

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**COMPARATIVO ENTRE OS COEFICIENTES DE
ESCOAMENTO DE UM TELHADO CONVENCIOANL E UM
TELHADO VERDE**

ISABELA DE SOUSA PEDROSA

Rio Verde, GO
2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**COMPARATIVO ENTRE OS COEFICIENTES DE
ESCOAMENTO DE UM TELHADO CONVENCIOANL E UM
TELHADO VERDE**

ISABELA DE SOUSA PEDROSA

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Coorientadora: Bruna Elói do Amaral

Rio Verde – GO

Abril, 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

PP372c Pedrosa, Isabela de Sousa
Comparativo entre os coeficientes de escoamento de um telhado convencional e um telhado verde / Isabela de Sousa Pedrosa; orientador Marconi Batista Teixeira; co-orientadora Bruna Elói do Amaral. -- Rio Verde, 2021.
32 p.

TCC (Graduação em Engenharia Civil) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. sistema convencional . 2. sistema verde . 3. sustentabilidade. 4. escoamento superficial . 5. impermeabilidade do solo. I. Teixeira, Marconi Batista , orient. II. do Amaral, Bruna Elói , co-orient. III. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Isabela de Sousa Pedrosa

Matrícula: 2016102200840504

Título do Trabalho: Comparativo entre os coeficientes de escoamento de um telhado convencional e um telhado verde

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/06/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 27/ maio/ 2021.

Isabela de Sousa Pedrosa
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



Ciente e de acordo:

Assinatura do Orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 32/2021 - UCPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO (TC)

ANO	SEMESTRE
2021	1º

No dia 19 do mês de abril de 2021, às 19 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Marconi Batista Teixeira, Édio Damásio da Silva Júnior e Flávio Hiochio Sato, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “Comparativo entre os coeficientes de escoamento de um telhado convencional e um telhado verde”, da acadêmica Isabela de Sousa Pedrosa, Matrícula nº 2016102200840504 do curso de Engenharia Civil do IF Goiano – Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do acadêmico. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 19 de abril de 2021.

Marconi Batista Teixeira

Orientador

Assinado eletronicamente

Édio Damásio da Silva Júnior

Membro

Assinado eletronicamente

Flávio Hiochio Sato

Membro

Assinado eletronicamente

Observação:

() O acadêmico não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Edio Damasio da Silva Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/05/2021 22:58:54.
- **Flavio Hiochio Sato**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/05/2021 18:19:05.
- **Marconi Batista Teixeira**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UCPG-RV, em 20/05/2021 18:03:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 270764

Código de Autenticação: ff0bff0cc6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

Primeiramente deixo meu agradecimento a Deus, que me guiou e iluminou para que eu pudesse trilhar minha vida e minha faculdade com suas bênçãos e possibilitado eu buscar todos os meus sonhos e objetivos.

Agradeço aos meus pais, Rosângela e Joaquim, que sempre estiveram do meu lado, me ajudando e me apoiando nas minhas decisões, fizeram sempre tudo que estivesse em seu alcance para me dar o melhor e me dando força e amor nos momentos difíceis.

À minha irmã Thayná, principalmente, por sempre me ajudar no que era preciso, me apoiando, me ajudando nos primeiros anos de faculdade, me dando força e amor sempre que eu precisava.

À minha família, em especial aos meus avós que sempre estiveram comigo, e ao meu avô que não está mais aqui para poder presenciar esse momento, mas com certeza está me dando forças do céu, e a minha madrinha Joana, que sempre esteve ao meu lado se preocupando e me apoiando.

À equipe que trabalha comigo no escritório de arquitetura, principalmente a Renata Pedroso, minha gestora, que sempre me apoiou e me disponibilizou para que pudesse sempre estar firme na faculdade, e me ajudando passando seu vasto conhecimento, colaborando de forma inexplicável ao meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo, sendo na faculdade ou fora dela, me ajudando no que fosse preciso, me dando apoio sempre.

Ao Instituto Federal Goiano campus Rio Verde pela oportunidade e suporte ao meu ensino superior e à minha caminhada no decorrer desses anos.

Agradeço aos professores que repassaram seus conhecimentos a mim, em especial à professora Bruna Campos, professor Marconi Teixeira e professora Bruna Elói, que foram marcantes na minha trajetória da faculdade, sendo não só referência como professores, mas também sendo um exemplo para mim como profissionais e principalmente como pessoas.

RESUMO

Durante anos, as grandes cidades vem sofrendo com problemas de infraestrutura urbana, como por exemplo as enchentes. O grande volume de chuva somado com a pequena quantidade de áreas permeáveis nas cidades vem trazendo grandes prejuízos tanto ao governo quanto aos cidadãos. Um das soluções para a diminuição do escoamento superficial proveniente das precipitações é a substituição de telhados convencionais por telhados verde, composto por um sistema de camadas, e que também podendo trazer assim um maior conforto térmico dentro das estruturas aplicadas. O objetivo desse trabalho foi analisar, de forma comparativa, a eficácia na diminuição do escoamento superficial dos dois telhados utilizados, o convencional e a cobertura verde. Para isso, foram construídas duas estruturas, que simularam dois tipos de cobertura, uma convencional e outra com vegetação, sobre as quais foram simuladas chuvas, sendo os ensaios realizados à curto prazo. De acordo com os resultados dos ensaios, foi possível analisar uma redução de, em média, 40,65% no escoamento superficial a partir da utilização do telhado verde, promovendo assim um menor volume escoado. Todavia, observou-se que a eficiência do sistema pode ser alterada pelo tempo de precipitação, a área a ser estudada e a espessura da camada de substrato.

Palavras-chave: Sistema convencional, cobertura verde, escoamento superficial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Jardins Suspensos da Babilônia	14
Figura 2. Telhado Verde na Alemanha	15
Figura 3. Palácio Gustavo Capanema	15
Figura 4. Camadas do Telhado Verde	17
Figura 5. Estrutura para sustentar as camadas do telhado	19
Figura 6. Camadas utilizadas na estrutura do telhado verde experimental.....	20
Figura 7. Estrutura simulando o telhado convencional	21

LISTA QUADROS

Quadro 1. Técnica utilizada pelos SUDS	13
Quadro 2. Comparação de telhados verdes extensivos e intensivos	16
Quadro 3. Volumes aplicados em cada ensaios.....	22
Quadro 4. Vazões resultantes no telhado convencional com intervalos de 30 minutos...	23
Quadro 5. Coeficientes de escoamento superficial do telhado convencional com intervalos de 30 minutos.....	23
Quadro 6. Vazões resultantes no telhado verde com intervalos de 30 minutos.....	24
Quadro 7. Coeficientes de escoamento superficial do telhado verde com intervalos de 30 minutos.....	24
Quadro 8. Volumes e coeficientes de escoamento superficial do telhado convencional com intervalos de 4 horas.....	25
Quadro 9. Volumes e coeficientes de escoamento superficial do telhado verde com intervalos de 4 horas.....	25

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Sustentabilidade	9
2.1.1 Sustentabilidade no Brasil	9
2.2 Drenagem Urbana	10
2.2.1 Microdrenagem	11
2.2.2 Macrodrenagem	11
2.2.3 Consequência da impermeabilidade do solo	11
2.2.4 Drenagem urbana sustentável	12
2.3 Telhado Verde	13
2.3.1 Histórico	13
2.3.2 Classificação da cobertura de acordo com o tipo de vegetação	15
2.3.3 Estrutura e componetes	16
2.3.4 Vantagens e desvantagens	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Estrutura Simulando Telhado Verde	19
3.2 Estrutura Simulando Telhado Convencional	20
3.3 Método Utilizado Nos Sistemas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	27
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

O planeta vem cada vez mais sofrendo com o desequilíbrio ambiental provocado pela expansão da urbanização, com o aumento das construções que ocupam o solo. Com isso, a busca por alternativas que possam minimizar os danos causados vem ganhando cada vez mais força e permitindo que ideias sustentáveis ganhem espaço em meio ao mundo globalizado.

Em meados do século XX, o Brasil sofreu um êxodo rural, que consistiu em uma grande massa populacional migrando da área rural para os grandes centros urbanos. Com isso, houve um avanço urbanístico de forma desordenada, e conseqüentemente um aumento do índice de impermeabilização do solo, trazendo várias conseqüências ambientais e ao cotidiano dessa população, entre eles a ocorrência de enchentes.

Segundo o IBGE (2014), em torno de 1.543 municípios foram atingidos diretamente pelas enchentes entre os anos de 2008 e 2012, gerando mais de 8 mil ocorrências. Essa situação acabou deixando mais de 1 milhão e 400 mil desabrigados ou desalojados.

Essa contrariedade também é reflexo da supressão de perspectiva metódica acerca da elaboração da macrodrenagem e da grande quantidade de municípios que não apresentam legislação e instrumentos de planejamento, como por exemplo um Plano Diretor, o qual tem por meta a regularização do uso e ocupação do solo. Assim, houve a necessidade de se adquirir e planejar novas alternativas para a diminuição dessa problemática, sendo uma delas a substituição dos telhados convencionais por telhados verdes.

Contudo, a concepção dessa forma de telhado não é tão moderna como se pensa, visto que uma das Maravilhas do Mundo Antigo, os Jardins Suspensos da Babilônia, construídos antes de Cristo, traziam o mesmo formato e ideia que os atuais.

O conceito de telhado verde vem ganhando destaque nos grandes centros por ser um método que possa suprir as áreas verdes, com melhor aproveitamento de espaços nas cidades. Essa alternativa consiste em uma técnica arquitetônica de caráter sustentável, a qual baseia-se na implantação de vegetação como cobertura de edificações, que proporcionará a captação das águas pluviais e energia solar, trazendo um bom isolamento térmico e acústico.

O objetivo desse trabalho foi comparar a eficiência da captação das águas pluviais entre o telhado convencional, com telhas de fibrocimento e calhas, e o telhado verde, composto por uma camada drenante, um sistema modular e a cobertura de vegetação. Para isso, foram simulações de chuvas sobre as estruturas montadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sustentabilidade

Com o avanço dos problemas ambientais, e com a evolução da globalização e informação, houve alterações consideráveis das prioridades nas relações internacionais. Com isso, a ONU convocou uma Conferência das Nações Unidas acerca do Ambiente Humano, que aconteceu em Estocolmo em 1972, tendo como principal objetivo a criação da ONU Meio Ambiente.

Segundo Handl (2012), Estocolmo representou uma primeira avaliação do impacto humano global sobre o meio ambiente, como uma tentativa de forjar uma visão comum básica sobre como enfrentar o desafio de preservar e melhorar o ambiente humano. Com isso, outras conferências foram surgindo, com o intuito de fortalecer as ideias de preservação do meio ambiente, sendo uma das principais a RIO-92, a qual reconheceu o conceito de desenvolvimento sustentável e deu origem a ações modulares que tinham como principal intuito a proteção do meio ambiente. O desenvolvimento sustentável consiste na satisfação das necessidades das atuais gerações sem que isso afete as futuras.

Visando as melhorias para as gerações futuras, a ONU definiu, em 2015, dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável assinados por líderes mundiais para que seja erradicada a pobreza e aumento o desenvolvimento econômico, social e ambiental em uma escala global até o ano de 2030, sendo denominada essa ação de Agenda 2030.

2.1.1 Sustentabilidade no Brasil

O conceito de sustentabilidade vem ganhando cada vez mais força no Brasil, fazendo com que as políticas públicas atribua mais importância a esse modelo de crescimento econômico, onde recursos essenciais para a vida não se esgotem no futuro. Em 1965, foi promulgada a Lei Federal 4771, que veio para estabelecer o Código Florestal brasileiro, e em seguida foi elaborada, em 1967, a Lei 5197 a qual dispõe sobre a proteção a fauna e flora do país. Outra importante legislação brasileira é o PNMA (Política Nacional de Meio Ambiente), criada em 1981, tem como principal intuito auxiliar no fortalecimento das instituições ambientais presente no Brasil e reforçar a gestão ambiental no país.

Em 2002, o IBGE deu início a construção dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) no Brasil, o qual possui como principal objetivo dar continuidade e concretizar os ideais criados na RIO-92, em relação a vários aspectos, entre eles o meio ambiente. Atualmente, o país possui cidades que visam o desenvolvimento sustentável como uma das suas principais características, sendo uma das famosas, a cidade de Curitiba, a qual apresenta um planejamento urbano estratégico, para diminuir os impactos ambientais.

No ano de 2020 foi promulgada a lei N° 14.026 trazendo um marco para o saneamento básico no Brasil, a qual estabelece novas diretrizes e uma visão geral sobre os serviços públicos e suas etapas.

2.2 Sistema De Drenagem Urbana

Com a evolução dos grandes centros, o governo adquire a função de controle nas áreas de saneamento e controle de doenças, as quais são causadas pelas grandes aglomerações e a falta de higiene. Segundo Pinheiro e Santos (2019), as políticas públicas voltadas ao controle sanitário é de extrema importância e é fundamentada para argumentações teóricas e científicas, mostrando assim a valia da instalação de serviços voltados a distribuição de água tratada, recolhimento do esgoto e drenagem urbana.

Entretanto, o aumento da urbanização não interfere somente na gestão de saneamento básico, mas também em fatores ambientais, fazendo com que a infraestrutura urbana não consiga comportar certos problemas gerados por essas mudanças. Alguns desses problemas estão relacionados diretamente ao solo, como erosões e assoreamentos, além da impermeabilização do solo ocasionada pelo grande avanço das cidades sem um plano urbanístico específico.

Marques (2006) cita que, no Brasil, o sistema de drenagem urbana foi construído com o passar dos anos de uma maneira descontínua, sob o aspecto de um inadequado planejamento e sob o critério de escoamento rápido das águas pluviais do meio urbano. Essa descontinuidade faz com que o sistema não comporte de forma igual a demanda fluvial. Com isso, é de grande valia, que os centros urbanos possuam uma infraestrutura de drenagem das águas pluviais planejada, contendo um maior número de áreas para a infiltração, retenção e transporte dos afluentes.

2.2.1 Microdrenagem

Os sistemas de microdrenagem são estruturas compostas por condutos, sendo eles no loteamento ou na rede primária urbana, que transportam as águas pluviais provenientes do escoamento superficial para os elementos da macrodrenagem, que devem ser dimensionados levando em consideração a precipitação em níveis moderados, para atender todo tipo de demanda, sem causar transtornos. Como afirma Moreira e Baptista (2017), o sistema é composto por dispositivos clássicos – sarjetas, bocas de lobo e rede de condutos – complementados por técnicas compensatórias com foco na infiltração.

“A construção da rede de microdrenagem deve prever o uso de dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos, evitando assim, a transferência para o interior da rede.” (RIGHETTO, 2009). Apesar disso, mesmo com a utilização desses dispositivos, a má manutenção periódica dessa rede pode produzir consequências prejudiciais, pois a não limpeza desses instrumentos que compõem o sistema pode acarretar o seu entupimento, e conseqüentemente o aumento das enchentes.

Para o cálculo do sistema, é necessário analisar o levantamento topográfico, as redes já existentes, e a urbanização, a qual determina o tipo de ocupação da área, a porcentagem de permeabilidade dos lotes, e os dados relativos aos cursos de água do local receptor.

2.2.2 Macrodrenagem

O sistema de macrodrenagem é aquele composto por dispositivos de maior porte, em que o seu escoamento contém a drenagem de áreas urbanizadas, recebendo os afluentes da microdrenagem, ou de áreas não urbanizadas.

“É constituído pelos principais talvegues, fundo de vale, curso d’água, independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais.” (KORZENIESKI, 2016).

2.2.3 Consequência da impermeabilidade do solo

A impermeabilização do solo traz grandes consequências e prejuízo para o meio, sendo acarretado pela colocação de asfalto, cimento, e outras coberturas impermeáveis em locais que eram permeáveis, e com isso, o surgimento de diferentes problemas socioambientais, como

enchentes e deslizamento em áreas urbanas. Segundo Tucci (2009), além das enchentes por razão da impermeabilidade do solo, o desenvolvimento urbano também contribui para a obstrução do escoamento, como aterros, pontes e drenagens inadequadas.

Em um levantamento realizado pelo IBGE, foi constatado que 40,9% dos municípios brasileiros sofreram com pelo menos 1 tipo de desastre natural em decorrência de desastres causados por chuvas, e conseqüentemente pela impermeabilização do solo.

2.2.4 Drenagem urbana sustentável

Com a grande demanda populacional e, conseqüentemente, o aumento no índice de impermeabilidade do solo, mostrou-se a necessidade da adoção de novos sistemas de drenagem urbana, com maior eficiência de escoamento e projetos mais sustentáveis.

De acordo com Kobayashi et al. (2008), a partir dos anos 90 começou-se a preocupar mais com a destinação das águas no meio urbano. Dessa forma, surgiram os *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), o conceito da drenagem sustentável. Constituem-se SUDS, conjuntos de infraestruturas que possuem a finalidade de introduzir elementos de compreensão e regeneração, de forma natural, no ciclo hidrológico, por meio da incorporação de novas técnicas. Para Gonçalves e Nucci (2017), os SUDS têm como objetivo minimizar os impactos com o desenvolvimento da urbanização sobre a quantidade e qualidade do escoamento superficial e de maximização da oferta de amenidades e biodiversidade.

A fim de controlar a quantidade de água proveniente do escoamento superficial, deve-se atentar para os processos mecânicos de infiltração, detenção e transporte. Para cada processo, deve-se utilizar uma determinada técnica, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Técnicas utilizadas pelos SUDS.

Infiltração	Faixas de infiltração (filter strips)
	Poço de infiltração (soakaway/ dry well)
	Trincheira preenchida com pedras (trench)
	Pavimentos permeáveis (pervious pavements)
	Sistema geocelular/ modular (geocellular/modular systems)
	Filtros de areia (sand filters)
	Bacia de infiltração (infiltration basin)
	Biorretenção (bioretention/stormwater bump-out)

	Jardim de chuva (rain garden)
Detenção/Atenuação	Telhado verde (green roof)
	Tonel de água (water butts)
	Reuso de águas pluviais (rainwater harvesting)
	Depressões (swales)
	Sistema geocelular/ modular (geocellular/ modular systems)
	Filtros de areia (sand filters)
	Bacia de infiltração (infiltration basin)
	Bacia de detenção (detention basin)
	Lago ou tanque (pond)
	Pântano de águas pluviais (stormwater wetlands)
	Praça ou Cruzamento afundado (sunken square)
Transporte	Trincheira preenchida com pedras (trench)
	Depressões (swales)
	Pavimentos permeáveis (pervious pavements)

Fonte: Gonçalves e Nucci (2017).

2.3 Telhado Verde

Telhado verde é um sistema de múltiplas camadas que pode ser utilizado para cobrir o telhado de um edifício ou residência utilizando uma cobertura vegetal ou paisagismo, sobre uma camada drenante. “Eles são projetados para interceptar e reter a precipitação, reduzindo assim o volume de escoamento e atuando nos fluxos de pico.” (WOODS-BALLARD et al., 2007).

2.3.1 Histórico

A utilização do telhado verde teve uma das suas primeiras aparições no século VI a.C, na região da antiga Mesopotâmia, na Babilônia, nos Jardins Suspensos da Babilônia, como pode ser visto na Figura 1, que hoje é considerada uma das maravilhas do mundo antigo. Os jardins eram compostos, segundo Costa (2014), por seis terraços artificiais adornados por jardins

botânicos, que eram apoiados por colunas de 25 a 100 metros de altura, dando ideia de suspensos.



Figura 1- Jardins Suspensos da Babilônia. Fonte: Rainha Estratégica (junho, 2020).

Os telhados verdes também tiveram aparição na virada do século XX na Alemanha, como apresentado na Figura 2, conforme afirma Oberndorfer et al (2007), onde a vegetação era instalada com o intuito de diminuir os efeitos físicos prejudiciais acarretados pela radiação solar na estrutura do telhado.



Figura 2: Telhado verde na Alemanha. Fonte: Oberndorfer et al. (2007).

Influenciado pelo Movimento Modernista, como afirma Saleiro Filho (2015), o Brasil nos anos 30 teve seu primeiro edifício com cobertura vegetal, o então Ministério da Educação e Saúde, localizado na cidade do Rio de Janeiro, com pode ser visto na Figura 3, que teve seu projeto paisagístico idealizado pelo paisagista brasileiro Burle Marx, marcando uma ruptura da então influência europeia presente no paisagismo brasileiro. No projeto, foi adotada uma porcentagem de 50% de piso e vegetação, dando funcionalidade e formalidade.



Figura 3: Palácio Gustavo Capanema. Fonte: Multirio (junho, 2020).

2.3.2 Classificação da cobertura de acordo com o tipo de vegetação

Segundo Getter e Rowe (2006), os telhados verdes podem ser classificados como sistemas extensivos ou intensivos. A escolha de um sistema dependerá da área, o tipo de material da vegetação e de como será utilizado.

Quadro 2 - Comparação de telhados verdes extensivos e intensivos

Características	Telhado Extensivo	Telhado Intensivo
Objetivo	Funcional; Gestão de águas pluviais, térmicas e estéticas; Aumento do espaço vital isolante; Corta-fogo.	Funcional e estético; Aumento do espaço vital.
Requisitos Estruturais	Dentro do planejamento padrão de suporte de peso do telhado; Parâmetros – de 70 a 170kg adicionais por m ² .	Planejamento necessário na fase de projeto estrutural, sendo necessário adicionar 290 a 970 kg por m ² .
Tipo de Substrato	Leve; Alta porosidade; Baixa matéria orgânica.	Leve a pesado; Alta porosidade; Baixa matéria orgânica.
Profundidade média do substrato	2 a 20 centímetros.	Acima de 20 centímetros.

Irrigação	Pouca ou nenhuma.	Requer irrigação
Manutenção	É necessária pouca ou nenhuma manutenção; Presença de algumas ervas daninhas; Aparo conforme necessário.	Mesmos requisitos de manutenção que jardins similares ao nível do solo.

Fonte: Adaptado de Oberndorfer et al. (2007).

As coberturas verdes intensivas têm como característica aparentar-se como jardins convencionais, necessitando de um substrato de maior profundidade e de uma maior manutenção. Os telhados verdes extensivos são aqueles que estão situados ao mesmo nível do solo e caracterizados por necessitarem de uma menor manutenção no decorrer do tempo, sendo muito aplicado em telhados-jardim.

2.3.3 Estrutura e componentes

A cobertura de telhados verdes é executada em camadas, possuem as seguintes funções:

- Telhado: suporte feito com laje de concreto, preferencialmente, o qual deverá suportar as cargas provenientes da estrutura acima e que deve possuir uma inclinação máxima de 10%.
- Membrana impermeável: camada aplicada para evitar o contato da água com o telhado.
- Barreira contra raízes: retenção das raízes provenientes da vegetação aplicada e de sementes que podem ser depositadas por pássaros.
- Sistema de drenagem: camada porosa destinada a impedir eventuais alagamentos, mas também retendo água em momentos de estiagem.
- Tecido permeável: responsável pela retenção de matéria orgânica e partícula provenientes da chuva, auxiliando na nutrição da vegetação e evitando o entupimento do sistema de drenagem.
- Substrato: camada de fixação e suporte de vida da vegetação, possuindo profundidade suficiente para a penetração das raízes, composto por matéria orgânica responsável pela nutrição da planta.

- Vegetação: camada vegetal sendo a cobertura final do sistema, que deve ser determinada de acordo com as condições climáticas e estrutura do local que será implantada. É recomendado o uso de plantas nativas da região.

Para a execução de um telhado verde é preciso, dessa forma, a adoção de um agrupamento de camadas (Figura 4), possuindo cada uma sua devida função. Recomenda-se, como apresenta Korzenieski (2016), o uso de vegetações que necessitem de pouco substrato e baixo volume de irrigação, minimizando assim os riscos de peso na estrutura.

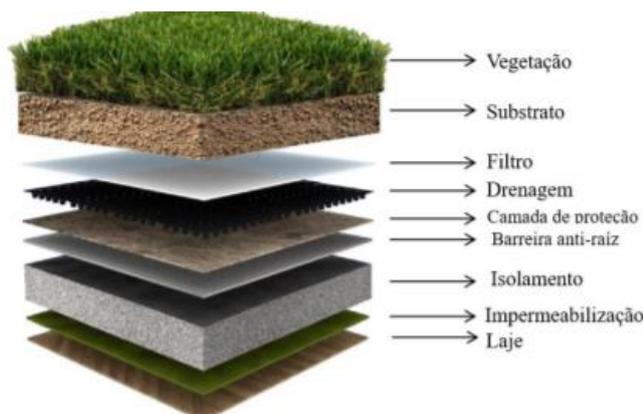


Figura 4: Camadas do telhado verde. Fonte: Bär e Tavares (2017).

2.3.4 Vantagens e Desvantagens

Os telhados verdes vêm tomando grande proporção por apresentar efeitos positivos nas estruturas em que são aplicados. Entre esses efeitos pode-se citar a diminuição na temperatura interna dos ambientes, ao qual ocorre pelo atraso do fluxo de calor oriundo dos raios solares. De acordo com Saddi (2010), esse tipo de cobertura também contribui para a proteção das membranas de impermeabilização dos telhados comuns contra as grandes variações de temperatura e estragos acidentais ocasionados por pessoas que sobem na cobertura, aumentando a vida útil das mesmas.

Outra vantagem é a redução do escoamento superficial proveniente das águas pluviais, auxiliando na diminuição dos afluentes nas vias públicas, e com isso a formação de enchentes. Baldessar (2012) aponta que o processo de gestão de águas pluviais com o uso dos telhados verdes foi capaz de escoar cerca de 30,7% de toda a água precipitada enquanto o telhado convencional escoou 77,3%.

“Algumas desvantagens podem ser levadas em conta caso o sistema não seja aplicado de forma correta, poderá gerar infiltração de água e umidade dentro do edifício, o custo da implantação e de sua devida manutenção.” (KORZENIESKI, 2016).

Woolds-Ballard (2007) ainda pontua que os benefícios estéticos podem ser limitados ou negativos, pois algumas pessoas podem achar o sistema pouco atraente em determinadas épocas do ano, como no inverno e em períodos de seca.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na própria residência da discente, localizada na rua Emílio da Silveira Leão, no Residencial Interlagos, no município de Rio Verde – GO. O município está localizado no sudoeste do estado, à 410 km da capital do país, Brasília – DF.

3.1 Estrutura Simulando Telhado Verde

A estrutura do telhado verde foi confeccionada de maneira adaptada para pudesse obter os dados necessários. Quando aplicado em edificações, utiliza-se uma camada impermeabilizante sobre a laje, para que a água proveniente da chuva não infiltre, trazendo danos a residência. Contudo, para esse experimento foi ignorada essa camada e foi utilizado um concreto permeável no lugar da laje para que foi possível realizar a medição da vazão de precipitação do telhado.

Com isso, foi construída a seguinte estrutura, utilizando uma placa de concreto permeável de 40x40 cm e uma estrutura de vidro 6mm de 40x40x40 cm, sendo elas encaixadas e coladas com silicone para evitar vazamentos, conforme pode ser observada na Figura 5.



Figura 5- Estrutura para sustentar as camadas do telhado. Fonte: autoral.

Sequentemente, foram colocadas as camadas necessárias para confecção do telhado verde como exibido na Figura 6, sendo elas (a) manta Bidin, (b) camada de drenagem na qual foi utilizada argila expandida, (c) manta permeável para desempenhar o papel de barreira anti-raíz e filtro, (d) o substrato, o qual continha uma camada de ± 8 cm usada como suporte de vida para cobertura e (e) a camada vegetação, na qual utilizou-se grama esmeralda, que configura um modelo de telhado extensivo.

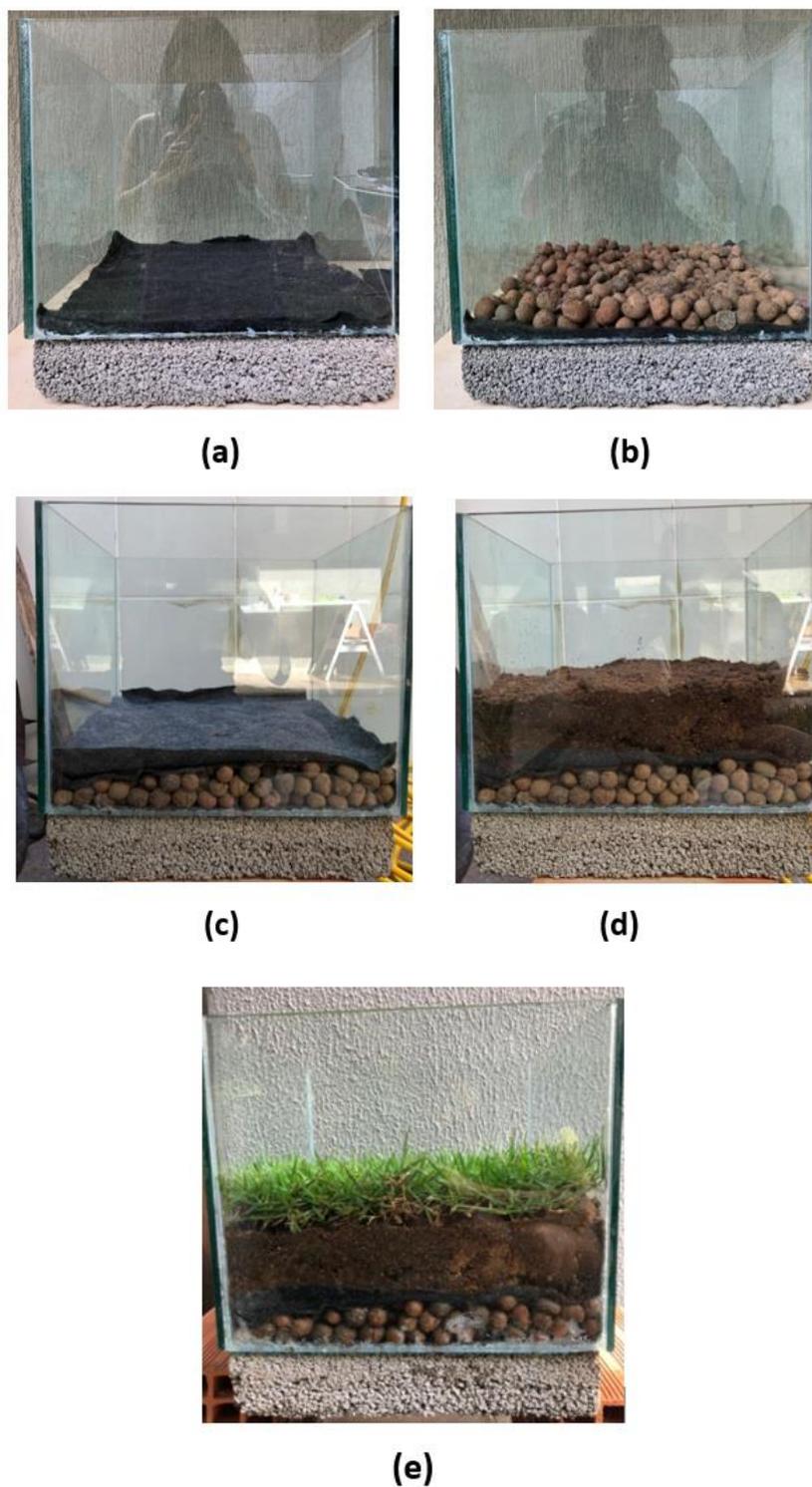


Figura 6 - Camadas utilizadas na estrutura do telhado verde experimental. Fonte: autoral.

3.2 Estrutura Simulando Telhado Convencional

Para realizar o comparativo com a estrutura do telhado verde, empregou-se um sistema que se assemelha a um telhado convencional aplicado em edificações. Para isso, foi utilizada

uma telha de fibrocimento cortada na dimensão de 40x40 cm assim como o telhado verde, uma peça de calha, um fragmento de cano que serviu de apoio para que a telha ficasse na devida inclinação imposta pelo fabricante e um apoio para o sistema (Figura 7).

De acordo com o fabricante, deve-se utilizar uma inclinação de 9% à 27%, sendo adotado nesse trabalho a inclinação mínima de 9% e consequentemente adotando uma cumieira para a telha de 6cm.



Figura 7: Estrutura simulando um telhado convencional. Fonte: autoral.

3.3 Método Utilizado Nos Sistemas

Com o intuito de realizar um comparativo na eficiência da captação das águas pluviais entre o telhado convencional e o telhado verde, foi aplicado o mesmo método para simular a chuva, sendo ele o uso de um regador de jardim tradicional. O regador foi posicionado em média a 50 cm acima da estrutura, para que a água não se concentrasse em um único ponto e tomando todos os cuidados para que toda a água fosse depositada dentro da estrutura. No início de cada experimento foi considerado o solo insaturado, ou seja, totalmente seco.

Foi estabelecido um intervalo de tempo entre cada ensaio, sendo o mesmo para os dois sistemas de cobertura. A cada ensaio, foi aguardado 30 minutos para se iniciar o próximo ensaio.

Com isso foram realizados quatro ensaios com volumes diferentes para que fosse possível analisar cenários distintos, sendo os volumes aplicados apresentados no Quadro 3. As medições dos volumes escoados foram realizadas somente quando o sistema parou de gotejar, para que fosse obtido um resultado mais preciso.

Quadro 3 - Volumes aplicados em cada ensaios.

Ensaio	Volume Precipitado	Lâmina d'água precipitada
1° ensaio	1,5 litros	9,375 L/m ²
2° ensaio	3 litros	18,75 L/m ²
3° ensaio	5 litros	31,25 L/m ²
4° ensaio	10 litros	62,5 L/m ²

Fonte: Autoral.

Por consequência, foram analisados os valores dos volumes escoado para que fosse determinado o coeficiente de escoamento superficial de cada sistema, sendo utilizada a seguinte equação:

$$C_s = \frac{v_s}{v_p} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

C_s : Coeficiente de escoamento superficial;

v_s : Volume do escoamento superficial, dado em litros;

v_p : Volume precipitado, dado em litros.

Após determinar os coeficientes, foi realizada uma média aritmética para o cálculo do coeficiente de escoamento superficial médio, com base nos ensaios realizados.

$$C_{s_{\text{médio}}} = \frac{C_{s_{1^\circ}} + C_{s_{2^\circ}} + C_{s_{3^\circ}} + C_{s_{4^\circ}}}{4} \quad \text{Equação 2}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros ensaios foram realizados na estrutura da cobertura convencional, obtendo os valores dispostos no Quadro 4.

Quadro 4 - Vazões resultantes no telhado convencional com intervalos de 30 minutos.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada
1° ensaio	9,375 L/m ²	8,9 L/m ²
2° ensaio	18,75 L/m ²	18,5 L/m ²
3° ensaio	31,25 L/m ²	31,125 L/m ²
4° ensaio	62,5 L/m ²	62,1875 L/m ²

Fonte: Autoral.

A partir dos valores encontrados, foi realizado o cálculo do coeficiente de escoamento superficial utilizando a equação 1, o qual obteve os seguintes coeficientes.

Quadro 5 - Coeficientes de escoamento superficial do telhado convencional com intervalos de 30 minutos.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada	Coeficiente e escoamento superficial (Cs)
1° ensaio	9,375 L/m ²	8,9 L/m ²	0,95
2° ensaio	18,75 L/m ²	18,5 L/m ²	0,9867
3° ensaio	31,25 L/m ²	31,125 L/m ²	0,996
4° ensaio	62,5 L/m ²	62,1875 L/m ²	0,995

Fonte: Autoral.

Com base nos resultados obtidos, determinou o coeficiente de escoamento superficial médio da cobertura convencional por meio da equação 2.

$$C_{s_{\text{médio}}} = \frac{0,95 + 0,9867 + 0,996 + 0,9955}{4}$$

$$C_{s_{\text{médio}}} = 0,982$$

Dessa forma analisa-se que 98,2% da água que o sistema de cobertura convencional recebeu foi escoada. Essa observação pode ser extrapolada para o sistema pluviométrico urbano, considerando configurações de coberturas convencionais semelhantes.

Em seguida, realizou-se os ensaios na estrutura similar ao telhado verde, pelos quais foram obtidos os valores apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Vazões resultantes no telhado verde com intervalos de 30 minutos.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada
1° ensaio	9,375 L/m ²	0 L/m ²
2° ensaio	18,75 L/m ²	15,875 L/m ²
3° ensaio	31,25 L/m ²	27,8125 L/m ²
4° ensaio	62,5 L/m ²	61,625 L/m ²

Fonte: Autoral.

Baseado nos resultados encontrados no volume escoado nos ensaios, foi estimado o valor dos coeficientes de escoamento superficial das coberturas verdes por meio da equação 1, obtendo-se os dados apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Coeficientes de escoamento superficial do telhado verde com intervalos de 30 minutos.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada	Coefficiente e escoamento superficial (Cs)
1° ensaio	9,375 L/m ²	0 L/m ²	0
2° ensaio	18,75 L/m ²	15,875 L/m ²	0,84
3° ensaio	31,25 L/m ²	27,8125 L/m ²	0,99
4° ensaio	62,5 L/m ²	61,625 L/m ²	0,986

Fonte: Autoral.

Com isso, determinou-se o coeficiente de escoamento superficial médio da cobertura verde por meio da equação 2.

$$C_{S_{\text{médio}}} = \frac{0 + 0,84 + 0,99 + 0,986}{4}$$

$$C_{S_{\text{médio}}} = 0,704$$

Os resultados demonstram que 70,4% da água que o sistema que cobertura verde recebeu foi escoada, analisando um sistema com 0,16m² e uma camada de ±8cm.

Contudo, observou-se que se houvesse um intervalo de tempo maior entre os ensaios, a absorção da água pelo substrato seria maior em cada ensaio. Com isso, realizou-se os ensaios em ambos os sistemas novamente para analisar se haveria alteração nos resultados, considerando um intervalo de 4 horas. A partir dos novos volumes escoado, recalculou-se os coeficientes, obtendo os seguintes valores, expostos no Quadro 8.

Quadro 8 - Volumes e coeficientes de escoamento superficial do telhado convencional com intervalos de 4 horas.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada	Coefficiente de escoamento superficial (Cs)
1º ensaio	9,375 L/m ²	8,875 L/m ²	0,9467
2º ensaio	18,75 L/m ²	18,4375 L/m ²	0,983
3º ensaio	31,25 L/m ²	31,09 L/m ²	0,995
4º ensaio	62,5 L/m ²	62,25 L/m ²	0,996

Fonte: Autoral.

A partir das mudanças observadas no volume escoado, o novo coeficiente de escoamento superficial médio do telhado convencional, obteve-se:

$$C_{s\text{médio}} = \frac{0,9467 + 0,983 + 0,995 + 0,996}{4}$$

$$C_{s\text{médio}} = 0,98$$

Dessa forma analisa-se que 98% da água que o sistema de cobertura convencional recebe. Esse tipo de cobertura apresentou resultados similares em ambos os experimentos, com 30 minutos e com 4 horas de intervalo, apresentando uma diferença de 0,2% entre os ensaios, não sendo considerada uma variação expressiva. Isso acontece pois o sistema não absorve, somente escoando toda a água precipitada.

Sequentemente foram executados os ensaios com o intervalo de 4 horas no sistema de cobertura verde e foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Volumes e coeficientes de escoamento superficial do telhado verde com intervalos de 4 horas.

Ensaio	Lâmina d'água precipitada	Lâmina d'água escoada	Coefficiente de escoamento superficial (Cs)
1º ensaio	9,375 L/m ²	0 L/m ²	0
2º ensaio	18,75 L/m ²	10,0625 L/m ²	0,536
3º ensaio	31,25 L/m ²	25,875 L/m ²	0,828
4º ensaio	62,5 L/m ²	58,125 L/m ²	0,93

Fonte: Autoral.

Recalculando o coeficiente de escoamento superficial médio do telhado verde, obteve-se:

$$C_{s\text{médio}} = \frac{0 + 0,536 + 0,828 + 0,93}{4}$$

$$C_{s\text{médio}} = 0,5735$$

Com isso conclui-se que 57,35% da água que o sistema que cobertura verde recebe deve ser escoada, analisando uma estrutura com 0,16m² e uma camada de ±8cm, com um intervalo entre os ensaios de 4 horas.

Comparando os dois experimentos realizados no telhado verde observou-se uma diferença de 13,05 % no escoamento superficial quando aumentado o intervalo, tendo um menor escoamento superficial no momento em que os ensaios foram realizados de 4 em 4 horas. Durante o primeiro teste do telhado verde, o volume aplicado com o primeiro ensaio e parte do segundo já foi suficiente para preencher os vazios presentes no substrato. Contudo no segundo experimento realizado na cobertura verde, observou-se uma menor porcentagem do escoamento superficial, isso pelo fato de que o sistema teve mais tempo para absorver e dar uma destinação à água, sendo por meio da evaporação ou absorção da vegetação.

Comparativamente com o telhado convencional, houve em média, uma redução de 40,65% do escoamento superficial do telhado verde em uma área de 0,16 m² e no intervalo dos ensaios de 4 horas. Observa-se então que quanto maior o intervalo de tempo entre as precipitações, maior será a eficácia do telhado verde.

Em um estudo realizado por Tassi et al. (2014), foi mostrada uma redução de 56% a 75% do volume escoado do telhado verde, também de modo extensivo, em comparação a cobertura convencional. Contudo é provável que essa diferença seja por meio das condições em que o estudo foi submetido. Nos ensaios efetuados foram utilizados uma área maior, de 6 m², e em condições climáticas distintas, visto que foi realizado em um período de 17 meses, analisando assim diferentes estações do ano e condições de monitoramento diferentes.

5 CONCLUSÃO

O estudo foi dividido em dois experimentos, sendo em cada um executados quatro ensaios com volumes de água distintos. No primeiro, foi adotado um intervalo de 30 minutos entre os ensaios, enquanto o segundo esse intervalo foi de 4 horas. Observou-se que o telhado verde obteve um melhor resultado em um intervalo de tempo maior, chegando a apresentar uma diferença de 40,65% de escoamento superficial, em comparação ao telhado convencional.

Com isso, analisa-se que a utilização do telhado verde é de grande valia para a diminuição do escoamento superficial, podendo extrapolar essa observação para o sistema de drenagem público, atenuando os problemas de infraestruturas nas cidades, como por exemplo as enchentes.

Recomenda-se em futuros estudos que apresentem esse mesmo sentido, que sejam incorporados diferentes ensaios relacionados a espessura da substrato utilizado, visto que, assim como a área de aplicação, a espessura utilizada no substrato pode trazer melhores resultados na absorção de água. É possível também realizar uma análise da água proveniente do sistema verde, para que se averigüe a sua composição e sua qualidade, visando a reutilização da mesma.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDESSAR, S.M.N. **Telhado Verde e sua Contribuição na Redução da Vazão da Água Pluvial Escuada**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52621/R%20-%20D%20-%20SILVIA%20MARIA%20NOGUEIRA%20BALDESSAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 maio 2020.

BÄR, B. V.; TAVARES, S. F.. **Estado da Arte do Comportamento Hidrológico de Telhados Verdes no Brasil: Uma Revisão Sistemática**. Curitiba: 2017. 15 p.

COSTA, R.S. **Gerenciamento de Facilidades em Sistema de Transporte Vertical Mecanizado de Passageiros**. São Paulo: -, 2014. 101 p. Disponível em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/1c62601165ae9f58920e99171fbc5fdc.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.

FRITZEN, M; et al. **Alterações No Ciclo Hidrológico Em Áreas Urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. cidade, hidrologia e impactos no ambiente**. Ateliê Geográfico, [s.l.], v. 5, n. 3, 27 dez. 2011. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/ag.v5i3.16703>. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/16703>. Acesso em: 24 maio 2020.

GETTER, Kristin L.; ROWE, D. Bradley. **The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development**. *Hortscience*, Michigan, p. 1276-1285, agosto, 2006.

GONÇALVES, F. T; NUCCI, J.C. **Sistemas De Drenagem Sustentável (Suds): Propostas Para A Bacia Do Rio Juvevê, Curitiba-Pr**. Curitiba: Ra'ega, 2017. 18 p.

HANDL, G. **Declaration Of The United Nations Conference On The Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 And The Rio Declaration On Environment And Development, 1992**. New Orleans: 2012. 11 p. Disponível em: <https://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>. Acesso em: 23 maio 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MUNIC 2013: enchentes deixaram 1,4 milhão de desabrigados ou desalojados entre 2008 e 2012.** 2014. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14601-asi-munic-2013-enchentes-deixaram-14-milhao-de-desabrigados-ou-desalojados-entre-2008-e-2012>. Acesso em: 15 maio 2020.

KOBAYASHI, F. Y. et al. **Drenagem Urbana Sustentável.** 2008. 18 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

KORZENIESKI, C. P. **Avaliação da influência do uso de telhados verde no escoamento superficial em um loteamento de Pelotas-RS.** 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

LOPES, D. A. R. et al. **Análise do Comportamento Térmico de uma Cobertura Verde Leve (CVL) e Diferentes Sistemas de Cobertura.** 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

LOURENÇO, R. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis.** 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: <http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/14071/1/Rossana-Lourenco.pdf>. Acesso em: 24 maio 2020.

MARQUES, C. E. B. (2006). **Proposta de Método para a Formulação de Planos Diretores de Drenagem Urbana.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM-092/06, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 168p.

MOREIRA, D. BAPTISTA, M. ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 6., 2017, Belo Horizonte. **Incorporação De Técnicas Compensatórias Em Projeto De Microdrenagem.** Belo Horizonte: -, 2017. 7 p. Disponível em:

<http://ferreiraconsultoria.net.br/wp-content/uploads/2017/07/ENAU-incorporac%CC%A7a%CC%83o-de-tecnicas-compensato%CC%81rias-em-projeto-de-microdrenagem-.pdf>. Acesso em: 24 maio 2020.

OBERNDORFER, E. et al. **Green Roofs as Urban Ecosystems: ecological structures, functions, and services. : Ecological Structures, Functions, and Services.** *Bioscience*, [s.l.], v. 57, n. 10, p. 823-833, 1 nov. 2007. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1641/b571005>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/57/10/823/232363>. Acesso em: 25 maio 2020.

PINHEIRO, C B; SANTOS, R. E., Encontro Nacional Da Associação Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Planejamento Urbano E Regional, 18., 2019, Natal. **Trajatória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte.** Belo Horizonte:, 2019. 23 p. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=248>. Acesso em: 24 maio 2020.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de águas pluviais urbanas.** Rio de Janeiro: Prosab, 2009. 398 p. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf. Acesso em: 24 maio 2020.

RIGHI, D. P. et al. **Cobertura Verde: Um Uso Sustentável na Construção Civil.** Santa Maria: ., 2016.

SADDI, K. G. et al. **Coberturas Verdes: Análise de Impacto de sua Implantação sobre a Redução do Escoamento Superficial.** 2010. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SALEIRO FILHO, M. O., et al. **Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde.** *RCT - Revista de Ciência e Tecnologia*, 1 (1), 12 p., 2015.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

TUCCI, C.E.M. Aspectos Institucionais no Controle de Inundações. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro- Oeste. Brasília., 1999 Anais do I Seminário de Recursos Brasília, 2009.

VAREJÃO-SILVA, M.A (2006) **Meteorologia e Climatologia**, Recife, 2.ed.

WOODS-BALLARD, B.; et al. **The SuDS Manual**. Londres: CIRIA, 2007