superficial do Porto (1995), e assim, com a utilização de ferramentas computacionais, como QGIS, AutoCAD e Microsoft Excel foi obtido o coeficiente de escoamento superficial médio levando em consideração a classificação e uso do solo, obtido através do GeoSampa (SÃO PAULO). Para o tempo de retorno superior a 10 anos, foi realizada a correção do coeficiente pela fórmula $C = 0,8 \times T^{0,1} \times C_{10}$ do Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, São Paulo, 2012.

Tabela 2 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial - $T_R = 5$ anos

Tipo	Área (m ²)		C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,5
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	524.938,00	10,01%	0,8
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,6
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,1
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,72

Tabela 3 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial - $T_R = 10$ anos

Tipo	Área (m ²)	%	C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	524.938,00	10,01%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,72

Tabela 4 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial - $T_R = 25$ anos

Classificação do C			
Tipo	Área (m ²)	%	C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	524.938,00	10,01%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Total	5.243.374,00	100,00%	0,72
Correção do C			0,79

Na sequência, para realizar a análise do volume retido da água da chuva com a adoção do *LEED* por 100.000,00 m² e 200.000,00 m² de terreno, equivalente a 10 e 20 prédios comerciais de 10.000,00 m² cada, foi calculado o volume da bacia novamente, para isso, foi adotado o coeficiente de escoamento superficial igual a 0,20, uma vez que segundo o *LEED*, para a aprovação no crédito SSc4, de 70% a 80% do volume de água da chuva precipitado no terreno deve ser absorvido ou reutilizado. Com essa adoção, foram realizados novamente os cálculos do coeficiente de escoamento superficial médio e da vazão da bacia.

Tabela 5 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial com a Certificação *LEED* - $T_R = 5$ anos

Tipo	Área (m ²)		C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	424.938,00	8,10%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	100.000,00	1,91%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,70

Tipo	Área (m ²)		C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	324.938,00	6,20%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	200.000,00	3,81%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,69

Tabela 6 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial com a Certificação *LEED* - $T_R = 10$ anos

Tipo	Área (m ²)	%	C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	424.938,00	8,10%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	100.000,00	1,91%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,70

Tipo	Área (m ²)	%	C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	324.938,00	6,20%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	200.000,00	3,81%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Área da Bacia	5.243.374,00	100,00%	0,69

Tabela 7 – Determinação do Coeficiente de Escoamento Superficial com a Certificação *LEED* - $T_R = 25$ anos

Tipo	Área (m ²)		C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	424.938,00	8,10%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	100.000,00	1,91%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Total	5.243.374,00	100,00%	0,70
		Correção do C	0,78

Tipo	Área (m ²)		C (adimensional)
Residencial horizontal médio/alto padrão	792.318,00	15,11%	0,50
Residencial vertical médio/alto padrão	1.807.739,00	34,48%	0,85
Comercio e serviços	324.938,00	6,20%	0,80
Residencial e comercial/serviços	663.971,00	12,66%	0,60
Equipamentos públicos - parques	111.752,00	2,13%	0,10
Escolas	43.297,00	0,83%	0,35
Edifícios Comercias com a adoção do <i>Leed</i>	200.000,00	3,81%	0,20
Ruas e calçadas	1.299.359,00	24,78%	0,75
Total	5.243.374,00	100,00%	0,69
		Correção do C	0,76

Com a área da bacia obtida, por meio de cálculos realizados dos coeficientes de escoamento superficial e intensidade pluviométrica para os tempos de concentração, foram calculadas as vazões e os volumes de água represados no terreno.

Tabela 8 – Tabela de Volumes de Água Captada com a Adoção do *LEED*

Tc (minutos)	Tr (anos)	Área (Km ²)	C(adimensional)	i t, T (m/h)	Vazão (m ³ /s)	Volume (m ³)
66,4	5	5.243.374,00	0,72	0,05	52,37	208.583,86
66,4	10	5.243.374,00	0,72	0,06	61,49	244.909,83
66,4	25	5.243.374,00	0,79	0,07	80,59	320.988,92
Adoção do LEED em 200.000,00 m²						
66,4	5	5.243.374,00	0,69	0,05	50,70	201.912,59
66,4	10	5.243.374,00	0,69	0,06	59,52	237.076,72
66,4	25	5.243.374,00	0,76	0,07	78,02	310.722,52
Adoção do LEED em 100.000,00 m²						
66,4	5	5.243.374,00	0,70	0,05	51,53	205.248,22
66,4	10	5.243.374,00	0,70	0,06	60,51	240.993,28
66,4	25	5.243.374,00	0,78	0,07	79,30	315.855,72
Adoção da Piscininhas em toda a bacia menos residencial						
66,4	5	5.243.374,00	0,72	0,05	52,37	188.728,17
66,4	10	5.243.374,00	0,72	0,06	61,49	225.054,14
66,4	25	5.243.374,00	0,79	0,07	78,02	301.133,22

Para encontrar a diferença que a “Lei das Piscininhas” faz no escoamento superficial da bacia, foi utilizada a Equação da “Lei das Piscininhas”, considerando todos os tipos de lotes excluindo o residencial horizontal médio/alto padrão, ruas e calçadas. Foram desconsiderados esses lotes pois são menores que 500m² e ruas e calçadas não são consideradas na lei.

O volume teórico do reservatório, foi subtraído do volume total, para encontrar escoamento superficial da bacia. Para um período de retorno de 5, 10 e 25 anos e mantendo-se o tempo de concentração, foram calculados os volumes de escoamento superficial de água na sub bacia. Através da Equação de Precipitações Intensas para São Paulo e com os resultados obtidos apresentados na tabela abaixo, conclui-se que a aplicação do *LEED* propicia uma maior eficiência no represamento de água do que adotando a “Lei das Piscininhas”, quando executada em uma mesma área.

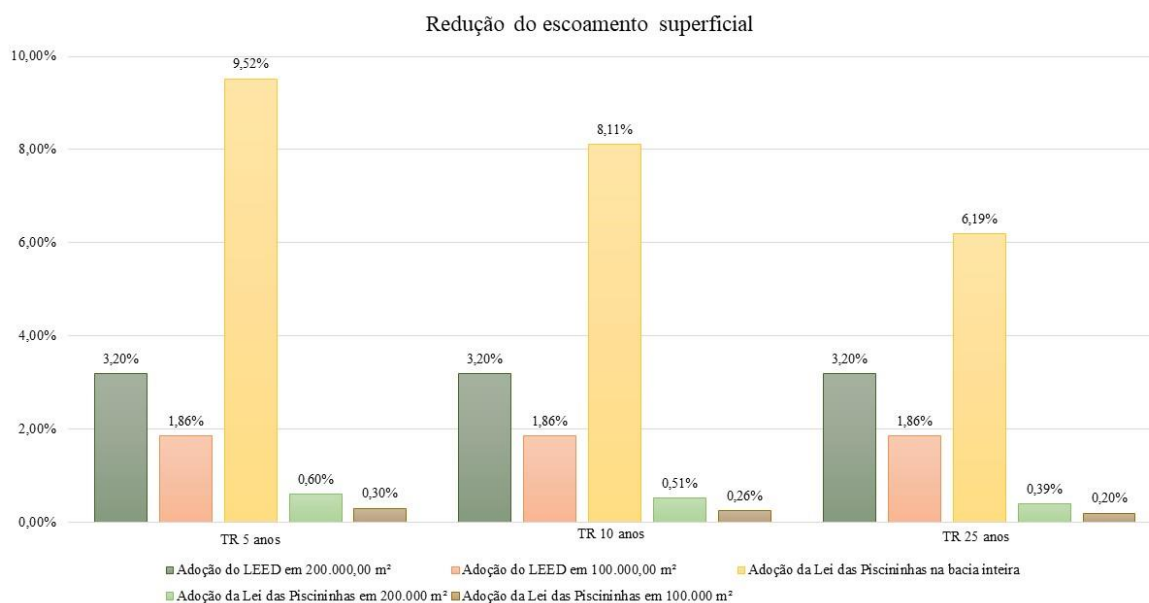
No entanto, a “Lei das Piscininhas” é aplicada em toda a extensão da sub bacia, enquanto o *LEED* é usualmente aplicado apenas em áreas comerciais, devido ao seu elevado valor.

No presente trabalho, foi considerada a sua aplicação em apenas 100.000,00 m² e 200.000,00 m² devido aos critérios já apontados anteriormente. Para permitir a comparação das metodologias em áreas iguais foram criados dois cenários, em que a “Lei das Piscininhas” foi aplicada em 100.000,00 m² e 200.000 m².

Tabela 9 – Tabela Comparativa da Adoção do *LEED* e a “Lei das Piscininhas”

Tempo de retorno (anos)	Volume (m ³)	Diferença em relação ao original
Bacia original		
5	208.583,86	-
10	244.909,83	-
25	320.988,92	-
Adoção do <i>LEED</i> em 200.000,00 m²		
5	201.912,59	3,20%
10	237.076,72	3,20%
25	310.722,52	3,20%
Adoção do <i>LEED</i> em 100.000,00 m²		
5	204.704,77	1,86%
10	240.355,19	1,86%
25	315.019,41	1,86%
Adoção da Lei das Piscininhas na bacia inteira		
5	188.728,17	9,52%
10	225.054,14	8,11%
25	301.133,22	6,19%
Adoção da Lei das Piscininhas em 200.000 m²		
5	207.323,86	0,60%
10	243.649,83	0,51%
25	319.728,92	0,39%
Adoção da Lei das Piscininhas em 100.000 m²		
5	207.953,86	0,30%
10	244.279,83	0,26%
25	320.358,92	0,20%

Gráfico 1 – Gráfico comparativo da Adoção do *LEED* e a “Lei das Piscininhas”



Para efeito de comparação numérica, por exemplo, em um período de retorno de 10 anos e uma bacia de 200.000,00 m², empregando-se a metodologia do *LEED*, é possível reduzir o escoamento superficial em 3,20% em relação a sub bacia modelo. No entanto, quando a “Lei das Piscininhas” é aplicada, nessa mesma área de 200.000,00 m² e período de retorno de 10 anos, a redução foi de 0,51%.

5 DISCUSSÃO

A aplicação do *LEED* torna-se mais eficiente porque considera que 80% da água precipitada no terreno mantém-se retida no próprio terreno. Em contrapartida, a “Lei das Piscininhas” retém apenas 15% da água recebida.

Apesar de ser mais eficiente, o *LEED* torna-se inviável na maior parte das vezes e não abrange toda a sub bacia, uma vez que exige grandes intervenções no projeto. A aplicabilidade também é limitada a edifícios comerciais de alto-padrão, pois exige alto investimento nas instalações e o único retorno é a certificação, trazendo visibilidade pelo apelo sustentável.

A “Lei das Piscininhas” é aplicável em todas as edificações maiores que 500 m². Sendo assim, como o objeto de estudo deste trabalho é uma região com lotes maiores que este parâmetro, excluindo-se as áreas residenciais, torna-se exequível por toda extensão da sub bacia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A certificação *LEED* trazida para o Brasil dos Estados Unidos, possui alguns aspectos que não são próprios para a realidade brasileira. Entretanto, deve-se incentivar a aplicação destas certificações, visto que contribuem de forma benéfica para construções sustentáveis e a sociedade como um todo.

Posto isto, a “Lei das Piscininhas”, também é importante. Além de abranger uma maior quantidade de lotes, também de forma muito positiva, traz menos estresse do sistema de drenagem urbana do município. Por consequência disto, apresenta-se como uma alternativa mais adequada a realidade brasileira pois não demanda alto investimento nas instalações e pode ser implantada de uma maneira mais rápida.

Cabe ressaltar que, atualmente, o uso de certificações nas edificações é uma ferramenta que se faz necessária, não por acaso, ganham mais adeptos a cada ano. Portanto, as construtoras estão cada vez mais cientes de que a aplicação de uma certificação em uma obra, apesar de trazer acréscimo de custo final, traz benefícios de maneira assertiva ao meio ambiente e aos usuários.

REFERÊNCIAS

ANDRADE SOBRINHO, Renavan; NEVES, Raimundo Freitas. **AÇÕES INTEGRADAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO ESTADO DA BAHIA: O ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE LAURO DE FREITAS (BA)**. 2015. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/12780>. Acesso em: 26 abr. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. **PRECIPITAÇÕES INTENSAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**. 2018. Disponível em: http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=743%3Apluviografia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30. Acesso em: 09 jun. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU. **Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do município de São Paulo: lei municipal no. 16.402 de 22 de março de 2016**; zoneamento ilustrado. São Paulo: SMDU, 2016.

CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: Aspectos Tecnológicos: Diretrizes para Projetos**. 2012. Acesso em: 27 abr. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: Aspectos Tecnológicos: Fundamentos**. 2012. Acesso em: 27 abr. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: Gerenciamento do Sistema de Drenagem Urbana**. 2012. Acesso em: 27 abr. 2020.

COSTA, Fernando Luís de Oliveira. **Eficiência energética e certificação LEED no Brasil: análise de créditos obtidos por empreendimentos certificados entre 2009 e 2018**. 2019. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1989>. Acesso em: 03 jun. 2020.

CUEVAS, Thaís de Biasi. **Estudo de caso: a importância de sistemas de certificação AQUA-HQE e LEED para a economia de água em edificações**. 2017. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/>. Acesso em: 26 abr. 2020.

GBC Brasil, 2014. **LEED v4 para PROJETO E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS (BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION)**. Disponível em: https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2019/08/LEED_v4_BDC_10_01_14_PT_3_24_17.pdf. Acesso em: 09 jun. 2020.

GIAROLA, Isabela Belmira Santos; ALMEIDA NETO, José Oliveira de; PAULA, Rafaela Teixeira. **AS ENCHENTES E A URBANIZAÇÃO DO RIO PARAIBUNA – MG**. 2017. Disponível em: <https://conferencias.ufrj.br/index>. Acesso em: 26 abr. 2020.

KLEIN, Augusto Perius. **Levantamento do sistema de drenagem urbana da área central do Município de Santo Ângelo (RS)**. 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3552>. Acesso em: 27 maio 2020.

LEAL, Miguel. **ÁGUA E TERRITÓRIO: um tributo a catarina ramos. UM TRIBUTO A CATARINA RAMOS**. 2019. Disponível em: <http://edicoes-ceg.vitraldigital.com/publicacao.asp?id=418>. Acesso em: 09 jun. 2020.

LEHUGEUR, Francielle de Paulo; AMARAL, Diego Roger Borba; et al. **SOLUÇÕES PARA MINIMIZAR AS INUNDAÇÕES NA ÁREA CENTRAL DE PATOS DE MINAS**. 2019. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index>. Acesso em: 26 abr. 2020.

LIMA, Nathana Alcântara. **Comparação entre métodos de dimensionamento de sistemas de drenagem em aeródromos**. 2014. Disponível em: <http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/display.php?File=tg2014-13.php>. Acesso em: 03 jun. 2020.

MACHADO, Bruna Alves; SILVA, Juliana Cristina Gonçalves da; FILHO, João Alexandre Paschoalin. **Drenagem urbana com aproveitamento de cava abandonada no bairro de**

Guaianases, São Paulo. 2019. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/2205. Acesso em: 26 abr. 2020.

MARCENA, Édipo Marques *et al.* **ÁGUA DE USO DOMÉSTICO, CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO.** 2017. Disponível em: <https://needoc.net/agua-de-uso-domestico-captacao-e-reutilizacao>. Acesso em: 09 jun. 2020.

MARTINS, Isabele Roca. **O SELO DE RECONHECIMENTO INTERNACIONAL DE OBRA SUSTENTÁVEL LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN).** 2019. Disponível em: <http://dspace.feituverava.com.br/jspui/handle/123456789/3180>. Acesso em: 27 maio 2020.

MARTINS, Sergio Quintino. **VERIFICAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E DAS ÁREAS COM RISCO DE EROSIÃO NO BAIRRO ITAMARATY 2º ETAPA EM ANÁPOLIS, GO.** 2019. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8676/1/TCC2%202019_1%20S%C3%A9rgio%20Quintino.pdf. Acesso em: 27 maio 2020.

OLIVEIRA, Cláudia Rosane Mathias Duarte de. **A CERTIFICAÇÃO LEED NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2017. Disponível em: <https://servicos.unitoledo.br/repositorio/handle/7574/228>. Acesso em: 27 maio 2020.

OLIVEIRA, Marcos Lucas de. **Método estruturado para certificação LEED BD + C: novas construções ou grandes reformas.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/18475>. Acesso em: 27 maio 2020.

PARTICELLI, Tatyana. **Aspectos práticos da Certificação LEED: exemplo de aplicação em unidade multifamiliar.** 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025519.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

PASSOS, Luisa Sapienza; BRUNA, Gilda Collet. **CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED: MAPEAMENTO EM SÃO PAULO.** 2019. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3025>. Acesso em: 27 maio 2020.

RAMME, Ernani José; KRUGER, Cláudio Marchand. **DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO.** 2007. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/09701c056380d391b732c8ed68eb42cb_e3f6962ac31256e3e899b8856b4eead0.pdf. Acesso em: 03 jun. 2020.

ROSSMAN, Lewis A.. **SWMM 5.0: manual do usuário. MANUAL DO USUÁRIO.** 2010. Disponível em: http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/swmm/SWMM_2012.pdf. Acesso em: 09 jun. 2020.

SANCHES FILHO, José Gilberto B.; GARCIA, Robinson Siqueira; LIMA, Sylvia Cristina de Paula. **A Lei das “Piscininhas” no Município de São Paulo.** 2013. Disponível em: http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=7422. Acesso em: 09 jun. 2020.

SANTOS, Gabriella de Sousa; MONTEIRO, Laís Soares; SUZANA, Pedro Gustavo Borges. **Enchente Urbana: Causas e Soluções na Cidade de Vicente Pires - DF.** 2019. Disponível em:

<https://qe.iweventos.com.br/upload/trabalhos/t1arquivo/asHGAr2UtTcbtuqteNO32apToX4.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.

SARAMAGO, Rita de Cássia Pereira; LOPES, João Marcos Almeida de. **CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES PARA USO RESIDENCIAL: ANÁLISE CRÍTICA**. 2019. Disponível em: http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/038_f_certificacao_ambiental_de_33.pdf. Acesso em: 03 jun. 2020.

SCHUJMANN, Oliver Sototuka. **Estudo da viabilidade técnica de utilização de geotêxteis não tecidos para filtração da água da chuva**. 2010. Disponível em: http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-10022011-173150/publico/Schujmann_Oliver_Sototuka.pdf. Acesso em: 03 jun. 2020.

SILVA, Beatriz Livia Assis; OLIVEIRA, Ingrid de Cássia Alves de; BUENO, Luana Lais Nascimento; SILVA, Tamires Paulo da Silva; RODRIGUES, Júlio César Swartele; AMARANTE, Mayara dos Santos; *et al.* **CONJUNTO DE DRENAGEM URBANA NAS CIDADES E SUA IMPORTÂNCIA NA REDUÇÃO DE INUNDAÇÕES E ENCHENTES**. 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/>. Acesso em: 26 abr. 2020.

SILVA, Camila de Mello *et al.* **AValiação de cenários com medidas de controle do escoamento no sistema de drenagem em uma área urbana**. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Camila_Silva108/publication/337718193_AVALIACAO_DE_CENARIOS_COM_MEDIDAS_DE_CONTROLE_DO_ESCOAMENTO_NO_SISTEMA_DE_DRENAGEM_EM_UMA_AREA_URBANA/links/5de694aba6fdcc2837033fb3/AVALIACAO-DE-CENARIOS-COM-MEDIDAS-DE-CONTROLE-DO-ESCOAMENTO-NO-SISTEMA-DE-DRENAGEM-EM-UMA-AREA-URBANA.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

SILVEIRA, Heitor Koerich da; OLIVEIRA, Lucas de Guimarães de. **Certificações ambientais LEED, AQUA e EDGE aplicáveis a edifícios residenciais: comparativo em estudo de caso**. 2019. Disponível em: <https://riuni.unisul.br/handle/12345/7526>. Acesso em: 27 maio 2020.

SOUSA, Raimundo Expedito dos Santos; GONÇALVES, Guilherme Felipe Ganime. **UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS DECORRENTES DE INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**. 2018. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unisul.br/index>. Acesso em: 26 abr. 2020.

SOUZA, Luciana Coutinho Pagliarini. **A expressão do ornamento contemporâneo na construção do imaginário urbano na avenida Faria Lima**. 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556965>. Acesso em: 03 jun. 2020.

SOUZA, Ricardo Cesar Conrado de. **Método para dimensionamento eficiente de reservatórios de contenção de cheias para a cidade de Curitiba-PR**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/3105>. Acesso em: 03 jun. 2020.

TASCA, Fabiane Andressa; FINOTTI, Alexandra; POMPEO, Cesar Augusto; GOERL, Roberto Fabris. **O PAPEL DA DRENAGEM URBANA NA PREVENÇÃO DE DESASTRES HIDROLÓGICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ AÇU**. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index>. Acesso em: 26 abr. 2020.

USGBC, 2020. **LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION**. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed/v41>. Acesso em: 09 jun. 2020.