



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil

Brian Aquino Fernandes

**MODELAGEM COMPUTACIONAL DO BALANÇO
HÍDRICO DE UMA COBERTURA VERDE INSTALADA EM
EDIFICAÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE BELO HORIZONTE**

Ouro Preto

2019

MODELAGEM COMPUTACIONAL DO BALANÇO HÍDRICO DE UMA COBERTURA
VERDE INSTALADA EM EDIFICAÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE BELO
HORIZONTE

Brian Aquino Fernandes

Monografia de conclusão de curso para
obtenção do grau de Engenheiro Civil na
Universidade Federal de Ouro Preto
defendida e aprovada em 19 de dezembro
de 2019 como parte dos requisitos para a
obtenção do Grau de Engenheiro Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Castro Vieira - UFOP

Co-orientador: Prof. Dr. Martin Seidl – LEESU, ENPC, Université Paris-Est

Ouro Preto

2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F363m Fernandes, Brian Aquino .
Modelagem computacional do balanço hídrico de uma cobertura verde instalada em edificação na área central de Belo Horizonte. [manuscrito] / Brian Aquino Fernandes. - 2020.
60 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Castro Vieira.
Coorientador: Prof. Dr. Martin Seidl.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.
Área de Concentração: Engenharia Civil.

1. Arborização das cidades. 2. Balanço hídrico. 3. Sustentabilidade. I. Seidl, Martin. II. Vieira, Paulo de Castro. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

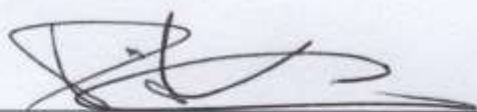
CDU 624.13

Bibliotecário(a) Responsável: ANGELA MARIA RAIMUNDO - SIAPE:1.644.803

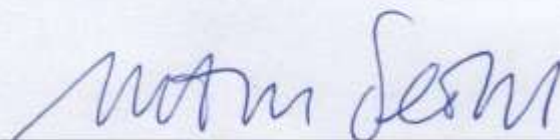
MODELAGEM COMPUTACIONAL DO BALANÇO HÍDRICO DE UMA COBERTURA
VERDE INSTALADA EM EDIFICAÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE BELO
HORIZONTE

Brian Aquino Fernandes

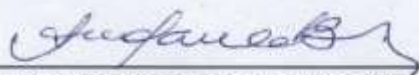
Monografia de conclusão de curso para
obtenção do grau de Engenheiro Civil na
Universidade Federal de Ouro Preto
defendida e aprovada em 19 de dezembro
de 2019 como parte dos requisitos para a
obtenção do Grau de Engenheiro Civil.
Banca examinadora:



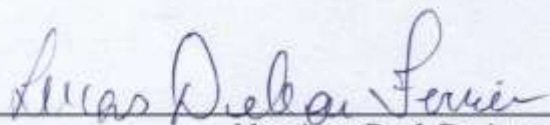
Orientador: Prof. Dr. Paulo de Castro Vieira - UFOP



Co-orientador: Prof. Dr. Martin SEIDL – LEESU, ENPC, Université Paris-Est



Membro: Dr(a). Ana Paula Barbosa Vitor-Oliveira Marques – GEASU - SMMA



Membro: Prof. Dr. Lucas Deleon Ferreira - UFOP

*Dedico este trabalho a todos que
se dispuseram a aperfeiçoar os seus conhecimentos e
contribuir com o desenvolvimento do país.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha família, em especial minha mãe e irmãos, meus amigos, a UFOP pelo ensino de qualidade, a PRACE pelo apoio, aos professores, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Paulo de Castro Vieira e meu Co-orientador Prof. Dr. Martin Seidl que me auxiliaram na realização deste trabalho, aos membros convidados para participar da banca Dr(a). Ana Paula Barbosa Vitor Oliveira Marques e o Prof. Dr. Lucas Deleon Ferreira e a todos que colaboraram para minha formação.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo simular o balanço hídrico de forma simplificada de uma cobertura verde instalada em uma edificação na área central de Belo Horizonte - MG, com o propósito de verificar sua eficiência em relação às suas características como altura do substrato e tipo de vegetação instalada. Para a simulação proposta, foram utilizadas algumas informações como a localidade e elementos constituintes da cobertura verde instalada no prédio da Unimed localizado no bairro Santa Efigênia de aproximadamente 599 m² e com altura de substrato de 40 cm. Os modelos computacionais para obtenção da evapotranspiração de referência (ET_o), assim como para simular a capacidade de retenção de água da cobertura verde foram, respectivamente, o *CROPWAT* 8.0, e o *GreenRoof*. Foram utilizados os dados meteorológicos da estação convencional de Belo Horizonte/MG OMM: 83587, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As simulações foram realizadas para o período de 01/10/2018 a 30/09/2019, considerando uma capacidade de retenção de 2,50 l/m²/cm para o substrato e de 2 l/m² para camada drenante. Para simular a cobertura verde em estudo, foi considerada a composição de uma vegetação de gramíneas e ervas, a qual foi observada a redução total do volume de água pluvial escoada em 71% para o volume total de chuva precipitada no período. Para avaliar a contribuição da vegetação, foram simuladas as 4 composições disponíveis (suculentas e musgos; musgos e suculentas; gramíneas e ervas; suculentas e gramíneas) pelo programa com altura do substrato de 40 cm. E para a altura do substrato, foram simuladas algumas alturas variando de 10 a 80 cm, utilizando a vegetação de gramíneas e ervas. Observou-se tanto na avaliação da contribuição das vegetações, quanto nas alturas do substrato simuladas, impacto no volume de água pluvial escoada e na quantidade dos dias de estresse hídrico. Recomenda-se a simulação do balanço hídrico como estimativa para auxiliar na escolha dos parâmetros utilizados no projeto de cobertura verde, e validar os dados obtidos em ensaios de campo e em ambientes controlados a fim de se obter a confirmação dos resultados e ajustes necessários para maior compatibilidade com a realidade.

Palavras-chave: Coberturas verdes. Balanço hídrico. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work had as objective or simplified water balance of a green cover, applied in a central area of Belo Horizonte-MG, with the objective of verifying its economic efficiency in relation to the characteristics as substrate height and applied vegetation type. For a proposed proposal, some information was used, such as the location and the constituent elements of the green roof installed in the Unimed building located in the Santa Efigênia neighborhood of approximately 599 m² and substrate height of 40 cm. The computational models for the use of reference evapotranspiration (ET_o) as well as for the water retention capacity of the green roof were simulated, respectively, as CROPWAT 8.0 and GreenRoof. The meteorological data of the conventional station of Belo Horizonte / MG OMM: 83587, operated by the National Institute of Meteorology (INMET) were used. As simulations were performed for the period from 10/01/2018 to 09/30/2019, considering a retention capacity of 2.50 l / m² / cm for substrate and 2 l / m² for draining layer. To simulate a green cover under study, it was considered a composition of grass and grass vegetation, and it was observed a total reduction of the volume of runoff water by 71% for the total volume of rainfall in the period. To evaluate the contribution of vegetation, 4 available compositions were simulated (succulents and mosses; mosses and succulents; grasses and herbs; succulents and grasses) by the program with substrate height of 40 cm. And for substrate height, some heights ranging from 10 to 80 cm were simulated using grass and grass vegetation. Observe in the evaluation of the contribution of the vegetation, as well as in the simulated substrate heights, impact on the volume of rainwater runoff and on the amount of water stress days. A water balance simulation is recommended as an estimate for the choice of aids used in green roof design, and to validate data from field trials and controlled environments for verification of results and adjustments used for greater compatibility with reality.

Keywords: Green mulches. Hydric balance. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo hidrológico – Fonte: Adaptado (PERLMAN e EVANS, 2019).....	3
Figura 2: Efeitos da urbanização nos processos hidrológicos – Fonte: (PORTO 1995 apud BENINI, 2005, p. 6)	4
Figura 3: Comparação da temperatura e ciclo hidrológico entre a zona urbana e rural – Fonte: (PIVETTA, 2012).....	5
Figura 4: Estrutura do plano diretor de drenagem urbana – Fonte: (TUCCI, 2002)	6
Figura 5: Composição do telhado verde - Fonte: (Snodgrass e McIntyre, 2010 apud BALDESSAR, 2012).....	8
Figura 6: Tipos de vegetações para cobertura verde extensiva	10
Figura 7: Fluxograma esquemático do modelo de balanço hídrico do telhado verde Fonte: (TASSI, TASSINARI, <i>et al.</i> , 2014).....	14
Figura 8: Infográfico para obtenção do balanço hídrico da cobertura verde	19
Figura 9: Unimed localizada na Avenida Churchill, nº36 no bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG	20
Figura 10: Foto da vegetação do telhado verde da Unimed Santa Efigênia – Fonte: (PBH, 2017).....	21
Figura 11: Distância da estação convencional de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587) do prédio da Unimed no bairro Santa Efigênia – Fonte: Google Earth 2019.....	22
Figura 12: Estação convencional de Belo Horizonte - MG (OMM: 83587) – Fonte: Google.....	22
Figura 13: <i>Penman monteith equation</i> parametrizada pela FAO (PM-FAO56) Fonte: https://www.slideshare.net/satishdulla/penman-monteith-equation	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características básicas de uma cobertura verde de acordo com a sua classificação – Fonte: Adaptado (Cantor, 2008 apud IBIAPINA, SILVA, et al., 2011).	7
Tabela 2: Características físicas e químicas dos materiais TP, TM, TV, e dos substratos comerciais SH, SF e ST – Fonte: (WILLES e REICHARDT, 2014)	9
Tabela 3: Valores de referência: retenção de água pluvial de acordo com características da cobertura verde – Fonte: (FLL, 2002 apud IBIAPINA, SILVA, et al., 2011)	12
Tabela 4: Valores de retenção apresentados pelos estudos selecionados – eventos de precipitação simulados - Fonte: (BÄR e TAVARES, 2017)	12
Tabela 5: Valores de retenção do escoamento apresentados pelos estudos selecionados - eventos de precipitação naturais – Fonte: (BÄR e TAVARES, 2017)	13
Tabela 6: Equação de correção para EVT devido as condições de ventilação	17
Tabela 7: Valores padrões do <i>GreenRoof</i>	18
Tabela 8: Características da cobertura verde da Unimed e do equivalente impermeabilizado	25
Tabela 9: Precipitação, temperaturas máxima e mínima (01/10/2018 a 30/09/2019) Fonte: INMET	28
Tabela 10: Valores de destaque para ETo	29
Tabela 11: Balanço hídrico anual da cobertura verde usada e para a cobertura padrão impermeabilizada no período de estudo	30
Tabela 12: Balanço hídrico da cobertura verde no período de 28/12/2018 a 01/01/2019	32
Tabela 13: Balanço hídrico da cobertura verde simulada no período chuvoso	33
Tabela 14: Balanço hídrico da cobertura verde simulada no período seco	33

Tabela 15: Balanço hídrico simulado resumido da cobertura verde em estudo considerando 40% de porosidade para o substrato	34
Tabela 16: Balanço hídrico do telhado verde variando sua vegetação	35
Tabela 17: Balanço hídrico do telhado verde em função da altura do substrato	35
Tabela 18: Balanço hídrico da cobertura verde, cobertura de cascalho e cobertura de telhas.....	38

SUMÁRIO

Agradecimentos	V
Resumo	I
Abstrat	II
Lista de Figuras	III
Lista de Tabelas.....	IV
Sumário	VI
1 Introdução	1
1.1 Objetivo	2
1.1.1 Objetivos Específicos.....	2
2 Revisão Bibliográfica.....	3
2.1 Impactos da urbanização na drenagem urbana	3
2.2 Técnicas compensatórias em drenagem urbana	5
2.2.1 Cobertura verde	7
2.3 Balanço hídrico em coberturas verdes simplificado.....	14
2.4 Modelagem computacional.....	15
3 Metodologia.....	19
3.1 Objeto e local de estudo	19
3.2 Dados meteorológicos	21
3.3 Medição ET_o	23
3.4 Cálculo do balanço hídrico do telhado verde.....	24

3.5	Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde quanto a sua altura e vegetação	26
3.6	Eficiência da cobertura verde em estudo comparada com outros tipos de cobertura disponíveis no programa	26
4	Resultados e discussão	27
4.1	Dados meteorológicos	27
4.2	Medição ETo.....	28
4.3	Cálculo do balanço hídrico do telhado verde	29
4.4	Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde quanto à altura de substrato e escolha da vegetação.....	35
4.5	Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde em estudo com a cobertura de cascalho e de telha	37
5	Conclusões e recomendações	39
	Referências.....	40
	Apêndice A	43
A.1	Anexos.....	43
	Anexo A: Tabela com dados meteorológicos da estação de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587) no período de 01/10/2018 à 30/09/2019 e a ETo calculada pelo <i>CROPWAT</i> 8.0 – Fonte: INMET	43
	Anexo B: Dados diários do balanço hídrico da cobertura verde e da cobertura impermeabilizada calculados pelo <i>GreenRoof</i>	52

1 INTRODUÇÃO

A crescente expansão dos centros urbanos comprometem o sistema de drenagem devido ao aumento da impermeabilização do solo, que promove o escoamento superficial e o pico de vazão. Por esta razão, tem sido utilizada técnicas ambientais compensatórias para retenção das águas pluviais. Dentre elas, temos as medidas de desenvolvimento de baixo impacto (Low Impact development-LID's) como os reservatórios de retardo, os poços de infiltração, os pavimentos permeáveis e a cobertura verde (BENINI, 2005).

Especificamente no caso da cobertura verde, além da contribuição na retenção das águas pluviais, ela promove a redução da poluição, melhorias no conforto termo acústico, paisagístico e, caracteriza-se, de forma geral, por apresentar impermeabilização da estrutura de suporte, sistema drenante para o escoamento pluvial excedente, uma camada de solo ou substrato e também outra camada de vegetação (TASSI, TASSINARI, *et al.*, 2014).

A eficiência da cobertura verde quanto à retenção de água pluvial apresenta grande variabilidade dependendo das características adotadas. Segundo alguns autores, com a sua utilização é possível reduzir entre 50 e 90% dos volumes pluviais escoados (INGRA, 2010; BENINI, 2005 apud ROSENZWEIG *et al.*, 2006).

Devido essa grande variabilidade, foi feito o balanço hídrico utilizando software de domínio público e distribuição gratuita (*GreenRoof*), visando contribuir para melhoria dos projetos de engenharia relacionados as coberturas verdes, avaliando a sua eficiência quanto à altura do substrato, tipo de vegetação e ainda, a comparando com a cobertura impermeabilizada, com o cascalho e também com a telha.

Pretendeu-se então, contribuir para uma melhor compreensão do balanço hídrico de uma cobertura verde instalada em uma edificação na área central de Belo Horizonte/MG, a partir do modelamento das variáveis relacionadas a capacidade de retenção, com o propósito de corroborar com a utilização de parâmetros de projeto desta tecnologia para as condições locais.

1.1 Objetivo

Avaliar o balanço hídrico, de forma simplificada, de uma cobertura verde instalada em edificação na área central de Belo Horizonte por meio do modelamento computacional de variáveis relacionadas a capacidade de retenção de água, no período de 01 de outubro de 2018 a 30 de setembro de 2019.

1.2 Objetivos Específicos

1. Levantar os parâmetros climáticos e de chuvas locais da área em estudo no período de 01 de outubro de 2018 a 30 de setembro de 2019.
2. Avaliar o balanço hídrico, simulado por meio de modelagem computacional, de uma cobertura verde instalada no prédio da Unimed localizado na Av. Churchil, nº 36, no bairro Santa Efigênia em Belo Horizonte – MG, comparando-o com o balanço hídrico de uma cobertura hipotética impermeabilizada também simulada no período de 01 de outubro de 2018 a 30 de setembro de 2019.
3. Avaliar a influência da altura e da composição da vegetação da cobertura verde no balanço hídrico simulado.
4. Avaliar os resultados do balanço hídrico simulado da cobertura verde estudada comparando com diferentes tipos de cobertura convencionais disponíveis no programa utilizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Impactos da urbanização na drenagem urbana

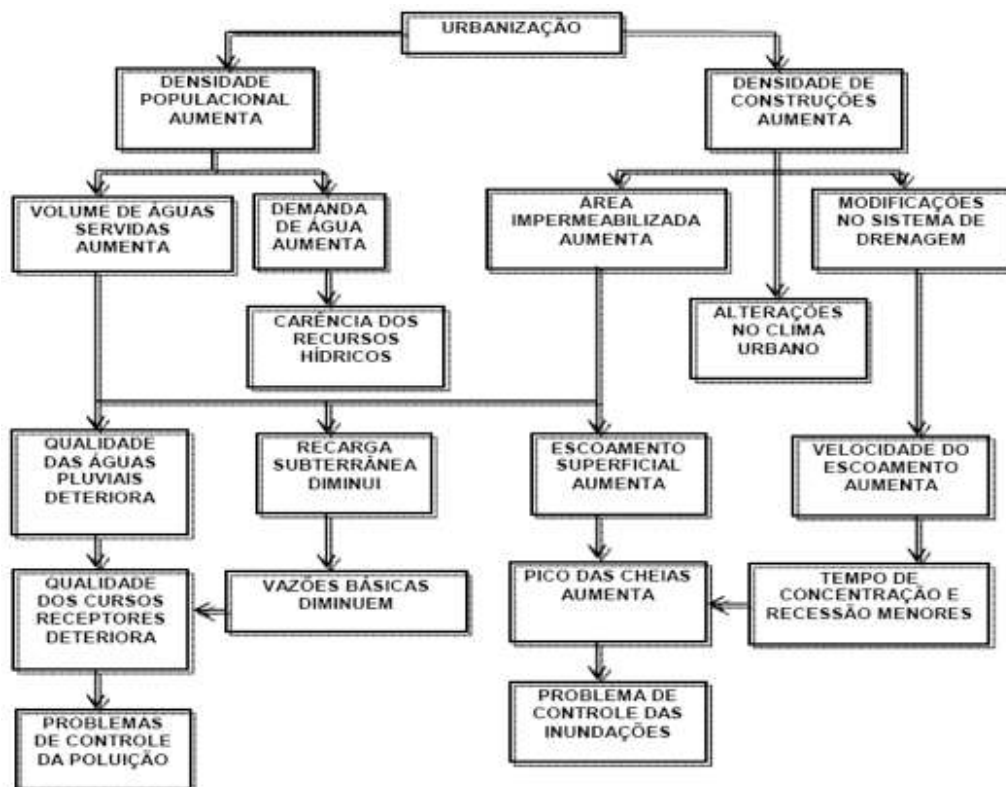
O ciclo hidrológico, Figura 1, corresponde ao processo contínuo de circulação da água no nosso planeta onde o vapor d'água gerado pela evaporação dos cursos de água, da superfície terrestre e transpiração das plantas é elevado na atmosfera até sua condensação e se precipita nos oceanos ou na superfície da terra podendo ser interceptada pela vegetação, escoada superficialmente ou infiltrada no solo fechando o ciclo. Neste ciclo a perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração corresponde a evapotranspiração (NEVES, 2005).



Figura 1: Ciclo hidrológico – Fonte: Adaptado (PERLMAN e EVANS, 2019)

A urbanização vem modificando drasticamente as paisagens naturais ocasionando, dentre outros fatores, a redução da vegetação e da área permeável do

solo, alterando o ciclo hidrológico e as características naturais da drenagem, o que acarreta problemas como o aumento das zonas de calor, da velocidade de escoamento superficial, inundações, assoreamento e erosão. (OLIVEIRA, 2009; TUCCI, 2002). A Figura 2 demonstra a sequência de acontecimentos vinculados a urbanização que alteram o ciclo hidrológico.



No lugar de terra exposta e vegetação a área urbanizada composta de concreto, asfalto, vidro e metais tende a absorver e armazenar, de forma geral, o dobro de calor que uma área rural vizinha, devido à redução na penetração da água no solo e da evapotranspiração (PIVETTA, 2012). Assim, ocorre o efeito ilha de calor, Figura 3, que ocasiona o aumento e variação de forma mais brusca da temperatura comparado com regiões que possuem cobertura vegetal e maior permeabilidade do solo.

Por que ocorre o efeito ilha urbana de calor

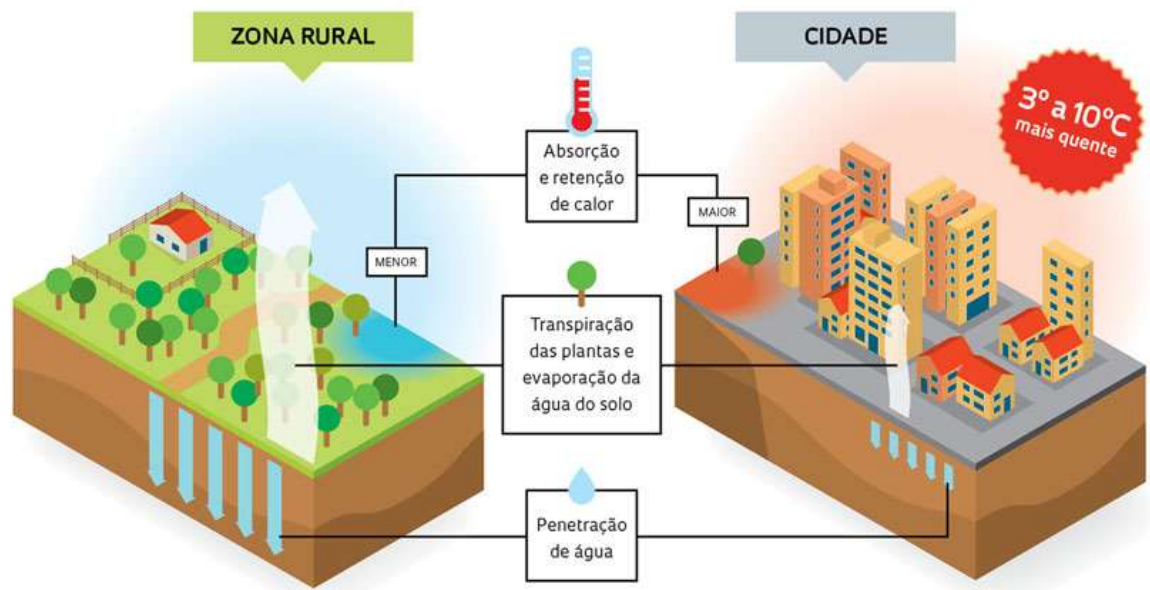


Figura 3: Comparação da temperatura e ciclo hidrológico entre a zona urbana e rural – Fonte: (PIVETTA, 2012)

Deve-se levar em conta também que a redução da evapotranspiração e aumento da temperatura promovem a redução da umidade relativa do ar e, segundo recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), níveis abaixo de 60% não são favoráveis para a saúde (CGE-SP, 2019).

2.2 Técnicas compensatórias em drenagem urbana

Neste cenário, a gestão de águas pluviais tornou-se uma questão de emergência nos centros urbanos e a abordagem Higienista, que visava a evacuação rápida dos excessos pluviais por canais e dutos enterrados, passa a ter princípios mais modernos e amplos do controle de drenagem que, segundo TUCCI (2003), visão:

- impacto zero para que novos desenvolvimentos não aumentem a vazão de pico nas condições naturais ou prévias, adotando medidas compensatórias e controle na fonte;

- manutenção das funções hidrológicas integrando o planejando do conjunto da bacia para controle do volume;
- controle de jusante, a fim de se evitar a transferência de impactos causados pelo excesso de escoamento;
- valorização de medidas preventivas não estruturais, tais como a educação da população acerca da relevância do tema e a implementação de medidas de regulamentação e de fiscalização para manutenção e prevenção de impactos relacionados ao volume de escoamento.

Tendo como base esse conjunto de informações e medidas relacionadas, desenvolve-se o Plano Diretor de Drenagem Urbana, cuja estrutura está apresentada na Figura 4.

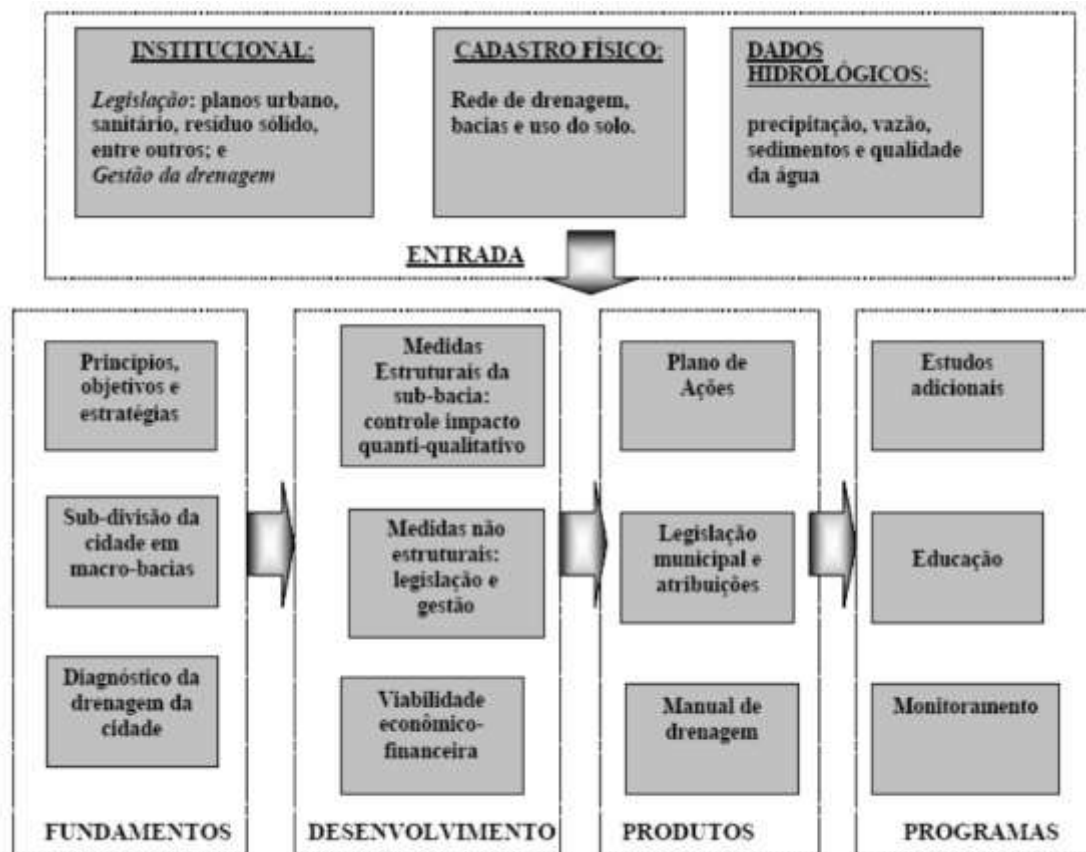


Figura 4: Estrutura do plano diretor de drenagem urbana – Fonte: (TUCCI, 2002)

Assim, pode-se utilizar de várias alternativas tecnológicas, combinadas ou não, que, quando aplicadas corroboram para o controle na fonte do escoamento superficial como reservatório de retardo, aproveitamento de água pluvial, poços de infiltração e telhado verde.

2.2.1 Cobertura verde

Cobertura verde, telhado vivo, telhado verde, biotelhas, ecotelhas e outras expressões podem ser encontradas na literatura para explicar o uso de vegetação plantada sobre coberturas que se classificam em três tipos apresentados e caracterizados na Tabela 1 (VECCHIA 2005 apud OLIVEIRA, 2009).

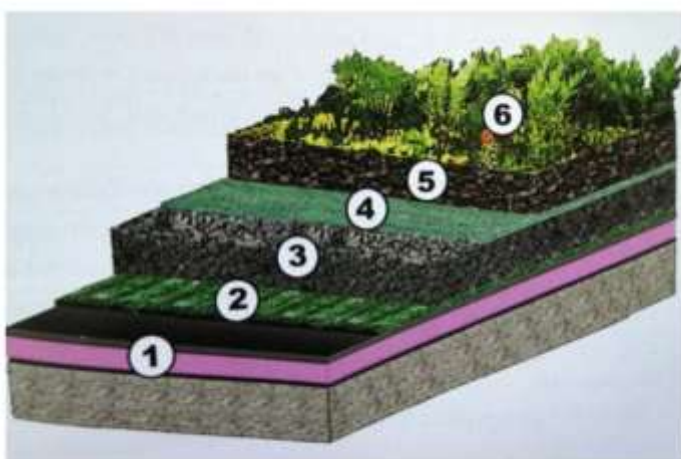
Tabela 1: Características básicas de uma cobertura verde de acordo com a sua classificação – Fonte: Adaptado (Cantor, 2008 apud IBIAPINA, SILVA, et al., 2011)

Características	Extensivo	Semi-intensivo ou intensivo Simples	Intensivo
Aplicação em coberturas	Plana ou inclinada	Plana	Plana
Profundidades (m)	0,04 a 0,20	0,12 a 1,00	0,15 a 2,00
Variedade de plantas	Limitada	Diversificada	Diversificada
Peso saturado (kg/m ²)	48 a 150	120 a 200	200 a 1.500
Acessibilidade	Não acessível	Parcialmente acessível	Acessível
Irrigação	Mínima	Média a elevada	Igual a qualquer jardim
Manutenção	Mínima	Média a elevada	Elevada
Custo	Baixo	Médio a elevado	Elevado

Segundo Tasse *et al.* (2014) e Balsessar (2012), de uma forma geral, o telhado verde apresenta as camadas abaixo descritas e ilustradas na Figura 5.

1. Estrutura do telhado dimensionado para suportar toda a carga do telhado verde devidamente impermeabilizada.
2. Proteção e camada de armazenamento

3. Drenante que evita alagamentos indesejáveis e estresse da cultura além de reter parte da água da chuva necessária para a vegetação durante períodos de estiagem.
4. Filtrante que evita a migração de partículas do substrato e as raízes para o interior da camada drenante.
5. Substrato com altura mínima e os nutrientes para atender as necessidades da vegetação escolhida.
6. Vegetação adequada às condições climáticas do local.



- 1 - pavimento do telhado, isolamento e impermeabilização.
- 2 - proteção e camada de armazenamento.
- 3 - camada de drenagem.
- 4 - camada anti-raiz e filtro permeável.
- 5 - camada de substrato.
- 6 - vegetação.

Figura 5: Composição do telhado verde - Fonte: (Snodgrass e McIntyre, 2010 apud BALDESSAR, 2012)

A camada de drenagem é composta geralmente por matérias leves e finos como o polietileno, polipropileno e geotêxtil podendo ser constituída também por materiais granulares como argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes (BALDESSAR, 2012).

A camada de substrato, de uma forma geral, leva em consideração para sua composição a granulometria, a proporção do material orgânico, a resistência mínima às intempéries, a estabilidade estrutural, a permeabilidade de água, a máxima capacidade de retenção de água, a boa aeração, os nutrientes satisfatórios e um pH ideal para o cultivo da vegetação (em média entre 6,0 e 7,0). Uma mistura adequada

deve ser escolhida com referência à localização, clima, espécies que serão plantadas, disponibilidade e custo de materiais (BALDESSAR, 2012; TASSI, TASSINARI, et al., 2014). Segundo LATSHAW (2009), a porosidade de um substrato específico para uso em uma cobertura verde está entre 42 e 53,3%.

A Tabela 2 apresenta características físicas e químicas de três materiais provenientes da empresa Cominas – Mineradores Conventos S.A., Criciúma, SC, Turfa Preta (TP), Turfa Marrom (TM) e Turfa Vermelha (TV), assim como para três tipos de substrato comerciais à base de cascas de Pinus e vermiculita provenientes da empresa Mecprec, Telemaco Borba, PR, substrato para espécies hortícolas (SH), substrato para mudas florestais (SF) e substrato para mudas de tabaco (ST) (WILLES e REICHARDT, 2014).

Tabela 2: Características físicas e químicas dos materiais TP, TM, TV, e dos substratos comerciais SH, SF e ST – Fonte: (WILLES e REICHARDT, 2014)

Material	DS Kg m ⁻³	PT m ³ m ⁻³	EA m ³ m ⁻³	AD m ³ m ⁻³	CRA m ³ m ⁻³	pH (água)	TTSS Kg m ³
TP	402	0,74	0,14	0,25	0,35	3,4	2,66
TM	147	0,93	0,25	0,3	0,38	3,6	0,28
TV	174	0,85	0,23	0,27	0,35	3,7	0,35
SH	215	0,89	0,23	0,31	0,35	5,2	2,76
SF	209	0,89	0,33	0,22	0,34	4,3	2,00
ST	216	0,89	0,34	0,23	0,33	6,8	2,52

DS: densidade seca; **PT:** porosidade total; **EA:** espaço de aeração; **AD:** água disponível; **CRA:** capacidade de retenção água na tensão de 100 cm coluna de água (100 hPa); **pH:** valor de pH em água; **TTSS:** teor total de sais solúveis (como KCl).

Algumas vegetações utilizadas em coberturas verdes, são ilustradas na Figura 6.



Grasses: as gramíneas são uma família de plantas com folhas semelhantes a lâminas. A maioria tem caule oco e muitas raízes ramificadas. A grama verde encontrada em jardins, a que cresce em campos, os cereais e os bambus pertencem à família das gramíneas.

Fonte: Encyclopédia Britannica, INC.



Herbs: as ervas são plantas de caule macio ou maleável, normalmente rasteiro, sem a presença de lignina (podendo, geralmente, ser cortado apenas com a unha), ou seja, sem caule lenhoso.

Fonte: Wikipédia



Succulents: suculentas são plantas que possuem raiz, o talo ou as folhas engrossados para permitir o armazenamento de água em quantidades muito maiores que nas plantas normais. Esta adaptação lhes permite manter reservas do líquido durante períodos prolongados, e sobreviver em ambientes áridos e secos que para as outras plantas seriam inabitáveis.

Fonte: Wikipédia



Mosses: musgos são um filo de plantas não vasculares que produzem esporos para reprodução em vez de sementes e não cultivam flores, madeira ou raízes verdadeiras, em vez de raízes, todas as espécies de musgo têm rizoides.

Fonte: Basic Biology

Figura 6: Tipos de vegetações para cobertura verde extensiva

Algumas vantagens e imitações da cobertura verde extensiva e intensiva estão apresentadas no Quadro 1. Destaca-se que a cobertura semi-intensiva pode apresentar características intermediárias tanto da cobertura verde extensiva, quanto da intensiva a depender da sua altura e tipo de vegetação.

Quadro 1: Comparação entre o telhado verde extensivo e intensivo – Fonte: Adaptado (Johnston, 1996 apud PECK, CALLAGHAN, et al., 1999)

Cobertura	verde extensivo	verde intensivo
Descrição breve	<ul style="list-style-type: none"> • solo fino, pouca ou nenhuma irrigação, condições para estresse hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> • solo profundo, sistema de irrigação, condições mais favoráveis para plantas
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • leve • adequado para grandes áreas • adequado para telhados com 0 a 30° de inclinação • baixa manutenção • muitas vezes não há necessidade de irrigação e sistemas de drenagem • relativamente pouco conhecimento técnico necessário • frequentemente adequado para adaptação projetos • pode deixar a vegetação se desenvolver espontaneamente • menor custo • mais fácil para a autoridades de planejamento ter condição de aprovação 	<ul style="list-style-type: none"> • maior diversidade de plantas e habitats • boas propriedades de isolamento • pode ser muito atraente • frequentemente acessível • utilização diversificada do telhado (para recreação, cultivo de alimentos, como espaço aberto) • pode simular um jardim mais diversificado • função ecológica, maior suporte à subsistência da fauna
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> • escolha mais limitada de plantas • geralmente não há acesso para recreação ou outros usos • pouco atraente para alguns, especialmente no inverno 	<ul style="list-style-type: none"> • maior carga de peso no telhado • necessidade de irrigação e sistemas de drenagem, portanto, maior necessidade de energia, água, materiais, etc. • sistemas mais complexos e conhecimento técnico necessário • custo mais alto

De forma geral a cobertura verde intensiva apresenta maior contribuição quanto a retenção do volume precipitado e na redução do impacto da urbanização comparado com a cobertura verde extensiva, porém seu custo de implantação mais elevado e maior necessidade de manutenção pode inviabilizar sua utilização.

Alguns valores de referência quanto a retenção de água pluvial de acordo com as características da cobertura verde se encontram na Tabela 3, para eventos de precipitação simulados na Tabela 4 e para eventos de precipitação naturais na Tabela 5.

Tabela 3: Valores de referência: retenção de água pluvial de acordo com características da cobertura verde – Fonte: (FLL, 2002 apud IBIAPINA, SILVA, et al., 2011)

Sistema de cobertura verde	Profundidade do substrato (m)	Porte das plantas	Retenção de água anual (%)*	Coeficiente anual de descarte Ψ_a / coeficiente de selagem*
Extensivo	0.02 a 0.04	Forrações e sedum	40	0.80
	> 0.04 a 0.60	Sedum e forrações	45	0.55
	> 0.06 a 0.10	Sedum, forrações e herbáceas	50	0.50
	> 0.10 a 0.15	Sedum, herbáceas e forrações	55	0.45
	> 0.15 a 0.20	Forrações e herbáceas	60	0.40
Intensivo	0.15 a 0.25	Gramas, arbustos e capão	60	0.40
	> 0.25 a 0.50	Gramas, arbustos e capão	70	0.30
	> 0.50	Gramas, arbustos, capão e árvores	> 90	0.10

* Os índices apresentados consideraram precipitações anuais entre 650 mm a 800mm. Para regiões com baixa precipitação anual, a retenção é maior.

Tabela 4: Valores de retenção apresentados pelos estudos selecionados – eventos de precipitação simulados - Fonte: (BÄR e TAVARES, 2017)

Autores	i%	Qtd. eventos	Intensidade da chuva	Duração chuva	Distinção do telhado	Retenção do escoamento	Local
Oliveira (2009)	6%	2	8,77 mm/h 42 mm/h	13 min	TV simulação 1 TV simulação 2	55% 56%	Vargem Grande Paulista - PS
Santos et al. (2013), e Santos (2011)	n.i. ¹	2	42 mm/h 42 mm/h 79 mm/h 79 mm/h	30 min	TV com grama TV com cactos TV com grama TV com cactos	33,6 % 32,1% 15,5% 14,2%	Caruaru - PE
Moura (2012) e Moruzzi, Moura e Barbassa (2014)	10% 20% 30%	14	de 81,2 à 117,7 mm.h ⁻¹	30 min	TV inclinação 10% TV inclinação 20% TV inclinação 30%	11,6±1,4 mm 10,0±1,2 mm 9,5±1,1 mm	Rio Claro - SP
Bacovis e Nagalli (2013)	5%	4	43,6 mm	16 min	TV seco TV semi saturado TV saturado	22% 10% 1%	Curitiba - PR
Silva, Paiva e Santos (2015)	n.i.	1	74,21 mm/h	58 min	TV com Babosa TV com coroa-de-frade	77% 98%	Caruaru - PE
Nascimento (2015)	6%	24	155 mm/h	7 min	TV seco sem vegetação TV seco com vegetação TV úmido sem vegetação TV úmido com vegetação Média geral telhado com vegetação Média geral telhado sem vegetação	70,99% 72,99% 56,04% 33,3% 53,14% 63,52%	Rio de Janeiro - RJ
Louzada (2016)	2% 20%	4	de 37,6 à 65,40 mm/h	20 e 30 min	Módulo de controle i2% Módulo vegetado geomanta i2% Módulo vegetado geotêxtil i2% Módulo de controle i15% Módulo vegetado geomanta i15% Módulo vegetado geotêxtil i15%	8,8% 64,9% 93,4% 6,8% 47,1% 86,5%	Natal - RN
Costa, Poletto e Ramme (2016)	15%	n.i.	n.i.	5 min	Telhado verde	Até 26%	Toledo - PR

Tabela 5: Valores de retenção do escoamento apresentados pelos estudos selecionados - eventos de precipitação naturais – Fonte: (BÄR e TAVARES, 2017)

Autores	i	Tempo de monitoramento	Distinção do telhado	Valor de retenção do escoamento	Local do experimento
Castro e Goldenfum (2010)	0° e 15°	mai./set. 2008 – 8 eventos	TV horizontal com vegetação	63% ³	Porto Alegre - RS
			TV inclinado com vegetação	25% ³	
Ohnuma, Halasz e Mendiondo (2011)	3%	set. 2006/ mar. 2007 – 7 eventos	Telhado verde (TV)	48%	São Carlos - SP
Baldessar (2012)	2%	nov. 2011/ fev. 2012	Telhado verde	69,30%	Curitiba - PR
Tassi et al. (2013)	1%	nov. 2010/ out. 2011 – 43 eventos	Telhado verde	62%	Santa Maria - RS
Jobim (2013)	1%	out. 2012/ fev. 2013 - 35 eventos	Alveolar simples com argila expandida	61%	Santa Maria - RS
			Alveolar simples sem a.e.	59%	
			Alveolar grelhado com a.e.	61%	
			Alveolar grelhado sem a.e.	59%	
			Reciclável com a.e.	21,7%	
			Reciclável sem a.e.	25,7%	
			Hexagonal com a.e.	79,8%	
			Hexagonal sem a.e.	60,7%	
Modular com galocha com a.e.	88,1%				
Modular com galocha sem a.e.	82,8%				
Araújo et al. (2013), e Araújo et al. (2014)	15,7°	mai./jun. 2012	Telhado verde	46,4%	Londrina - PR
Miller (2014)	3%	dez. 2013/ mar. 2014	Telhado verde 1	58,5%	Curitiba - PR
			Telhado verde 2	47,3%	
			Telhado verde 3	51,8%	
			Telhado verde 4	41,9%	
			Telhado verde 5	39,0%	
Savi (2015)	3%	jun. 2014/ jan. 2015	TV com Bulbine	94%	Curitiba - PR
			TV com Trapoeraba	77%	
			TV com Grama amendoim	84%	
			TV com Sedum	88%	
			TV com Dinheiro em Penca	63%	
Mendonça (2015)	3%	jan./fev. 2015 – 10 eventos	TV com Bloco TEVA	25,54%	João Pessoa - PB
Ferreira (2015)	n.i.	dez. 2014/ jan. 2015 – 5 eventos	Telhado verde	81,7%	Campo Mourão - PR
Vacari (2015)	4%	jan./abr. 2015 – 19 eventos	TV de herbácea	61%	Cuiabá - MT
			TV de consórcio	59%	
			TV de graminea	46%	
Martins e Pinto (2016)	1 a 2%	nov. 2015 – 7 eventos	TV garrafa PET-solo-leiva	65%	Santa Maria - RS
			TV brita-solo-leiva	86,59%	
			TV argila expandida-solo-leiva	80,22%	
Pessoa (2016)	1°	fev.2015/ abr. 2016 – 51 eventos	Telhado verde	57%	Santa Maria - RS
			Telhado de controle	17%	
Klein (2017)	2%	jun. 2016/ jan. 2017 – 35 eventos	Telhado convencional	8%	Florianópolis - SC
			Telhado verde modular baixo	76%	
			Telhado verde modular alto	84%	
			Telhado verde contínuo	65%	

A Tabela 3 apresenta características semelhantes a simulação realizada e foi utilizada como critério de referência mesmo apresentando condições climáticas diferentes devido à localização.

A Tabela 4 compara a influência da intensidade da chuva, a inclinação da cobertura verde, sua vegetação e condições de umidade com chuvas simuladas quanto a capacidade de retenção, alguns dados são intrigantes devido a resultados contraditórios como maior retenção com aumento na inclinação da cobertura verde e

maior intensidade de chuva pelo autor Oliveira (2009), o que não é esperado, e maior retenção para uma cobertura verde úmida sem vegetação comparada com a cobertura verde úmida com vegetação pelo autor Nascimento (2015).

Na Tabela 5 também se compara a influência das mesmas características descritas para a Tabela 4 quanto a retenção de água mas com chuvas naturais dando mais ênfase a composição da cobertura verde.

2.3 Balanço hídrico em coberturas verdes simplificado

Balanço hídrico é o resultado da quantidade de água que entra e sai de um sistema. Para a cobertura verde será considerado o modelo matemático simplificado proposto por Tassi *et al.* (2014), onde se considera que o volume escoado pelo sistema de drenagem (V_{esc}) é dado pelo resultado da subtração da precipitação total (P) pelo armazenamento de água no telhado verde (S) e pela perda de água por evapotranspiração (EVT), em mesma unidade, resultando na Equação 1:

$$V_{esc} = P - S - EVT \quad (1)$$

Para uma série contínua de chuva, o balanço hídrico de um tempo qualquer (t) pode ser representado pelo fluxograma da Figura 7 (TASSI, TASSINARI, *et al.*, 2014).

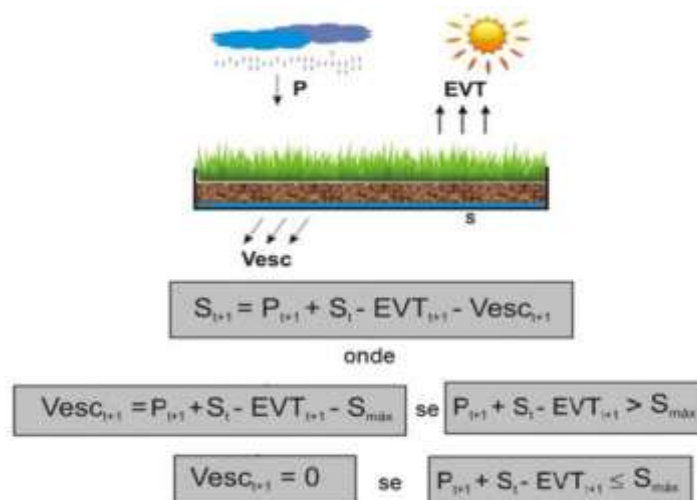


Figura 7: Fluxograma esquemático do modelo de balanço hídrico do telhado verde

Fonte: (TASSI, TASSINARI, *et al.*, 2014)

Conforme se observa no fluxograma da Figura 7, o volume de água armazenado em um intervalo de tempo $t+1$ (S_{t+1}) é dado pela soma das parcelas do volume precipitado entre o intervalo de tempo de t a $t+1$ (P_{t+1}), mais o volume já armazenado no instante t (S_t), subtraída das parcelas do volume de água evapotranspirado no intervalo entre t e $t+1$ (EVT_{t+1}) e do volume escoado pelo sistema de drenagem no mesmo intervalo ($V_{esc,t+1}$). Se $P_{t+1} + S_t + EVT_{t+1} < S_{máx}$ ($S_{máx}$ representa a capacidade máxima de armazenamento de água no telhado verde), $V_{esc,t+1}$ será nulo, pois todo volume acaba sendo armazenado no telhado. Para $P_{t+1} + S_t + EVT_{t+1} > S_{máx}$, haverá volume escoado pelo sistema de drenagem (TASSI, TASSINARI, *et al.*, 2014).

Em estudos climatológicos, de forma simplificada, existem a evapotranspiração potencial (ETP), onde as plantas estão adequadamente supridas de água e normalmente não limitadas por moléstias ou fertilidade, a evapotranspiração da cultura (ETc), onde são consideradas condições que podem reduzir o potencial da evapotranspiração de uma cultura específica, e a evapotranspiração de referência (ET_o), que é similar a evapotranspiração potencial com a exceção de que é aplicada para uma cultura identificada como a alfafa e grama (Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Evapotranspira%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 8 dez 2019).

No modelo do balanço hídrico utilizado, a evapotranspiração (EVT) deve corresponder a real ocorrida. Assim, o programa *GreenRoof* utiliza-se de alguns fatores para estimar seu valor, descritos no tópico a seguir.

2.4 Modelagem computacional

Para auxílio nos projetos de cobertura verde modelos computacionais são disponibilizados como o *Faveur* e o *GreenRoof*. O *GreenRoof* foi utilizado devido a maior facilidade em compreensão da linguagem que foi desenvolvido, inglês, e as informações disponíveis no manual do programa por RAES, TIMMERMAN, *et al.* (2006), são descritas a seguir.

O modelo *GreenRoof* calcula o balanço hídrico de dois telhados, podendo comparar um contra o outro (telhado A versus B). A quantidade de água retida nos telhados e evacuada como escoamento dos telhados são calculados diariamente por um período de simulação a ser especificado pelo usuário. A água da chuva retida no telhado é removida por evapotranspiração quando as condições climáticas são favoráveis.

A entrada de dados consiste em dados climáticos diários para a localização e características do telhado estudado. Telhados de cascalho, telhas de ardósia, telhados de betume e extensos telhados verdes com vários tipos de vegetação e grau de cobertura vegetal podem ser selecionados ou criados e salvos no banco de dados para uso posterior.

Os telhados são caracterizados pela área de superfície, posição, orientação e inclinação e, para telhados verdes, pelo tipo e extensão da cobertura vegetal, profundidade da camada de substrato e presença de uma camada de drenagem / reservatório.

Os dados climáticos consistem em chuvas diárias observadas em estação meteorológica representativa e evapotranspiração de referência da grama (ET_0). A evapotranspiração de referência caracteriza a demanda evaporativa da atmosfera pela localização e é derivada de dados meteorológicos.

Por observação na utilização, o programa faz o balanço hídrico diário semelhante ao apresentado no fluxograma da Figura 7 na página 14, onde os dados da precipitação (P) são fornecidos pelo usuário, a quantidade de água armazenada (S) inicial tem cinco opções de escolha indo de vazio a cheio, e o valor da evapotranspiração (EVT) que é o resultado da multiplicação entre um coeficiente que leva em consideração as condições de ventilação da cobertura verde (K_v), um coeficiente que leva em consideração o estresse hídrico que depende da umidade do solo e da vegetação escolhida (K_s), e o coeficiente da vegetação ou da cultura (K_c) como demonstrado na Equação 2.

$$EVT = K_v \times K_s \times K_c \times ET_0 \quad (2)$$

Com a redução de água no substrato a planta tem maior dificuldade em retirar a água devido ao menor contato superficial com suas raízes (estresse hídrico), assim o coeficiente K_s tem seu valor igual a 0 quando a quantidade de água armazenada é igual a 0 e assume valores crescentes até 1 quando a capacidade de água retida supera o valor estabelecido onde não há mais o estresse hídrico.

O coeficiente K_c é um valor fixo que depende exclusivamente da vegetação escolhida, ele relaciona a evapotranspiração desta vegetação com a de referência ($K_c = ET_c/ET_o$).

O coeficiente K_v está relacionado com as condições de ventilação da cobertura verde cujo os valores estabelecidos pelo programa estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6: Equação de correção para EVT devido as condições de ventilação

Equação de correção para EVT			
Condição de ventilação	A	B	$K_v =$
Completamente fechado	0.50	0.97	$(B \cdot ET_o)/(A + ET_o)$
Moderadamente fechado	0.40	0.99	$(B \cdot ET_o)/(A + ET_o)$
Totalmente exposto	0.20	1.10	$B + (A/ET_o)$
Extremamente ventilado	0.35	1.20	$B + (A/ET_o)$

Assim se verifica que ambientes ventilados favorecem a evapotranspiração enquanto ambientes mais fechados e menos ventilados reduzem o seu potencial.

Os valores padrões do *GreenRoof* estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7: Valores padrões do GreenRoof

cobertura verde	Kc	EVT sem restrição	Capacidade de retenção
Camada de armazenamento	1.20	-----	0.50 l/m ²
Camada Drenante	-----	-----	2.00 l/m ²
Substrato	1.10	90%	2.5 l/m ² /cm
Superfície da cobertura	1.20	100%	0.1 l/m ²
Suculentas-musgos	0.40	60%	-----
Musgos-suculentas	0.70	70%	-----
Suculentas-gramíneas	0.70	50%	-----
Gramíneas-ervas	1.00	50%	-----
Outras coberturas	Kc	Retenção superfície	Retenção substrato
Cobertura impermeável plano	1.10	0.50 l/m ²	0
Cobertura impermeável inclinada	1.10	0.20 l/m ²	0
Telha	1.10	0.15 l/m ²	0.10 l/m ²
Cascalho	1.10	0.10 l/m ²	1.00 l/m ² /cm

Para a evapotranspiração (EVT) sem restrição, $K_s = 1$, o valor estabelecido para que não ocorra o estresse hídrico está condicionado ao percentual da capacidade de retenção do volume de água na camada que não está sendo ocupado por água. Assim, ultrapassando o percentual estabelecido começa a ser considerado o estresse hídrico.

Neste modelo simplificado para o balanço hídrico da cobertura verde é considerado que não há escoamento superficial, ou seja, toda a precipitação sobre a cobertura verde é infiltrada no substrato ficando na superfície somente uma pequena lâmina d'água que por padrão do programa corresponde a 0,1 mm de altura (0,1 l/m²). A capacidade de armazenamento está relacionada com a porosidade do solo (volume de vazios / volume do solo) onde o volume de vazios é preenchido com a água que por padrão do programa corresponde a uma porosidade de 25% (2,5 mm de vazios em 10 mm da altura do solo considerando uma mesma área) além de poder ser considerado um volume de água retido nas camadas drenante e de armazenamento.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os materiais e métodos adotados para a avaliar o balanço hídrico de uma cobertura, dando destaque a taxa de evapotranspiração e a capacidade de retenção da água de chuva por meio de modelamento computacional, a partir da caracterização das condições físicas do objeto em estudo e ambientais locais.

O balanço hídrico da cobertura estudada está esquematizado na Figura 8, onde os dados meteorológicos fornecidos pelo INMET são utilizados para cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0) diária pelo *CROPWAT 8.0*, e com a ET_0 calculada, os valores diários de precipitação fornecidos pelo INMET e ajustes necessários, o balanço hídrico da cobertura verde é calculado pelo *GreenRoof* fornecendo os valores de evapotranspiração (EVT), quantidade de água armazenada (S), quantidade de água retida (EVT + S), e quantidade de água escoada (Vesc)

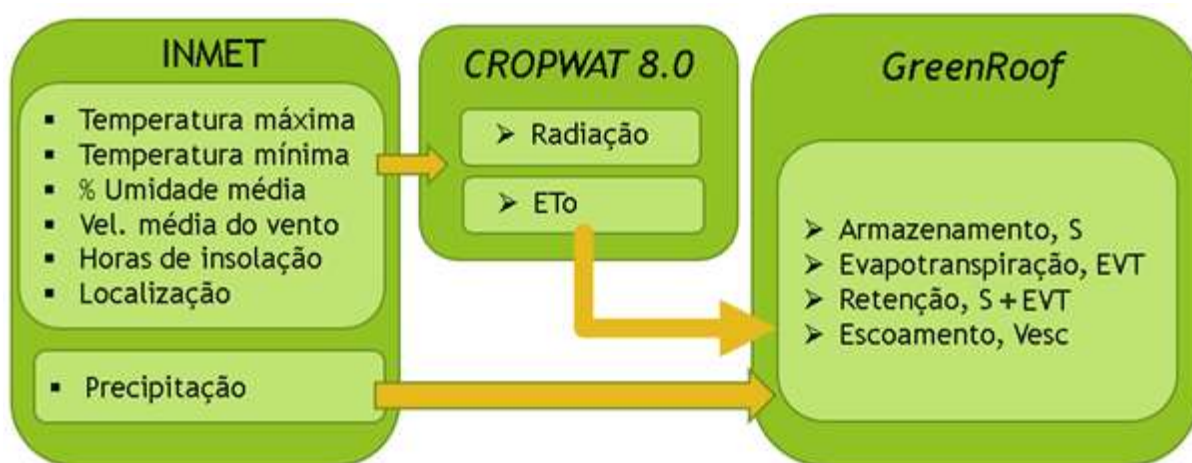


Figura 8: Infográfico para obtenção do balanço hídrico da cobertura verde

3.1 Objeto e local de estudo

Como referência para a simulação, foram utilizadas algumas características da cobertura verde instalada no prédio da Unimed (Figura 9), localizado na Avenida Churchill, nº 36, bairro Santa Efigênia em Belo Horizonte – MG.

Áreas com risco de inundação em Belo Horizonte

Carta de Inundações de Belo Horizonte/PBH

Quantidade de pontos de inundação: 3 6 10 13 20



G1

Infográfico elaborado em: 19/09/2011

Foto: Cláudia Ferreira/G1



Fonte: Google Earth

Figura 9: Unimed localizada na Avenida Churchill, nº36 no bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG

Apesar do prédio da Unimed não estar localizado nas áreas de maior risco de inundação, o sistema de drenagem público é interligado assim, a redução no volume de água pluvial escoada favorece o entorno e as áreas de maior risco que o sistema de drenagem está interligado ao da região da Unimed.

Segundo o Parecer Técnico nº 2061-16 da Secretária Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte do processo nº 01-177872/10-06, realizado pela consultora Clam Engenharia Meio Ambiente Ltda, o projeto arquitetônico do empreendimento apresenta uma cobertura verde no 8º pavimento de 599,52 m² com altura de solo de 50cm que foi utilizado para caracterização da cobertura verde simulada.

A Figura 10 representa a vegetação da cobertura verde em estudo.



Figura 10: Foto da vegetação do telhado verde da Unimed Santa Efigênia – Fonte: (PBH, 2017)

A cobertura verde do prédio da Unimed apresenta características de uma cobertura verde semi-intensiva com vegetação composta principalmente por gramíneas, ervas e algumas de porte arbóreo.

3.2 Dados meteorológicos

Foram utilizados os dados dos parâmetros meteorológicos diários de precipitação, da umidade média relativa do ar, velocidade média do vento, horas de insolação, e temperaturas máxima e mínima da estação meteorológica convencional localizada entre a Av. do Contorno e a Av. Raja Gabáglia em Belo Horizonte - MG, que está aproximadamente a 3,8 km do prédio da Unimed, Figura 11. Acredita-se que tal proximidade pode proporcionar dados meteorológicos mais próximos do real da cobertura verde estudado.



Figura 11: Distância da estação convencional de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587) do prédio da Unimed no bairro Santa Efigênia – Fonte: Google Earth 2019

Os dados meteorológicos da estação convencional de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587), aberta em 03/03/1910, tendo suas coordenadas geográficas $19.934382^{\circ}\text{S}$ $43.952292^{\circ}\text{W}$ que está a 915,47 metros de altitude, estão disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A Figura 12 possui duas fotografias da estação.



Figura 12: Estação convencional de Belo Horizonte - MG (OMM: 83587) – Fonte: Google

Para realização da simulação, foi escolhido o último período chuvoso de ciclo hidrológico entre 01/10/2018 e 30/09/2019 (período mais próximo da realização do presente trabalho) e, os dados obtidos pela estação meteorológica se encontram no Anexo A.

3.3 Medição ET_o

O software *CROPWAT* 8.0 de domínio público, disponibilizado pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) para auxiliar no cálculo dos requisitos de água e de irrigação das culturas, com base nos dados de solo, clima e cultura, foi utilizado para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o). Ele estima a ET_o com base na equação FAO *Penman-Monteith*, Figura 13, equação mais reconhecida internacionalmente, tendo como entrada os dados de temperatura mínima e máxima, umidade média, velocidade média do vento, as horas de insolação e radiação, além dos dados da localização como altitude e latitude. A radiação é calculada a partir dos demais dados solicitados pelo programa permitindo o cálculo da ET_o mesmo sem o fornecimento deste dado (SMITH e NATIONS, 1992).

Penman monteith equation

$$ET_o = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 u_2)}$$

where ET_o = reference evapotranspiration rate (mm d⁻¹), T = mean air temperature (°C), and u_2 = wind speed (m s⁻¹)

R_n = Net Radiation Flux (MJ / m²day)
 G = Sensible heat flux into the soil (MJ / m²day)
 e_s = Mean saturation vapour pressure (kPa)
 e_a = Mean ambient vapour pressure (kPa)
 γ = Psychrometric constant (kPa / °C)
 Δ = slope (first derivative of the function $e(T)$)

Figura 13: *Penman monteith equation* parametrizada pela FAO (PM-FAO56)

Fonte: <https://www.slideshare.net/satishdulla/penman-monteith-equation>

Assim, utilizando os dados da localização e os meteorológicos diários de temperatura mínima e máxima, umidade média, velocidade média do vento e as horas

de insolação fornecidas pelo INMET da estação OMM: 83587, como entrada no software *CROPWAT* 8.0, foram calculados os valores da radiação e evapotranspiração de referência diários do período.

Os valores médios diários de ET_0 para Minas Gerais estiveram entre 2 e 5 mm (ALBUQUERQUE, PEREIRA GUIMARÃES e LANDAU, 2011), e o valor calculado pelo *CROPWAT* 8.0 foi avaliado nesta faixa para ter um critério de referência.

3.4 Cálculo do balanço hídrico do telhado verde

Como o software *GreenRoof* está limitado para alturas de substrato até no máximo 15 cm, inicialmente foi verificado se adaptando o valor de armazenamento do volume de água proporcionalmente à altura do substrato, o balanço hídrico simulado apresentava os mesmos resultados.

Assim, foi realizado a comparação utilizando uma cobertura verde de 15 cm com os valores padrões com uma cobertura verde de 5 cm modificando proporcionalmente o valor da capacidade de armazenamento do substrato. Por padrão, o valor da capacidade de armazenamento do solo está definida para 2,5 l/m²/cm de profundidade do substrato (porosidade de 25%), o que, para uma altura de 15 cm, é equivalente de 37,5l/m². E o valor da capacidade de armazenamento para uma cobertura verde de 5 cm foi modificado para 7,5 l/m²/cm, o que é também equivalente de 37,5 l/m².

Desta forma, foi realizada esta adaptação para utilização do software *GreenRoof* para as alturas que o mesmo não suporta diretamente, mesmo que esta adaptação resulte numa porosidade não realista para um substrato de cobertura verde, o mesmo não afeta o resultado do balanço hídrico que só considera valores numéricos avaliando entrada e saída. Assim, consideramos que o método de cálculo do *GreenRoof* permanece válido para a cobertura da Unimed.

Para as características da cobertura verde em estudo, foi considerado a porosidade padrão do programa, 25%, pois não tivemos informações do substrato utilizado e, quando comparado com os valores recomendados, que apresenta valores de porosidade entre 42 e 53,3% (já mencionados na página 9), o valor de 25% é mais

conservador devido a capacidade de armazenamento do volume de água no substrato ser o próprio volume de vazios deste.

A altura considerada para a cobertura verde simulada da Unimed não foi de 50 cm, pois em visita ao local foi informado que altura real instalada foi de 40cm, sendo esta então considerada. A área superficial utilizada na simulação foi de 599 m², a vegetação escolhida foi uma composição de gramíneas e ervas, com K_c igual a 1, devido a maior representatividade com a vegetação real instalada, considerando também que esta vegetação cobre totalmente a área superficial e está exposta, devido à pouca influência do entorno em produzir sombras e reduzir as correntes de ar.

Utilizando os dados meteorológicos da precipitação diária fornecida pelo INMET da estação OMM: 83587 e os valores correspondentes de ET_o calculados pelo CROPWAT 8.0 como entrada no software *GreenRoof* e ajustado as características da cobertura verde em estudo, já mencionadas, foi calculado o balanço hídrico da cobertura verde e comparado com um telhado hipotético, típico, impermeável, de mesma área superficial e na mesma localidade.

As condições escolhidas para a simulação estão apresentadas na Tabela 8 e a condição da cobertura verde, inicialmente foi escolhida como moderadamente molhado, correspondendo a 50% da capacidade máxima de armazenamento do substrato, que para a altura de 40 cm com 25% de porosidade equivale a 50 l/m².

Tabela 8: Características da cobertura verde da Unimed e do equivalente impermeabilizado

Tipo de cobertura	Cobertura verde	Cobertura impermeável
Vegetação	gramíneas-ervas	ausente
Cobrimento da área superficial	100%	0
Área superficial	599 m ²	599 m ²
Altura do Substrato	40cm (modificado)	0
Retenção de água na superfície	59.90 l	299.50 l
Retenção de água no substrato	59900.00 l	0
Retenção na camada de drenagem	1198.00 l	0
Total de retenção da água	61157.90 l	299.50 l
Condição de ventilação	totalmente exposto	totalmente exposto

Como o valor da porosidade do substrato da cobertura em estudo não é conhecida, foi realizado mais uma simulação considerando uma porosidade de 40%, valor mais próximo de um substrato específico para cobertura verde referenciado por LATSHAW (2009), para considerar também seu efeito no resultado do balanço hídrico calculado através da simulação.

3.5 Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde quanto a sua altura e vegetação

Para analisar a contribuição da altura no armazenamento de água, foram mantidos todos os valores padrões do programa para uma vegetação composta por gramíneas e ervas variando somente a altura do substrato. Para alturas superiores a 15 cm a capacidade de armazenamento do volume de água no substrato foi alterada proporcionalmente.

Para analisar a contribuição das vegetações disponíveis pelo programa no armazenamento de água, foram mantidos todos os valores padrões e alterado somente o valor da capacidade de armazenamento para 10 l/m²/cm para manter a equivalência com um substrato de altura igual a 40 cm e 25% de porosidade, utilizando um substrato com 10 cm de altura no programa.

3.6 Eficiência da cobertura verde em estudo comparada com outros tipos de cobertura disponíveis no programa

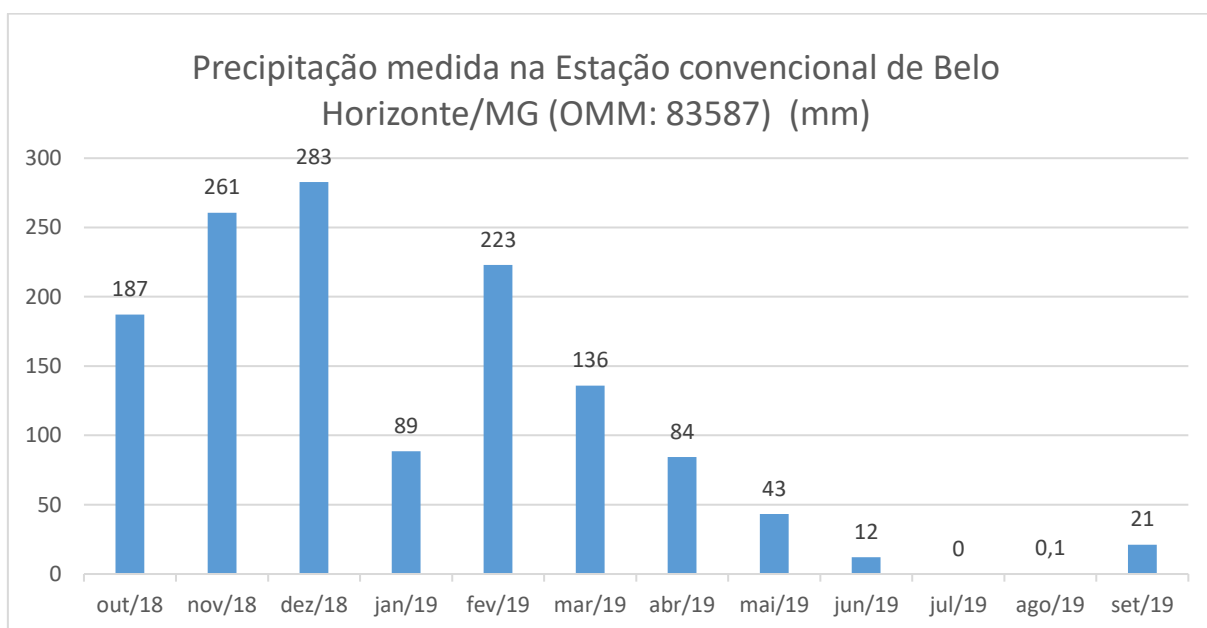
Foram comparados os balanços hídricos simulados da cobertura em estudo com outras coberturas disponíveis no programa, sendo elas cobertura composta por telhas e cobertura composta por cascalho, utilizando a mesma área superficial e valores padrões do programa, exceto a capacidade de armazenamento que foi alterada para 100 l/m².

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos diários obtidos para o período de 01/10/2018 à 30/09/2019 pelo INMET estão no ANEXO A. A partir dos dados foi obtido o Gráfico 1, onde se demonstra o acumulo da precipitação mensal no período de estudo e se pode estabelecer o período chuvoso, de outubro de 2018 a abril de 2019, e o período de seca, maio a setembro de 2019.

Gráfico 1: Precipitação fornecida pela estação convencional de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587) no período de 01/10/2018 à 30/09/2019



A precipitação total acumulada no período de 01/10/2018 a 30/09/2019 foi de 1339 mm, equivalente a 1339 l/m², sendo o período de outubro de 2018 a abril de 2019 os de maior intensidade de chuvas, acima de 80mm no acumulado para o mês.

Os valores e os respectivos dias, em que ocorreram a maior precipitação e as temperaturas máxima e mínima no período de estudo estão na Tabela 9.

Tabela 9: Precipitação, temperaturas máxima e mínima (01/10/2018 a 30/09/2019)

Fonte: INMET

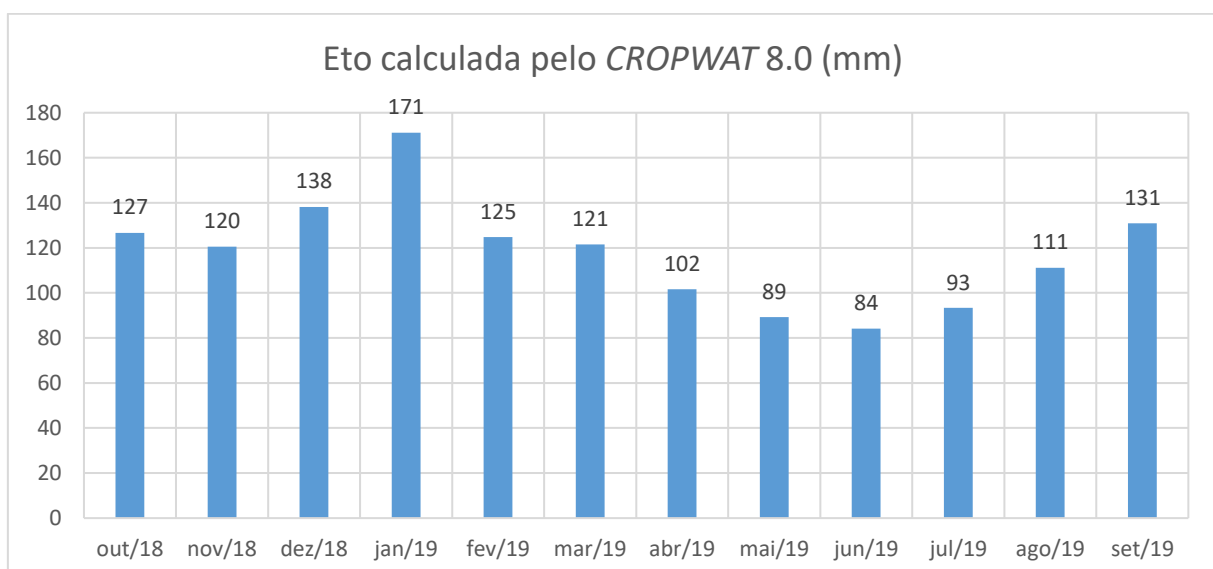
	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação máxima (mm)
Valor	9.9	35.5	59.1
Data	05/06/2019	13/09/2019	01/01/2019

A faixa de temperaturas para Belo Horizonte não apresentou nenhum dado absurdo para a região, assim não foi identificado nenhum indicativo de erro nas medições fornecidas pelo INMET.

4.2 Medição ETo

Os valores de evapotranspiração de referência (ET_o) calculados pelo *CROPWAT* 8.0 no período de estudo são apresentados no ANEXO A. A partir dos dados, foi gerado o Gráfico 2, onde se observa o acúmulo da ET_o mensal no período de estudo.

Gráfico 2: ET_o calculada pelo *CROPWAT* 8.0 acumulada mensalmente no período de 01/10/2018 à 30/09/2019



O valor médio diário para a ET_o calculada, 3,87 mm, ficou dentro do valor de referência para Minas Gerais, de 2 a 5 mm medido por Albuquerque, Pereira Guimarães e Landau (2011).

O valor médio diário da $ET_o \left(\frac{\sum ET_o}{365} \right)$, e os valores da ET_o máxima e mínima e suas respectivas datas de ocorrência no período de estudo estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Valores de destaque para ET_o

	ET_o médio anual (mm)	ET_o máxima (mm)	ET_o mínima (mm)
Valor	3.87	6.68	1.58
Data	-----	01/02/2019	17/05/2019

4.3 Cálculo do balanço hídrico do telhado verde

A simulação inicial para verificar a adaptação da utilização do *GreenRoof* para altura de 15 cm, com capacidade de armazenamento de água no substrato de 2,5 l/m²/cm, e de 5 cm, com a capacidade de armazenamento de água adaptado para 7,5 l/m²/cm, retornou os mesmos valores de balanço hídrico em ambas, apoiando a suposição que o balanço hídrico feito pelo programa só verifica os valores de entrada e saída.

Os valores diários do balanço hídrico, calculados pelo *GreenRoof* para a cobertura verde em estudo (A) comparada com uma cobertura impermeabilizada (B), estão no Anexo B e, de forma resumida na Tabela 11.

Tabela 11: Balanço hídrico anual da cobertura verde usada e para a cobertura padrão impermeabilizada no período de estudo

Cobertura	Verde		Impermeabilizada	
	l/m ²	%	l/m ²	%
Armazenamento inicial	50.00	-----	0.00	-----
Precipitação total	1339.00	-----	1339.00	-----
EVT total	986.57	71.03	47.10	3.52
Retenção de água	14.06	1.01	-----	-----
Volume escoado total	388.37	27.96	1291.90	96.48
Estresse hídrico (dias)	227	62.19	-----	-----

A cobertura verde apresentou uma redução de 68,52% no escoamento em relação a uma cobertura impermeabilizada plana, confirmando a eficiência dessa solução frente a cobertura impermeabilizada quanto a capacidade de retenção de água pluvial.

Dos 365 dias do período, 227 ocorreram o estresse hídrico onde seria necessária a irrigação da cobertura verde com um volume total de água de 7682,95 l/m², para se manter a capacidade de armazenamento do substrato em 50%, atendendo as necessidades consideradas para a vegetação não ter dificuldades na captação de água (estresse hídrico), o que deve ser considerado no custo de manutenção da cobertura verde.

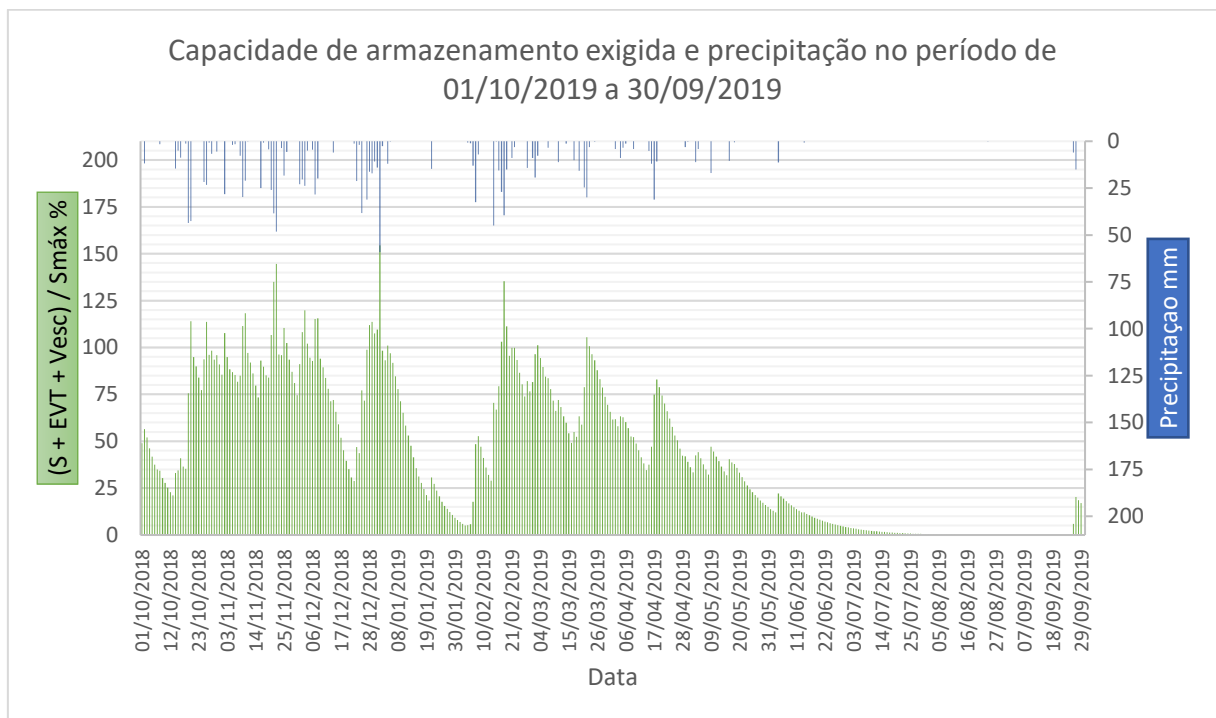
A retenção da precipitação ocorrida no período de 01/10/2018 a 30/09/2019 pela cobertura verde simulada, dado pela diferença ente o valor do volume precipitado e o volume de água escoado pela camada drenante em relação ao volume precipitado expresso em valor percentual $\left(\frac{1339,00-388,37}{1339,00} \times 100\%\right)$, de aproximadamente 71% está coerente com os valores de referência disponíveis na Tabela 3, para cobertura verde com altura de substrato entre 25 e 50 cm composta por gramas, arbustos e capão, onde a retenção indicada é de 70%, porém se esperava um valor menor devido a precipitação total acumulada no período de 1339 mm ter superado os 800 mm indicados na Tabela 3.

Por observação, os resultados são apresentados como resultante do balanço hídrico simplificado. Assim, para um dia qualquer, o valor de armazenamento se dá

considerando o valor do armazenamento do dia anterior somado a precipitação do dia, subtraído da evapotranspiração também ocorrida neste dia. Quando o resultado excede a capacidade máxima de armazenamento, o valor excedente é computado como escoamento na camada drenante e, o armazenamento com sua capacidade máxima é subtraído da evapotranspiração ocorrida no dia. O valor retido para um dia qualquer é o resultado da soma do valor armazenado com a evapotranspiração ocorrida no dia e, como esperado, limitado a capacidade máxima de armazenamento da cobertura verde ($S_{m\acute{a}x}$).

A capacidade de armazenamento necessária para que não ocorresse o escoamento pela camada drenante é dado pela soma das parcelas de armazenamento (S), da evapotranspiração (EVT) e do volume escoado pela camada drenante (V_{esc}). Desta forma, o Gráfico 3 demonstra a capacidade de armazenamento da cobertura verde exigida para que não ocorresse o escoamento ($S + EVT + V_{esc}$) em relação a capacidade máxima de armazenamento ($S_{m\acute{a}x}$) na simulação e a precipitação (P) no período de 01/10/2018 a 30/09/2019.

Gráfico 3: $(S + EVT + V_{esc}) / S_{m\acute{a}x}$ e P no período de 01/10/2018 a 30/09/2019



Dessa forma observou-se o período quando ocorreu a necessidade de irrigação $\left(\frac{S+EVT+Vesc}{S_{m\acute{a}x}} < 50\%\right)$, e quando a cobertura verde teve sua capacidade de retenção do volume de água pluvial extrapolado $\left(\frac{S+EVT+Vesc}{S_{m\acute{a}x}} > 100\%\right)$ na simulação realizada.

Dando ênfase ao maior período onde ocorreu de forma consecutiva o escoamento de água pela camada drenante, de 28/12/2018 a 01/01/2019, foi montada a Tabela 12.

Tabela 12: Balanço hídrico da cobertura verde no período de 28/12/2018 a 01/01/2019

Cobertura Verde	l/m ²	%
Armazenamento inicial	98.14	-----
Precipitação total	117.3	-----
EVT total	18.13	8.42
Retenção de água	97.82	45.4
Volume escoado total	99.49	46.18
Estresse hídrico (dias)	0	0

Com isso, identificou-se que a capacidade de retenção do volume precipitado no período anual em estudo de aproximadamente 71% não representa bem a eficiência da cobertura verde simulada, quanto à retenção do volume de água pluvial, nos períodos de chuvas consecutivas e de maior intensidade, já que no período de 28/12/2018 a 01/01/2019 o percentual do volume de água precipitado retido foi de 15%, o que se justifica pelo fato da capacidade de armazenamento da cobertura verde estar próximo do seu valor máximo ($S_{m\acute{a}x} = 102,1 \text{ l/m}^2$) e que no período de chuvas há redução na capacidade da evapotranspiração devido a maior umidade relativa do ar e menor insolação, que, neste período, ficou com média diária de 3,1 mm para evapotranspiração de referência (ET_0), 20% menor que a média diária de todo período que foi de 3,87 mm .

Considerando o período de chuvas de 20/10/2018, quando o armazenamento da cobertura verde começa a superar 60% de sua capacidade, a 22/04/2019, último dia

no período em estudo da simulação que a capacidade de armazenamento também supera 60% de sua capacidade, foi montada a Tabela 13.

Tabela 13: Balanço hídrico da cobertura verde simulada no período chuvoso

Cobertura Verde	l/m ²	%
Armazenamento inicial	73.90	-----
Precipitação total	1172.40	-----
EVT total	794.50	63.75
Retenção de água	63.44	5.09
Volume escoado total	388.37	31.16
Estresse hídrico (dias)	52	28.11

No período de chuvas considerado, de 20/10/2018 a 22/04/2019, a simulação da cobertura verde apresentou desempenho, quanto a retenção do volume precipitado, de aproximadamente 67%, mais próximo do valor obtido para todo o período estudado. Vale a pena ressaltar, que neste período, dos 185 dias simulados, somente 79 tiveram precipitação. Ou seja, menos de aproximadamente 43% dos dias analisados para o período chuvoso tiveram precipitação, e com poucos dias consecutivos.

Considerando o período seco, de 23/04/2019 a 30/09/2019, o balanço hídrico simulado está representado de forma resumida na Tabela 14.

Tabela 14: Balanço hídrico da cobertura verde simulada no período seco

Cobertura Verde	l/m ²	%
Armazenamento inicial	26.90	-----
Precipitação total	33.30	-----
EVT total	44.48	73.89
Retenção de água	15.72	26.11
Volume escoado total	0	0
Estresse hídrico (dias)	131	100

Para o período seco considerado, de 23/04/2019 a 30/09/2019, a cobertura verde simulada não apresentou escoamento pela sistema de drenagem porém, houve estresse hídrico em todos os dias do período, 131 dias, necessitando de um volume total de água de 3.560.821,70 l para irrigação com intuito de evitar a morte da vegetação e manter o substrato com 50% de sua capacidade de armazenamento, valor considerado para que não ocorresse o estresse hídrico para a vegetação composta por gramíneas e ervas, o que acarreta em custo e consumo de água elevado.

O balanço hídrico simulado para a cobertura verde, considerando as mesmas características já descritas na Tabela 8, com alteração somente da capacidade de retenção do volume de água para 160 l/m², simulando uma porosidade de 40% mais próxima dos valores recomendados para substrato específico para cobertura verde, encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15: Balanço hídrico simulado resumido da cobertura verde em estudo considerando 40% de porosidade para o substrato

Cobertura Verde	l/m ²	%
Armazenamento inicial	80.00	-----
Precipitação total	1339.00	-----
EVT total	1102.90	77.72
Retenção de água	16.50	1.16
Volume escoado total	299.60	21.12
Estresse hídrico (dias)	188	51,51

O aumento da porosidade em 15% resultou numa redução de aproximadamente 7% do volume escoado além de reduzir o estresse hídrico em 10,7%, isto mostra que a escolha do substrato é um fator importante no desempenho da cobertura verde.

4.4 Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde quanto à altura de substrato e escolha da vegetação

O balanço hídrico simulado da cobertura verde quanto a variação da composição da sua vegetação se encontra na Tabela 16.

Tabela 16: Balanço hídrico do telhado verde variando sua vegetação

Cobertura verde	Suculentas-musgos		Musgos-suculentas		Gramíneas-ervas		Suculentas-gramíneas	
	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%
Armazenamento inicial	50.00	-----	50.00	-----	50.00	-----	50	-----
Precipitação total	1339.00	-----	1339.00	-----	1339.00	-----	1339	-----
EVT total	557.90	40.16	822.80	59.24	987.20	71.07	803.5	57.85
Retenção de água	18.30	1.32	13.20	0.95	14.10	1.36	15.9	1.86
Volume escoado total	812.80	58.52	553.00	39.81	387.80	27.92	569.6	41.01
Estresse hídrico (dias)	88	24.11	134	36.71	227	62.19	172	47.12

A simulação demonstra que a composição da vegetação tem um impacto considerável no despenho da cobertura verde em relação a capacidade da redução do volume de água escoado e no estresse hídrico, chegando a variar em aproximadamente 31% a diferença no volume escoado e em 38,08% nos dias que ocorreram o estresse hídrico.

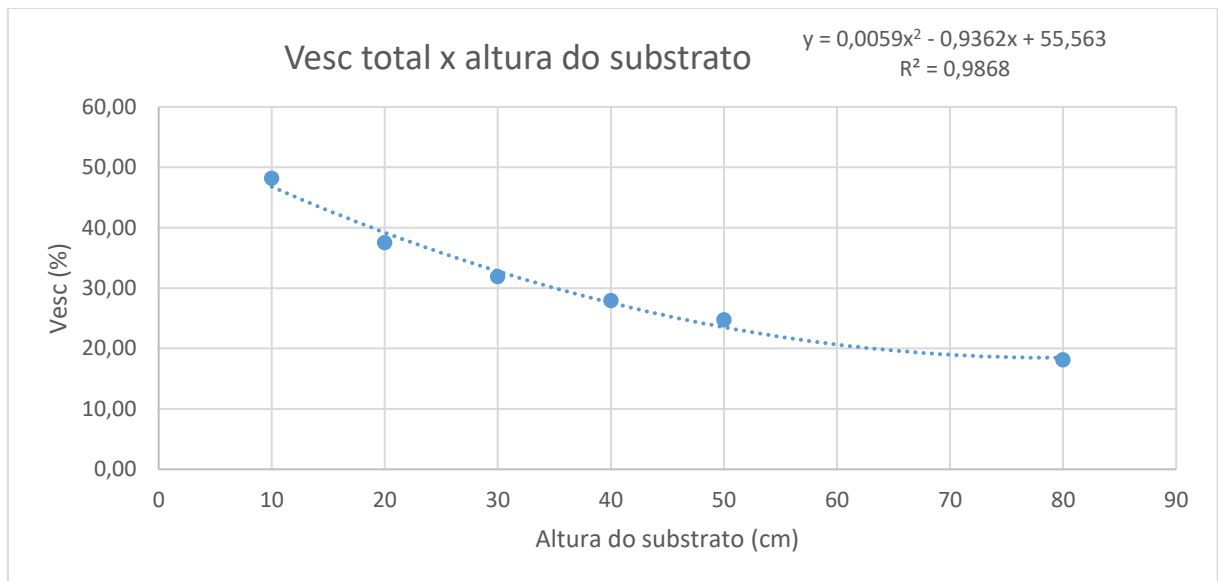
Quanto a variação altura do substrato, o balanço hídrico simulado está resumido na Tabela 17.

Tabela 17: Balanço hídrico do telhado verde em função da altura do substrato

Cobertura verde	h = 10 cm		h = 20 cm		h = 30 cm		h = 40 cm		h = 50 cm		h = 80 cm	
	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%
Grasses-heras												
Armazenamento inicial	12.50	-----	25.00	-----	37.50	-----	50	-----	62.50	-----	100.00	-----
Precipitação total	1339.00	-----	1339.00	-----	1339.00	-----	1339	-----	1339.00	-----	1339.00	-----
EVT total	695.90	51.49	842.80	61.79	925.20	67.21	987.2	71.07	1039.30	74.16	1160.60	80.65
Retenção de água	4.90	0.36	9.50	0.70	12.30	1.28	14.1	1.36	15.30	1.09	17.80	1.24
Volume escoado total	650.70	48.15	511.70	37.51	439.00	31.89	387.8	27.92	347.00	24.76	260.60	18.11
Estresse hídrico (dias)	281	76.99	259	70.96	242	66.30	227	62.19	214	58.63	174	47.67

A alteração da altura do substrato também impacta no desempenho da cobertura verde em relação a quantidade do escoamento da água pluvial, assim como no estresse hídrico. O Gráfico 4 indicou uma relação entre o percentual do volume de água pluvial escoada e a altura do substrato que pode ser aproximada por um polinômio de 2º grau, com valores próximos, $R^2 \approx 1$.

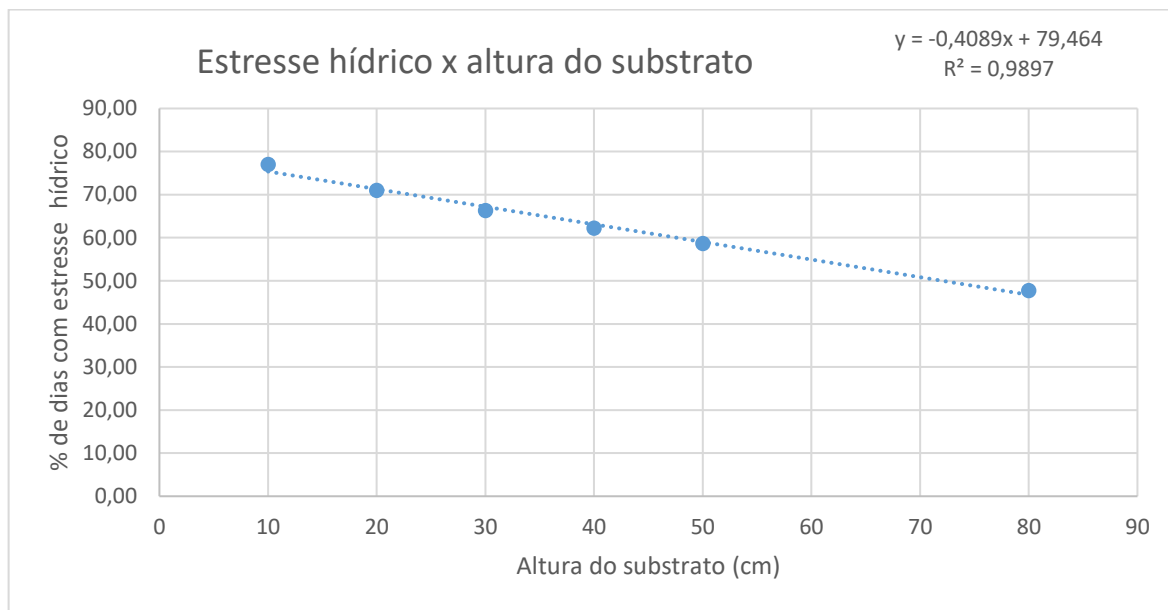
Gráfico 4: Percentual do volume escoado total em relação à altura do substrato



Verificou-se que, para as mesmas condições climáticas e mesmo período de avaliação, o percentual do volume escoado total pela camada drenante diminui na medida em que aumenta a altura do substrato. Porém, essa redução vai sofrendo uma diminuição até que a mesma tende a ser desprezível, conforme pode-se ver a partir da leitura do gráfico acima, que indica que existe um ganho maior no desempenho da cobertura verde entre os valores menores de altura de substrato, ou seja, o ganho no desempenho quanto a redução da porcentagem do volume de água escoado é maior variando a altura do substrato de 10 para 20 cm do que variando de 30 para 40 cm.

Em relação a porcentagem dos dias que ocorreram o estresse hídrico e a altura do substrato da cobertura verde, o Gráfico 5 indicou uma relação linear, também com valores próximos, $R^2 \approx 1$.

Gráfico 5: Percentual de dias de estresse hídrico em relação à altura do substrato



Assim quanto maior for a altura do substrato, proporcionalmente, haverá uma diminuição do estresse hídrico que reduz os custos com irrigação. Porém, presume-se que a adoção de alturas maiores de substrato, eleva o custo da cobertura verde, o que pode inviabilizar sua instalação.

4.5 Cálculo e comparação do balanço hídrico da cobertura verde em estudo com a cobertura de cascalho e de telha

O balanço hídrico da cobertura verde comparado com a cobertura composta por cascalho e a cobertura composta por telhas se encontra na Tabela 18 .

Tabela 18: Balanço hídrico da cobertura verde, cobertura de cascalho e cobertura de telhas

Cobertura	Gramíneas-ervas		Cascalho		Telha	
	l/m ²	%	l/m ²	%	l/m ²	%
Armazenamento inicial	50.00	-----	0.50	-----	0.10	-----
Precipitação total	1339.00	-----	1339.00	-----	1159.60	-----
EVT total	987.20	71.07	100.90	7.53	24.00	2.07
Retenção de água	14.10	1.02	-----	-----	-----	-----
Volume escoado total	387.80	27.92	1238.60	92.47	1135.70	97.93
Estresse hídrico (dias)	227	62.19	-----	-----	-----	-----

O valor do escoamento da água pluvial nas coberturas de cascalho e de telha ficaram próximos, mas bem superior à da cobertura verde demonstrando mais uma vez a alta eficiência da cobertura verde quanto a retenção de água pluvial em relação as coberturas tradicionais utilizadas.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A modelagem computacional é uma ferramenta que reduz custos, permite analisar e avaliar de forma rápida vários parâmetros e situações e assim tomar decisões mais econômicas e coerentes com o objeto em estudo, porém para um bom resultado é preciso conhecimento sobre o modelo e verificar se as condições estabelecidas são coerentes e representam a realidade.

O presente trabalho teve como objetivo realizar o balanço hídrico por meio de modelagem computacional com dados de uma cobertura instalada na área central de Belo Horizonte, o qual obteve valores considerados satisfatórios. Ainda foi possível avaliar a eficiência da cobertura verde quanto a suas características e até induzir relações entre elas, o que, se demonstrar coerente com a realidade, permitem estimar com boa precisão e maior controle as variáveis de um projeto de cobertura verde.

Pelos dados obtidos na simulação conclui-se que, além das características da cobertura verde adotadas, as condições climáticas afetam drasticamente tanto no desempenho da cobertura verde em relação a capacidade de retenção, onde em condições de chuvas intensas e consecutivas apresenta um desempenho bem inferior, quanto ao custo de sua manutenção atrelado por exemplo a irrigação, que em condições de clima seco por um período mais extenso demandam um volume de água considerado para sobrevivência da vegetação.

Para uma avaliação mais minuciosa, sugere-se análise de pesquisa utilizando dados em intervalo de hora em hora para mensurar o impacto das chuvas de maior intensidade e curta duração, uma vez que, com adaptação, o software *GreenRoof* é também capaz de realizar a simulação do balanço hídrico neste intervalo de tempo.

Para auxiliar na escolha da altura do substrato, a fim de atender as necessidades da vegetação escolhida, como também, para otimizar a eficiência de retenção do volume de água pluvial, recomenda-se a validação dos dados obtidos nas simulações computacionais, por meio de ensaios de campo e em ambientes controlados. Posto que essa simulação é um importante norteador. Muito embora, não se pode garantir com exatidão os valores obtidos, por se tratar de uma simulação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. D.; PEREIRA GUIMARÃES, D.; LANDAU, E. C. Mapas decendiais de evapotranspiração de referencia (ETo) para Minas Gerais. Embrapa Milho e Sorgo, Documentos 131, Sete Lagoas/MG, n. 1, 2011.

BALDESSAR, S. M. N. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. Dissertação de Mestrado. Engenharia da Construção Civil, Área de Concentração em Ambiente Construído, Departamento de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 2012.

BÄR, B. V.; TAVARES, S. F. ESTADO DA ARTE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE TELHADOS VERDES NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 8, n. 4, p. 257-271, Dez 2017.

BENINI, R. D. M. Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do córrego do Mineirinho. Dissertação Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2005.

CGE-SP. Umidade relativa do ar. Centro de Gerenciamento de Emergências-SP, 2019. Disponível em: <<https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>>. Acesso em: 11 Novembro 2019.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. Introduzindo Hidrologia. 5. ed. Porto Alegre-RS: IPH UFRGS, 2008.

FAO. CROPWAT. The Food and Agriculture Organization. Disponível em: <<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/>>. Acesso em: 15 Novembro 2019.

IBIAPINA, M. B. et al. Pesquisa experimental para avaliar a qualidade da água e a capacidade de retenção de água pluvial em coberturas verdes em Campinas - Brasil. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 1, n. 6, p. 18-34, Jul 2011.

INMET. Estações automáticas. Instituto Nacional de Meteorologia, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 15 Novembro 2019.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, C. L. D.; OLIVEIRA, C. A. D. S. Comparação da evapotranspiração real simulada e observada em uma bacia hidrográfica em condições naturais de cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 1, Jan/Abr 2001.

NEVES, B. V. B. Geoprocessamento como Ferramenta no Estudo de Correlação entre a Dinâmica da Cobertura Vegetal e a Evapotranspiração na Bacia do Ribeirão Serra Azul - MG. Dissertação de Mestrado. Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. p. 211. 2005.

OLIVEIRA, E. W. N. D. Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências, Faculdade de Engenharia. 2009.

PBH. Telhados verdes são utilizados em favor do meio ambiente. Prefeitura de Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/telhados-verdes-sao-utilizados-em-favor-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

PECK, S. W. et al. GREENBACKS FROM GREEN ROOFS: FORGING A NEW INDUSTRY IN CANADA STATUS REPORT ON BENEFITS, BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR GREEN ROOF AND VERTICAL GARDEN TECHNOLOGY DIFFUSION. Canada Mortgage and Housing Corporation. 1999.

PERLMAN, H.; EVANS, J. The Water Cycle (Natural water cycle). U.S. Geological Survey (USGS), 2019. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/media/images/water-cycle-natural-water-cycle>>. Acesso em: 17 Novembro 2019.

PIVETTA, M. Ilha de calor na Amazônia. Revista Pesquisa FAPESP, n. 200, Out. 2012.

RAES, D. et al. Greenroof. Interuniversity Programme in Water Resources Engineering, 2006. Disponível em: <https://iupware.be/?page_id=865>. Acesso em: 16 Novembro 2019.

SMITH, M.; NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management. Food & Agriculture Org., n. 46, 1992.

TASSI, R. et al. 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.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 5-27, Jan/Mar 2002.

TUCCI, C. E. M. DRENAGEM URBANA. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 55, n. 4, Oct/Dez 2003.

WILLES, J. A.; REICHARDT, K. TECNOLOGIAS EM TELHADOS VERDES EXTENSIVOS: SUBSTRATOS COMERCIAIS REGIONAIS MAIS. Revista Internacional de Ciências, Rio de Janeiro, RJ, v. 4, n. 2, Jul/Dez 2014.

APÊNDICE A

A.1 Anexos

Anexo A: Tabela com dados meteorológicos da estação de Belo Horizonte/MG (OMM: 83587) no período de 01/10/2018 à 30/09/2019 e a ETo calculada pelo CROPWAT 8.0 – Fonte: INMET

BDMEP - INMET							CROPWAT 8.0
Data	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Umidade Relativa Media (%)	Velocidade do Vento Media (m/s)	Insolação (horas)	Precipitação (mm)	ETo (mm)
01/10/2018	18.8	29.8	72.5	0.700	5.9	0	3.78
02/10/2018	18.8	30.6	58.5	0.400	6.9	11.9	3.93
03/10/2018	20.2	32.1	49.3	0.967	10.2	0	5.27
04/10/2018	21.8	33.2	52.8	0.867	6.6	0	4.52
05/10/2018	21.1	30	62.3	1.933	6.4	0	4.72
06/10/2018	20	26.1	70.8	1.733	0.5	0	2.88
07/10/2018	18.8	24.8	69.8	1.233	2.2	0	3
08/10/2018	18.6	30.1	53.5	1.600	8.1	1.6	5.09
09/10/2018	19.8	30	55.5	1.167	3.3	0	3.82
10/10/2018	21.8	32.6	47	1.500	2.7	0	4.33
11/10/2018	22.7	31.1	60.8	1.433	4.1	0	4.17
12/10/2018	21.4	27.2	61.8	1.633	1.3	0	3.4
13/10/2018	20.3	34.1	49.8	0.633	10.5	0	5.31
14/10/2018	20.5	33.4	53.8	1.200	6.4	14.6	4.82
15/10/2018	21	28.9	78.5	0.767	1.5	5	2.83
16/10/2018	19.9	28.8	64.5	1.500	8.7	8.8	4.98
17/10/2018	21.2	28.1	71	1.033	0.2	0	2.7

18/10/2018	18.3	28.1	83.3	0.467	2.6	1.2	2.93
19/10/2018	18.3	28.3	81	0.600	2	43.5	2.84
20/10/2018	18.6	27.1	56	2.133	4.6	42.5	4.5
21/10/2018	15.1	24.7	66.5	2.267	7	0	4.4
22/10/2018	15.3	27.7	59	1.633	11	0	5.42
23/10/2018	16.8	30	49.3	1.800	11	0	6
24/10/2018	19.7	30.6	67.8	1.200	5.9	0	4.37
25/10/2018	18.2	25.7	82.8	0.867	0.3	21.8	2.4
26/10/2018	19.4	29.6	71.8	1.300	5.6	23.2	4.2
27/10/2018	19.5	29.5	85.8	1.200	5	0.8	3.77
28/10/2018	19.5	28.8	60	0.833	6.2	6.7	4.24
29/10/2018	18.5	24.6	81	1.733	0.9	0	2.7
30/10/2018	17.4	28.9	71.5	1.167	6.6	5.5	4.34
31/10/2018	18.8	29.6	60.8	1.533	7.7	0	5.01
01/11/2018	19.1	31.1	72.5	2.067	6.5	0	4.81
02/11/2018	18.8	30.2	56.3	1.233	5.8	28.2	4.56
03/11/2018	20.8	31.2	50.5	1.500	9.4	0	5.8
04/11/2018	21.6	28.4	69.5	0.800	1.5	0	3.07
05/11/2018	19	23.9	77	1.533	0	2	2.59
06/11/2018	17.7	25.7	67	0.833	2.4	1.6	3.15
07/11/2018	18.8	26.5	59.5	1.333	4.1	0	3.97
08/11/2018	16	23.5	87.5	2.300	0	7.8	2.31
09/11/2018	14.8	18.4	87.5	1.800	0	29.8	2.05
10/11/2018	16.8	22.7	79	1.467	0.9	21.1	2.64
11/11/2018	16.1	27.1	68	1.767	7.2	0.1	4.62
12/11/2018	18.8	29.2	61.3	1.500	8.6	0	5.24
13/11/2018	20.1	30.3	59.8	1.867	9.6	0	5.82
14/11/2018	20.5	31.3	58.3	1.000	10	0	5.59
15/11/2018	19.6	30.2	74.8	1.333	5.5	0	4.29
16/11/2018	19.6	28.6	72.5	1.533	1.8	24.9	3.4
17/11/2018	20.2	27.8	60.3	1.000	5.2	0.7	4.19
18/11/2018	19.9	28.2	64	0.967	7.5	0	4.69
19/11/2018	19.5	25.3	84.3	0.400	0.3	4.3	2.4
20/11/2018	18.2	23	90	1.133	0	26	2.22
21/11/2018	16	20.8	84.3	1.867	0	38.4	2.29
22/11/2018	16.1	24.8	73	1.567	2.7	48.2	3.34
23/11/2018	18.2	26.5	67.5	0.967	2.8	0	3.41
24/11/2018	18.8	24.9	61.8	1.000	0.5	3.6	2.93
25/11/2018	17.9	24.7	77.5	0.733	1.1	18.3	2.7
26/11/2018	17.2	27.6	53.8	1.900	10.5	5.6	5.85
27/11/2018	17.7	27.6	51.5	1.633	11.3	0	5.94
28/11/2018	18.6	28.6	51.3	0.967	10.2	0	5.44
29/11/2018	18.4	29.4	51.5	1.533	10.1	0	5.83

30/11/2018	19.5	31.1	55.8	1.100	8.7	0	5.37
01/12/2018	19.1	25.1	88.8	1.000	0	23	2.34
02/12/2018	19.1	26.9	84	1.433	1.3	20.3	2.89
03/12/2018	17.9	23.5	82.3	1.333	0.2	23.7	2.49
04/12/2018	18	28	70	1.233	8.6	5	4.94
05/12/2018	18.5	31.5	59.5	1.133	8.9	0	5.41
06/12/2018	18.4	31.8	70.8	1.233	7.3	4.4	4.94
07/12/2018	18.4	27.6	75.3	0.933	2.8	28.4	3.36
08/12/2018	18.2	26.9	63	1.067	10.3	19.8	5.3
09/12/2018	15.3	23.3	67.5	1.333	6.9	0	4.19
10/12/2018	15.9	26.8	63.8	1.267	9.3	0	5.04
11/12/2018	17.6	28.2	60.5	0.900	9.6	0	5.17
12/12/2018	19.1	30.5	57.3	1.700	10.2	0	6
13/12/2018	19.9	30.5	65	0.933	6.9	0	4.73
14/12/2018	19.6	32	45.3	0.800	9.8	6	5.56
15/12/2018	21.4	31.8	47	0.867	11.2	0	6.01
16/12/2018	21.9	31.5	48	1.633	10.5	0	6.42
17/12/2018	20.6	30.8	49.5	1.500	10.7	0	6.23
18/12/2018	20.7	32.7	50.8	1.100	9.3	0	5.76
19/12/2018	23	32.6	53.5	1.067	7	0	5.21
20/12/2018	22.2	33.6	51.3	1.300	8.9	0	5.94
21/12/2018	22.9	32.7	53	0.433	7.3	0	4.79
22/12/2018	19.5	32.2	72	0.333	5.7	1.3	4.2
23/12/2018	19.4	32.7	58.8	1.200	6.7	21.2	5.07
24/12/2018	18.6	32	72.3	1.600	4.2	2	4.3
25/12/2018	18.6	30.4	67	1.433	6.6	38.3	4.82
26/12/2018	19.7	27.7	79.8	0.800	1.7	0	3.02
27/12/2018	19.2	24.5	87.3	0.700	0	31.2	2.34
28/12/2018	18.4	25.2	86.5	0.733	0.8	16.2	2.57
29/12/2018	17.2	25.5	90.5	0.867	1.1	17.1	2.59
30/12/2018	17.9	27.8	78.5	0.700	4.6	10.8	3.73
31/12/2018	18.7	25.6	84.3	0.767	1.7	14.1	2.85
01/01/2019	18.4	27.8	86.3	0.533	4.7	59.1	3.68
02/01/2019	19.3	30.1	63.3	0.400	7.7	2.6	4.64
03/01/2019	20.6	30.8	63	0.800	1.9	0	3.45
04/01/2019	18.4	26.1	70.3	1.067	0.7	12	2.92
05/01/2019	19.1	29.9	58.8	0.833	6	0.2	4.45
06/01/2019	20.7	31.9	51.3	1.667	10.6	0	6.4
07/01/2019	21.4	31.4	53.8	1.333	10.8	0	6.17
08/01/2019	20.6	29.5	62.5	1.700	9.9	0	5.79
09/01/2019	20.2	29.2	51	0.900	10.5	0	5.61
10/01/2019	19.7	29.5	52	1.533	11	0	6.11
11/01/2019	20.5	29.7	56	0.833	7.4	0	4.84

12/01/2019	20.4	30.4	51.5	0.967	7	0	4.92
13/01/2019	20.4	30.8	53.3	1.333	10.3	0	5.95
14/01/2019	19.9	31.1	50.3	2.067	11.1	0	6.66
15/01/2019	20.9	32.1	51.5	1.233	9.7	0	5.89
16/01/2019	22.2	32.6	56	0.800	7.3	0	5.02
17/01/2019	21.8	32.4	59	1.500	8.2	0	5.64
18/01/2019	21.7	32.1	55	1.267	10	0	5.97
19/01/2019	21.7	32.1	42	1.567	10.6	0	6.5
20/01/2019	21.4	33.1	65.8	1.367	6.9	0	5.15
21/01/2019	21.1	31.1	59.5	1.500	7.4	14.7	5.29
22/01/2019	22.1	32.2	54	1.600	9.1	0	5.99
23/01/2019	21.8	32	50.8	1.500	11.1	0	6.42
24/01/2019	20.9	31.5	52.5	1.500	11.7	0	6.45
25/01/2019	20.8	30	57	2.067	9.8	0	6.08
26/01/2019	20	28.4	65	1.633	4.8	0	4.36
27/01/2019	19.7	30.7	51.8	1.500	9.9	0	5.91
28/01/2019	20.9	31	50.8	1.233	10.9	0	6.04
29/01/2019	21.6	32.9	44.5	1.633	10.1	0	6.43
30/01/2019	21.6	32.7	42.5	1.800	9.7	0	6.5
31/01/2019	21.8	33	40.8	1.233	9.1	0	5.9
01/02/2019	22.5	32.3	41.8	1.633	11.2	0	6.68
02/02/2019	22.2	32.8	42.3	1.333	11.3	0	6.46
03/02/2019	22.6	35	41.3	1.500	8.9	0	6.28
04/02/2019	19.2	30.8	61.3	1.600	1	0.8	3.67
05/02/2019	19.6	30.9	64.5	1.333	8.3	1	5.2
06/02/2019	19.2	26.8	88.8	0.733	0.1	13	2.35
07/02/2019	18.9	23.9	85.8	0.567	0.8	32.4	2.44
08/02/2019	18.2	31	63.3	1.133	8.5	7.1	5.12
09/02/2019	19.7	30.6	60.8	1.833	10.1	0	5.87
10/02/2019	20.8	31.8	58	1.533	9.9	0	5.88
11/02/2019	21.1	31.1	55.8	0.900	8.2	0	5.05
12/02/2019	21.4	31.1	56	1.267	5	0	4.54
13/02/2019	18.7	30	76.3	1.433	4	0	3.82
14/02/2019	18.5	28.1	72.8	0.667	3.3	44.9	3.33
15/02/2019	19.4	25.3	84.3	1.033	0.4	0.2	2.44
16/02/2019	19.2	25.6	87.3	0.667	0.6	15.5	2.4
17/02/2019	18.3	26.4	85.5	0.800	2.1	27.1	2.82
18/02/2019	18.8	27.1	84.5	1.067	3	39.4	3.13
19/02/2019	19.1	28.7	75	0.700	5.6	15.1	3.9
20/02/2019	21	29.6	69.5	0.967	5.3	0	4.07
21/02/2019	18.6	26.9	78.8	0.800	1.4	9	2.74
22/02/2019	18.5	31.9	57	1.233	10.9	3.2	5.75
23/02/2019	21	33.5	49.3	1.267	11	0	6.09

24/02/2019	21.8	33.8	46.5	0.800	10.5	0	5.62
25/02/2019	22.2	34.7	47.5	1.200	9.4	0	5.8
26/02/2019	19.9	34.5	68.3	1.467	7.6	0	5.17
27/02/2019	19.3	32	57.3	1.200	7.2	14.3	4.86
28/02/2019	19.9	27.7	74.5	0.700	3.5	0	3.28
01/03/2019	18.8	29.7	76.5	0.400	5	8.9	3.6
02/03/2019	19	24.4	81	0.867	0.6	19.4	2.39
03/03/2019	19.8	29.1	62.3	1.567	8.7	7.7	5.04
04/03/2019	20	29.2	59.5	1.133	6.3	0	4.34
05/03/2019	19.9	30.6	61.3	1.100	7.4	0	4.63
06/03/2019	20.1	29.5	69.3	0.733	5.4	0	3.82
07/03/2019	20.2	31.1	59.3	1.800	8.1	3.5	5.23
08/03/2019	20.6	32.2	56.8	1.633	8.5	0	5.37
09/03/2019	21.7	32.7	55.8	0.500	9.9	0	4.98
10/03/2019	21.7	31.3	65	0.733	7.5	0	4.45
11/03/2019	19.2	28.7	72	1.033	3.4	11.2	3.33
12/03/2019	20.1	29.3	68	1.200	7.7	0	4.47
13/03/2019	21.4	30.3	71	0.933	6.6	0	4.17
14/03/2019	21	32.4	57.5	1.067	8.8	1.3	4.99
15/03/2019	20.1	32.3	59.5	0.600	8.6	0	4.57
16/03/2019	20.6	30.2	69.3	1.133	4.3	0	3.67
17/03/2019	20.4	25.5	81.5	0.967	0	10.1	2.21
18/03/2019	19.8	31.1	78.5	1.200	6.4	0	4.04
19/03/2019	20.6	32	66	1.333	4.7	15.8	3.99
20/03/2019	20.9	29.6	72	0.633	5.3	0	3.57
21/03/2019	18.9	26.7	80.5	1.433	0.4	24.6	2.42
22/03/2019	17.2	21.8	84	1.333	0	30	2.02
23/03/2019	16.2	26.1	64.8	1.033	3.5	3.2	3.13
24/03/2019	18.8	27.7	72	1.033	3.1	0	3.05
25/03/2019	17.8	29.3	59.3	1.633	8.3	0.2	4.66
26/03/2019	19.2	29.8	54.5	1.467	6	0	4.29
27/03/2019	18.9	30.2	58.5	1.067	5.9	0	3.94
28/03/2019	17.7	28.3	56.5	1.633	7.6	0	4.45
29/03/2019	17.6	27.4	65.5	0.967	6.8	0	3.73
30/03/2019	17.1	27.8	61.8	0.467	6.2	0	3.37
31/03/2019	17.2	29.7	58.8	0.433	7.1	0	3.59
01/04/2019	19.6	28.8	69.8	0.967	5	0	3.41
02/04/2019	18.5	28.5	65.3	0.467	5.8	4.2	3.3
03/04/2019	19	28.2	76.3	0.867	4.4	0	3.09
04/04/2019	18.9	30	64	0.800	5	9	3.39
05/04/2019	20.7	30.3	70.5	0.500	5	3.4	3.22
06/04/2019	21	29.2	72.8	0.533	3.8	1.2	2.91
07/04/2019	20.5	30.2	65.3	0.967	7.3	0	3.92

08/04/2019	19	29.7	70.5	1.533	6.8	0	3.9
09/04/2019	18.1	28.2	69.8	0.867	3.8	4.2	2.95
10/04/2019	18.5	28.4	66	1.233	5.2	0	3.43
11/04/2019	18.2	29	68	0.933	7.6	0	3.71
12/04/2019	19.5	28.5	64.5	1.167	6.1	0	3.58
13/04/2019	20.1	29.1	64.8	1.800	7.5	0	4.16
14/04/2019	20.4	27.9	74.5	1.133	2	0	2.6
15/04/2019	20.3	27.7	77.5	0.700	2.8	5.1	2.53
16/04/2019	18.9	27.1	81.3	1.200	2.7	12	2.53
17/04/2019	17.8	25.1	83.5	1.067	2	31.1	2.23
18/04/2019	19.5	28.9	58.5	0.433	8.3	10.8	3.46
19/04/2019	16.6	29.4	51	1.000	9.2	0	3.96
20/04/2019	17	30.5	51.5	0.733	9.3	0	3.81
21/04/2019	18.3	30.8	61.3	0.533	9	0	3.65
22/04/2019	20.2	29.2	64	0.967	6.6	0	3.44
23/04/2019	19.4	29.1	65	1.133	9.5	0	3.95
24/04/2019	19.9	28.1	63.3	1.633	8.6	0	4
25/04/2019	19	27.1	67.8	0.700	1.9	0	2.3
26/04/2019	18.9	28.8	62	1.167	9.5	0	3.9
27/04/2019	19.3	29.2	62.3	1.233	8.8	0	3.84
28/04/2019	18.2	30	60.3	0.700	9	0	3.56
29/04/2019	19	29.1	63.3	0.867	8.5	3.2	3.52
30/04/2019	18.1	27.8	64	1.233	6.6	0.3	3.31
01/05/2019	18.9	29.1	66	0.533	8.5	0	3.28
02/05/2019	19.8	28.5	84.3	1.067	2.4	0	2.27
03/05/2019	18.4	27.6	76	1.233	2	11.1	2.35
04/05/2019	19.2	28.2	70	1.333	6.1	4.1	3.16
05/05/2019	19.4	26.9	64.5	1.700	8.1	0	3.63
06/05/2019	18.5	28.6	64	0.767	8.1	0	3.22
07/05/2019	18.4	30.4	59.8	1.100	8.3	0	3.57
08/05/2019	19.2	27.1	76.3	1.067	3.6	0	2.46
09/05/2019	16.7	24.4	77	1.400	2	17	2.16
10/05/2019	16.5	26.7	69.8	1.233	4.5	0	2.68
11/05/2019	16.7	25.4	70	0.767	5.9	0	2.59
12/05/2019	16.8	29.5	66.3	0.833	8.6	0	3.22
13/05/2019	18	29.6	61	0.867	7.3	0	3.11
14/05/2019	19.2	29	65.3	0.467	6.8	0	2.75
15/05/2019	17.8	27.2	79.5	1.533	1.5	0	2.15
16/05/2019	16.9	23.1	78.3	0.967	0.4	10.4	1.7
17/05/2019	16.1	20.8	79.3	1.067	0	0	1.58
18/05/2019	16.4	25.1	71.8	0.967	4.8	0.6	2.4
19/05/2019	15.6	25.3	67.8	1.233	8.8	0	3.02
20/05/2019	15.6	28.1	57.3	1.400	8.9	0	3.44

21/05/2019	15.6	28.8	53.3	0.867	8.9	0	3.13
22/05/2019	16.3	29.1	55.3	1.533	8.9	0	3.62
23/05/2019	17.1	29.2	53.8	1.100	9	0	3.34
24/05/2019	17.2	28.8	57.3	0.700	7.1	0	2.77
25/05/2019	18	27.1	62.3	1.100	8.2	0	3.04
26/05/2019	15	28.4	55.3	0.933	8.1	0	2.98
27/05/2019	17.1	28.3	65.5	1.233	8.8	0	3.17
28/05/2019	16.7	28.7	60.3	1.100	8.5	0	3.12
29/05/2019	17.6	29.2	57.5	0.700	8.4	0	2.88
30/05/2019	18.1	27.1	59.5	1.200	8.6	0	3.12
31/05/2019	17	28.8	55.3	1.267	9	0	3.33
01/06/2019	17.1	30.1	52.3	0.467	8.7	0	2.71
02/06/2019	17.1	30.1	58.8	1.100	8.7	0	3.2
03/06/2019	16.4	29.2	71	1.667	8.9	0	3.28
04/06/2019	14.8	25.8	61.5	1.500	9	11.3	3.1
05/06/2019	9.9	22.5	59.5	1.233	9.1	0	2.69
06/06/2019	11.9	21.8	58.8	1.967	8.4	0	2.99
07/06/2019	12.4	23.9	58	1.033	8.7	0	2.67
08/06/2019	12	25.1	58.5	1.233	6.9	0	2.69
09/06/2019	11.8	23.9	59.8	1.333	9.1	0	2.83
10/06/2019	13.1	24.1	66.8	2.100	8.9	0	3.05
11/06/2019	14.6	24.7	68.8	1.233	8.3	0	2.68
12/06/2019	16.1	24.3	68.3	1.967	7.3	0	2.88
13/06/2019	16.2	25.3	66.8	1.233	9.2	0	2.85
14/06/2019	15.4	26.3	54.8	1.500	8.7	0.8	3.17
15/06/2019	15.8	25.1	58	1.367	6.6	0	2.78
16/06/2019	16	26.1	58.5	1.600	4.8	0	2.81
17/06/2019	13.8	23.5	56.8	1.233	5.9	0	2.53
18/06/2019	14.6	25.6	56.8	1.167	7.4	0	2.75
19/06/2019	15.9	25.7	51	0.967	6.2	0	2.59
20/06/2019	14.8	26.3	54	1.000	8	0	2.75
21/06/2019	14.2	24.2	66	1.800	7.7	0	2.85
22/06/2019	13.9	23.3	65.8	1.333	8.2	0	2.63
23/06/2019	14.6	23.3	66.8	1.400	7.1	0	2.56
24/06/2019	14.9	26.7	61	0.700	8.3	0	2.55
25/06/2019	15	27.8	64.8	1.067	7.4	0	2.72
26/06/2019	17.1	28.8	53	1.367	8.3	0	3.26
27/06/2019	17.3	27.5	55.5	1.200	4.8	0	2.7
28/06/2019	17.1	25.9	54	0.967	9.2	0	2.87
29/06/2019	15.5	24.6	64	0.667	7.9	0	2.41
30/06/2019	14.7	27.1	56.5	0.667	9.1	0	2.64
01/07/2019	14.8	27.6	57	0.600	8.5	0	2.56
02/07/2019	14.5	26.8	48.3	0.533	8.9	0	2.49

03/07/2019	14.9	28	45	1.067	7.8	0	2.99
04/07/2019	14.7	28.7	40.8	1.000	8.6	0	3.05
05/07/2019	18.7	27.9	61	1.333	6.2	0	2.91
06/07/2019	14.4	24.1	41	1.200	9	0	3.02
07/07/2019	10.4	23.6	47	1.033	9	0	2.74
08/07/2019	10.9	20.8	51.5	1.500	8.9	0	2.84
09/07/2019	12.4	22.2	55.5	2.133	9.2	0	3.25
10/07/2019	12.1	22.4	51.8	1.433	9	0	2.94
11/07/2019	11.6	25.4	48.8	0.533	9	0	2.46
12/07/2019	13	26.9	54.3	0.700	9.1	0	2.71
13/07/2019	13.8	29	46.5	0.800	8.9	0	2.93
14/07/2019	15.4	28.6	46.5	0.800	8.9	0	2.95
15/07/2019	16.8	29.3	43.5	0.833	8.4	0	3.01
16/07/2019	16.4	28.6	48.3	1.233	8.4	0	3.32
17/07/2019	14.9	22.2	60.3	2.300	8.5	0	3.27
18/07/2019	12.2	21.5	53.5	1.667	8.4	0	3.02
19/07/2019	12.4	20.5	56	1.600	7.5	0	2.82
20/07/2019	13.5	20.9	63.3	2.067	8.7	0	3.02
21/07/2019	14.7	22.6	61.5	3.000	6.6	0	3.4
22/07/2019	15.3	22.2	60.5	2.150	5.5	0	3
23/07/2019	15.3	24.6	59.3	1.300	8.9	0	3.09
24/07/2019	16.2	26.7	50	0.700	8.9	0	2.9
25/07/2019	14.9	24.9	61.5	1.633	8.9	0	3.27
26/07/2019	16.7	25	49.8	1.400	8.3	0	3.34
27/07/2019	14.6	25.3	52	0.967	8.9	0	3.04
28/07/2019	15.1	26.5	41	0.967	9.1	0	3.22
29/07/2019	15.7	25.4	49.8	1.267	8.9	0	3.34
30/07/2019	15.9	26.3	58	1.500	8.4	0	3.4
31/07/2019	16.5	28.1	43	0.700	8.5	0	3.05
01/08/2019	18	27.2	53.5	1.867	9.1	0	3.94
02/08/2019	16.6	30.4	38.8	1.067	9.1	0	3.67
03/08/2019	17.8	27.6	48.8	1.167	4.7	0	3.07
04/08/2019	16.2	23.3	71	2.133	4.4	0	2.77
05/08/2019	13	21.8	62.8	2.600	6.9	0	3.3
06/08/2019	15.4	21.2	67	2.600	1.3	0	2.61
07/08/2019	17.1	23.9	61.5	1.733	4.6	0	3
08/08/2019	17.5	28.5	61.5	1.100	8.2	0	3.42
09/08/2019	17	28.4	53.5	1.900	9.2	0	4.18
10/08/2019	17.1	28.7	51.5	0.833	8.2	0	3.34
11/08/2019	17.7	29.3	48	0.967	8.6	0	3.6
12/08/2019	19	28	49.8	1.067	9.5	0	3.76
13/08/2019	16.1	30.5	41	1.533	8.9	0	4.31
14/08/2019	17.8	25.2	65.8	2.133	6.8	0	3.52

15/08/2019	13.2	24.1	56	1.333	9.4	0	3.51
16/08/2019	12.3	24.8	48.8	2.133	9.5	0	4.17
17/08/2019	12.4	24.5	42	0.633	9.5	0	3.16
18/08/2019	13.8	28.2	46.3	0.800	8.2	0	3.4
19/08/2019	16.4	30.7	40.5	1.300	7.8	0	4.1
20/08/2019	19.8	29	54	1.333	4.5	0	3.44
21/08/2019	18.3	29.3	59	1.367	8.5	0	3.98
22/08/2019	18	26.3	69.5	1.900	4	0	3.12
23/08/2019	16.4	24.7	72.8	1.500	2.7	0	2.59
24/08/2019	14.4	27.8	57.5	1.467	9.2	0.1	4.02
25/08/2019	14.8	25.7	54.3	1.967	9	0	4.2
26/08/2019	15.9	25.2	54.3	1.733	8.3	0	3.98
27/08/2019	15.8	26.9	55.5	1.733	9	0	4.2
28/08/2019	15.2	24.9	48.5	1.567	4.2	0	3.46
29/08/2019	14.5	23.7	54.5	2.200	3	0	3.45
30/08/2019	14.4	28.6	51.3	1.267	8.6	0	4.08
31/08/2019	16.3	30.7	47	0.700	8.8	0	3.86
01/09/2019	18.2	32.8	41.3	0.967	8.6	0	4.31
02/09/2019	19.4	31.1	49.5	1.067	7.5	0	4.11
03/09/2019	20.3	33.1	40.8	2.000	8.7	0	5.49
04/09/2019	21.4	33.3	34.3	1.100	8.6	0	4.66
05/09/2019	21.2	28.2	62.8	1.333	8.5	0	4.22
06/09/2019	18.3	25	64.3	2.633	5.5	0	3.92
07/09/2019	16.9	28.5	56.8	1.833	6.5	0	4.21
08/09/2019	17.4	26.1	58.5	2.300	8.7	0	4.57
09/09/2019	16.2	28.4	46	1.200	8.7	0	4.33
10/09/2019	17.6	33.2	39.8	1.067	8.7	0	4.65
11/09/2019	19.8	34.1	39.5	1.000	8.7	0	4.7
12/09/2019	19.8	35.1	36.3	0.933	8.7	0	4.71
13/09/2019	22.1	35.5	26.8	1.600	8.4	0	5.7
14/09/2019	19.8	30.6	51.8	1.867	2.1	0	3.95
15/09/2019	18.2	28.1	55.5	1.367	8.4	0	4.43
16/09/2019	19.4	28	52.8	1.267	9	0	4.56
17/09/2019	18.6	33.1	41	1.467	8.8	0	5.23
18/09/2019	20.2	33.8	31.3	1.067	8.8	0	4.97
19/09/2019	21.8	34.7	32.8	0.900	7.8	0	4.69
20/09/2019	21.8	34.4	45.5	1.367	8.5	0	5.27
21/09/2019	22.1	34.9	45.8	0.500	8.3	0	4.4
22/09/2019	20.9	30.5	62.3	1.700	8.7	0	4.94
23/09/2019	16.4	23.7	66	1.833	1.7	0	3.01
24/09/2019	14.3	28.5	50.3	2.133	9.3	0	5.24
25/09/2019	16.2	20.8	76.5	1.367	0	0	2.17
26/09/2019	15.9	18.5	91.5	0.533	0	6	1.76

27/09/2019	14.4	27.5	62	0.833	7.1	15.1	3.86
28/09/2019	17.1	26.9	65.8	1.333	5.1	0	3.7
29/09/2019	18.4	29.8	69	1.067	7.5	0	4.28
30/09/2019	18	31	58	1.200	9.1	0	4.91

Anexo B: Dados diários do balanço hídrico da cobertura verde e da cobertura impermeabilizada calculados pelo *GreenRoof*

Data	Rainfall mm	ETo mm	ROOF A Input litre	A Storage litre	A EvapTrans litre	A Retention litre	A Run-off litre	ROOF B Input litre	B Storage litre	B EvapTrans litre	B Retention litre	B Run-off litre
				29950				0				
1/10/2018	0	3.8	0	27445.7	2504.3	29950	0	0	0	0	0	0
2/10/2018	11.9	3.9	7128.1	31854.6	2719.3	34573.8	0	7128.1	0	299.5	299.5	6828.6
3/10/2018	0	5.3	0	28305.1	3549.5	31854.6	0	0	0	0	0	0
4/10/2018	0	4.5	0	25517.9	2787.2	28305.1	0	0	0	0	0	0
5/10/2018	0	4.7	0	22903.6	2614.2	25517.9	0	0	0	0	0	0
6/10/2018	0	2.9	0	21409.6	1494	22903.6	0	0	0	0	0	0
7/10/2018	0	3	0	19960.2	1449.5	21409.6	0	0	0	0	0	0
8/10/2018	1.6	5.1	958.4	18600.4	2318.2	20918.6	0	958.4	0	299.5	299.5	658.9
9/10/2018	0	3.8	0	17030.1	1570.3	18600.4	0	0	0	0	0	0
10/10/2018	0	4.3	0	15417.7	1612.4	17030.1	0	0	0	0	0	0
11/10/2018	0	4.2	0	14007.4	1410.3	15417.7	0	0	0	0	0	0
12/10/2018	0	3.4	0	12944.3	1063.1	14007.4	0	0	0	0	0	0
13/10/2018	0	5.3	0	11467.6	1476.6	12944.3	0	0	0	0	0	0
14/10/2018	14.6	4.8	8745.4	18078.8	2134.2	20213	0	8745.4	0	299.5	299.5	8445.9
15/10/2018	5	2.8	2995	19697.8	1376.1	21073.8	0	2995	0	299.5	299.5	2695.5
16/10/2018	8.8	5	5271.2	22266.4	2702.6	24969	0	5271.2	0	299.5	299.5	4971.7
17/10/2018	0	2.7	0	20896.7	1369.6	22266.4	0	0	0	0	0	0
18/10/2018	1.2	2.9	718.8	20161	1454.5	21615.5	0	718.8	0	299.5	299.5	419.3
19/10/2018	43.5	2.8	26056.5	44216.5	2001.1	46217.5	0	26056.5	0	299.5	299.5	25757
20/10/2018	42.5	4.5	25457.5	58063.1	3094.8	61157.9	8516.1	25457.5	0	299.5	299.5	25158
21/10/2018	0	4.4	0	55044.1	3019	58063.1	0	0	0	0	0	0
22/10/2018	0	5.4	0	51353.1	3691	55044.1	0	0	0	0	0	0
23/10/2018	0	6	0	47279.9	4073.2	51353.1	0	0	0	0	0	0
24/10/2018	0	4.4	0	44280.7	2999.2	47279.9	0	0	0	0	0	0
25/10/2018	21.8	2.4	13058.2	55627.7	1711.1	57338.9	0	13058.2	0	299.5	299.5	12758.7
26/10/2018	23.2	4.2	13896.8	58260.7	2897.2	61157.9	8366.6	13896.8	0	299.5	299.5	13597.3
27/10/2018	0.8	3.8	479.2	56126.1	2613.8	58739.9	0	479.2	0	299.5	299.5	179.7
28/10/2018	6.7	4.2	4013.3	57215.9	2923.5	60139.4	0	4013.3	0	299.5	299.5	3713.8

29/10/2018	0	2.7	0	55317.1	1898.8	57215.9	0	0	0	0	0	0
30/10/2018	5.5	4.3	3294.5	55622.1	2989.4	58611.6	0	3294.5	0	299.5	299.5	2995
31/10/2018	0	5	0	52201.3	3420.9	55622.1	0	0	0	0	0	0
1/11/2018	0	4.8	0	48912.1	3289.1	52201.3	0	0	0	0	0	0
2/11/2018	28.2	4.6	16891.8	58023.5	3134.4	61157.9	4646	16891.8	0	299.5	299.5	16592.3
3/11/2018	0	5.8	0	54082.1	3941.4	58023.5	0	0	0	0	0	0
4/11/2018	0	3.1	0	51939.5	2142.6	54082.1	0	0	0	0	0	0
5/11/2018	2	2.6	1198	51301.2	1836.3	53137.5	0	1198	0	299.5	299.5	898.5
6/11/2018	1.6	3.1	958.4	50054.2	2205.3	52259.6	0	958.4	0	299.5	299.5	658.9
7/11/2018	0	4	0	47318.6	2735.6	50054.2	0	0	0	0	0	0
8/11/2018	7.8	2.3	4672.2	50339	1651.8	51990.8	0	4672.2	0	299.5	299.5	4372.7
9/11/2018	29.8	2	17850.2	59677.4	1480.5	61157.9	7031.3	17850.2	0	299.5	299.5	17550.7
10/11/2018	21.1	2.6	12638.9	59288.6	1869.3	61157.9	11158.4	12638.9	0	299.5	299.5	12339.4
11/11/2018	0.1	4.6	59.9	56174.6	3173.9	59348.5	0	59.9	0	59.9	59.9	0
12/11/2018	0	5.2	0	52602.2	3572.4	56174.6	0	0	0	0	0	0
13/11/2018	0	5.8	0	48647.6	3954.6	52602.2	0	0	0	0	0	0
14/11/2018	0	5.6	0	44844.5	3803.1	48647.6	0	0	0	0	0	0
15/11/2018	0	4.3	0	41898.1	2946.5	44844.5	0	0	0	0	0	0
16/11/2018	24.9	3.4	14915.1	54443.1	2370	56813.2	0	14915.1	0	299.5	299.5	14615.6
17/11/2018	0.7	4.2	419.3	51971.8	2890.6	54862.4	0	419.3	0	299.5	299.5	119.8
18/11/2018	0	4.7	0	48761.8	3210	51971.8	0	0	0	0	0	0
19/11/2018	4.3	2.4	2575.7	49626.4	1711.1	51337.5	0	2575.7	0	299.5	299.5	2276.2
20/11/2018	26	2.2	15574	59565.4	1592.5	61157.9	4042.5	15574	0	299.5	299.5	15274.5
21/11/2018	38.4	2.3	23001.6	59519.2	1638.7	61157.9	21409.1	23001.6	0	299.5	299.5	22702.1
22/11/2018	48.2	3.3	28871.8	58827.4	2330.5	61157.9	27233.1	28871.8	0	299.5	299.5	28572.3
23/11/2018	0	3.4	0	56460.7	2366.6	58827.4	0	0	0	0	0	0
24/11/2018	3.6	2.9	2156.4	56556.8	2060.4	58617.1	0	2156.4	0	299.5	299.5	1856.9
25/11/2018	18.3	2.7	10961.7	59249.1	1908.8	61157.9	6360.6	10961.7	0	299.5	299.5	10662.2
26/11/2018	5.6	5.8	3354.4	57173.6	3984.3	61157.9	1445.6	3354.4	0	299.5	299.5	3054.9
27/11/2018	0	5.9	0	53139.9	4033.7	57173.6	0	0	0	0	0	0
28/11/2018	0	5.4	0	49435.7	3704.2	53139.9	0	0	0	0	0	0
29/11/2018	0	5.8	0	45474.5	3961.2	49435.7	0	0	0	0	0	0
30/11/2018	0	5.4	0	41816.4	3658.1	45474.5	0	0	0	0	0	0
1/12/2018	23	2.3	13777	53921.8	1671.6	55593.4	0	13777	0	299.5	299.5	13477.5
2/12/2018	20.3	2.9	12159.7	59123.9	2034	61157.9	4923.6	12159.7	0	299.5	299.5	11860.2
3/12/2018	23.7	2.5	14196.3	59387.5	1770.4	61157.9	12162.3	14196.3	0	299.5	299.5	13896.8
4/12/2018	5	4.9	2995	57773.2	3384.7	61157.9	1224.6	2995	0	299.5	299.5	2695.5
5/12/2018	0	5.4	0	54088.7	3684.4	57773.2	0	0	0	0	0	0
6/12/2018	4.4	4.9	2635.6	53339.6	3384.7	56724.3	0	2635.6	0	299.5	299.5	2336.1
7/12/2018	28.4	3.4	17011.6	58814.2	2343.7	61157.9	9193.3	17011.6	0	299.5	299.5	16712.1
8/12/2018	19.8	5.3	11860.2	57535.9	3622	61157.9	9516.5	11860.2	0	299.5	299.5	11560.7
9/12/2018	0	4.2	0	54655.4	2880.6	57535.9	0	0	0	0	0	0
10/12/2018	0	5	0	51214.7	3440.7	54655.4	0	0	0	0	0	0

11/12/2018	0	5.2	0	47688.4	3526.3	51214.7	0	0	0	0	0	0
12/12/2018	0	6	0	43615.2	4073.2	47688.4	0	0	0	0	0	0
13/12/2018	0	4.7	0	40378.8	3236.4	43615.2	0	0	0	0	0	0
14/12/2018	6	5.6	3594	40179.5	3793.3	43972.8	0	3594	0	299.5	299.5	3294.5
15/12/2018	0	6	0	36099.7	4079.8	40179.5	0	0	0	0	0	0
16/12/2018	0	6.4	0	31749.8	4349.9	36099.7	0	0	0	0	0	0
17/12/2018	0	6.2	0	27614.1	4135.7	31749.8	0	0	0	0	0	0
18/12/2018	0	5.8	0	24221.7	3392.4	27614.1	0	0	0	0	0	0
19/12/2018	0	5.2	0	21506.1	2715.6	24221.7	0	0	0	0	0	0
20/12/2018	0	5.9	0	18789.1	2717	21506.1	0	0	0	0	0	0
21/12/2018	0	4.8	0	16838.1	1951	18789.1	0	0	0	0	0	0
22/12/2018	1.3	4.2	778.7	15967.1	1649.8	17616.8	0	778.7	0	299.5	299.5	479.2
23/12/2018	21.2	5.1	12698.8	25520.2	3145.6	28665.9	0	12698.8	0	299.5	299.5	12399.3
24/12/2018	2	4.3	1198	24190.8	2527.4	26718.2	0	1198	0	299.5	299.5	898.5
25/12/2018	38.3	4.8	22941.7	43826.8	3305.7	47132.5	0	22941.7	0	299.5	299.5	22642.2
26/12/2018	0	3	0	41717.1	2109.7	43826.8	0	0	0	0	0	0
27/12/2018	31.2	2.3	18688.8	58734.3	1671.6	60405.9	0	18688.8	0	299.5	299.5	18389.3
28/12/2018	16.2	2.6	9703.8	59334.7	1823.2	61157.9	7280.2	9703.8	0	299.5	299.5	9404.3
29/12/2018	17.1	2.6	10242.9	59321.6	1836.3	61157.9	8419.7	10242.9	0	299.5	299.5	9943.4
30/12/2018	10.8	3.7	6469.2	58570.4	2587.5	61157.9	4632.9	6469.2	0	299.5	299.5	6169.7
31/12/2018	14.1	2.9	8445.9	59150.3	2007.6	61157.9	5858.4	8445.9	0	299.5	299.5	8146.4
1/1/2019	59.1	3.7	35400.9	58603.4	2554.5	61157.9	33393.3	35400.9	0	299.5	299.5	35101.4
2/1/2019	2.6	4.6	1557.4	56973.7	3187.1	60160.8	0	1557.4	0	299.5	299.5	1257.9
3/1/2019	0	3.5	0	54580.7	2393	56973.7	0	0	0	0	0	0
4/1/2019	12	2.9	7188	59104.1	2053.8	61157.9	610.8	7188	0	299.5	299.5	6888.5
5/1/2019	0.2	4.5	119.8	56162	3061.9	59223.9	0	119.8	0	119.8	119.8	0
6/1/2019	0	6.4	0	51825.3	4336.8	56162	0	0	0	0	0	0
7/1/2019	0	6.2	0	47640.1	4185.2	51825.3	0	0	0	0	0	0
8/1/2019	0	5.8	0	43705.2	3934.8	47640.1	0	0	0	0	0	0
9/1/2019	0	5.6	0	39889	3816.2	43705.2	0	0	0	0	0	0
10/1/2019	0	6.1	0	35743.3	4145.7	39889	0	0	0	0	0	0
11/1/2019	0	4.8	0	32434.5	3308.9	35743.3	0	0	0	0	0	0
12/1/2019	0	4.9	0	29083.6	3350.8	32434.5	0	0	0	0	0	0
13/1/2019	0	6	0	25403.7	3679.9	29083.6	0	0	0	0	0	0
14/1/2019	0	6.7	0	21843.5	3560.3	25403.7	0	0	0	0	0	0
15/1/2019	0	5.9	0	19105	2738.5	21843.5	0	0	0	0	0	0
16/1/2019	0	5	0	17034.4	2070.6	19105	0	0	0	0	0	0
17/1/2019	0	5.6	0	14981.4	2053	17034.4	0	0	0	0	0	0
18/1/2019	0	6	0	13080.1	1901.4	14981.4	0	0	0	0	0	0
19/1/2019	0	6.5	0	11286.8	1793.2	13080.1	0	0	0	0	0	0
20/1/2019	0	5.2	0	10034.7	1252.1	11286.8	0	0	0	0	0	0
21/1/2019	14.7	5.3	8805.3	16673	2167	18840	0	8805.3	0	299.5	299.5	8505.8
22/1/2019	0	6	0	14550.5	2122.5	16673	0	0	0	0	0	0

23/1/2019	0	6.4	0	12577.9	1972.6	14550.5	0	0	0	0	0	0
24/1/2019	0	6.5	0	10865.6	1712.4	12577.9	0	0	0	0	0	0
25/1/2019	0	6.1	0	9463.5	1402.1	10865.6	0	0	0	0	0	0
26/1/2019	0	4.4	0	8561.8	901.7	9463.5	0	0	0	0	0	0
27/1/2019	0	5.9	0	7485.1	1076.7	8561.8	0	0	0	0	0	0
28/1/2019	0	6	0	6525	960.1	7485.1	0	0	0	0	0	0
29/1/2019	0	6.4	0	5639.2	885.8	6525	0	0	0	0	0	0
30/1/2019	0	6.5	0	4866.1	773.1	5639.2	0	0	0	0	0	0
31/1/2019	0	5.9	0	4255.1	611	4866.1	0	0	0	0	0	0
1/2/2019	0	6.7	0	3657.1	598	4255.1	0	0	0	0	0	0
2/2/2019	0	6.5	0	3158.5	498.6	3657.1	0	0	0	0	0	0
3/2/2019	0	6.3	0	2738.8	419.7	3158.5	0	0	0	0	0	0
4/2/2019	0.8	3.7	479.2	2906	312.1	3218	0	479.2	0	299.5	299.5	179.7
5/2/2019	1	5.2	599	3064.6	440.3	3505	0	599	0	299.5	299.5	299.5
6/2/2019	13	2.4	7787	10223.5	628.2	10851.6	0	7787	0	299.5	299.5	7487.5
7/2/2019	32.4	2.4	19407.6	27958.5	1672.6	29631.1	0	19407.6	0	299.5	299.5	19108.1
8/2/2019	7.1	5.1	4252.9	28730.6	3480.7	32211.4	0	4252.9	0	299.5	299.5	3953.4
9/2/2019	0	5.9	0	25139.8	3590.8	28730.6	0	0	0	0	0	0
10/2/2019	0	5.9	0	21992.9	3146.9	25139.8	0	0	0	0	0	0
11/2/2019	0	5	0	19596.4	2396.6	21992.9	0	0	0	0	0	0
12/2/2019	0	4.5	0	17658.9	1937.5	19596.4	0	0	0	0	0	0
13/2/2019	0	3.8	0	16168.1	1490.8	17658.9	0	0	0	0	0	0
14/2/2019	44.9	3.3	26895.1	40739.2	2323.9	43063.2	0	26895.1	0	299.5	299.5	26595.6
15/2/2019	0.2	2.4	119.8	39121.5	1737.5	40859	0	119.8	0	119.8	119.8	0
16/2/2019	15.5	2.4	9284.5	46694.9	1711.1	48406	0	9284.5	0	299.5	299.5	8985
17/2/2019	27.1	2.8	16232.9	59170	1987.9	61157.9	1769.9	16232.9	0	299.5	299.5	15933.4
18/2/2019	39.4	3.1	23600.6	58965.8	2192.1	61157.9	21612.7	23600.6	0	299.5	299.5	23301.1
19/2/2019	15.1	3.9	9044.9	58458.4	2699.5	61157.9	6852.8	9044.9	0	299.5	299.5	8745.4
20/2/2019	0	4.1	0	55656.9	2801.5	58458.4	0	0	0	0	0	0
21/2/2019	9	2.7	5391	59112.7	1935.2	61047.9	0	5391	0	299.5	299.5	5091.5
22/2/2019	3.2	5.8	1916.8	57111.1	3918.5	61029.5	0	1916.8	0	299.5	299.5	1617.3
23/2/2019	0	6.1	0	52978.6	4132.5	57111.1	0	0	0	0	0	0
24/2/2019	0	5.6	0	49155.7	3822.8	52978.6	0	0	0	0	0	0
25/2/2019	0	5.8	0	45214.3	3941.4	49155.7	0	0	0	0	0	0
26/2/2019	0	5.2	0	41688	3526.3	45214.3	0	0	0	0	0	0
27/2/2019	14.3	4.9	8565.7	46921.7	3332	50253.7	0	8565.7	0	299.5	299.5	8266.2
28/2/2019	0	3.3	0	44640.7	2281	46921.7	0	0	0	0	0	0
1/3/2019	8.9	3.6	5331.1	47470	2501.8	49971.8	0	5331.1	0	299.5	299.5	5031.6
2/3/2019	19.4	2.4	11620.6	57386	1704.6	59090.6	0	11620.6	0	299.5	299.5	11321.1
3/3/2019	7.7	5	4612.3	57707.3	3450.6	61157.9	840.4	4612.3	0	299.5	299.5	4312.8
4/3/2019	0	4.3	0	54727.8	2979.4	57707.3	0	0	0	0	0	0
5/3/2019	0	4.6	0	51557.3	3170.5	54727.8	0	0	0	0	0	0
6/3/2019	0	3.8	0	48920.5	2636.8	51557.3	0	0	0	0	0	0

7/3/2019	3.5	5.2	2096.5	47441.2	3575.8	51017	0	2096.5	0	299.5	299.5	1797
8/3/2019	0	5.4	0	43783.1	3658.1	47441.2	0	0	0	0	0	0
9/3/2019	0	5	0	40382	3401.1	43783.1	0	0	0	0	0	0
10/3/2019	0	4.5	0	37330.1	3051.9	40382	0	0	0	0	0	0
11/3/2019	11.2	3.3	6708.8	41715	2323.9	44038.9	0	6708.8	0	299.5	299.5	6409.3
12/3/2019	0	4.5	0	38649.9	3065.1	41715	0	0	0	0	0	0
13/3/2019	0	4.2	0	35782.5	2867.4	38649.9	0	0	0	0	0	0
14/3/2019	1.3	5	778.7	33143.5	3417.7	36561.2	0	778.7	0	299.5	299.5	479.2
15/3/2019	0	4.6	0	30012.5	3131	33143.5	0	0	0	0	0	0
16/3/2019	0	3.7	0	27570.1	2442.4	30012.5	0	0	0	0	0	0
17/3/2019	10.1	2.2	6049.9	32034	1586	33620	0	6049.9	0	299.5	299.5	5750.4
18/3/2019	0	4	0	29259	2775	32034	0	0	0	0	0	0
19/3/2019	15.8	4	9464.2	35964.4	2758.8	38723.2	0	9464.2	0	299.5	299.5	9164.7
20/3/2019	0	3.6	0	33492.4	2472.1	35964.4	0	0	0	0	0	0
21/3/2019	24.6	2.4	14735.4	46503.4	1724.3	48227.8	0	14735.4	0	299.5	299.5	14435.9
22/3/2019	30	2	17970	59697.1	1460.8	61157.9	3315.5	17970	0	299.5	299.5	17670.5
23/3/2019	3.2	3.1	1916.8	58965.8	2192.1	61157.9	456	1916.8	0	299.5	299.5	1617.3
24/3/2019	0	3	0	56836.3	2129.4	58965.8	0	0	0	0	0	0
25/3/2019	0.2	4.7	119.8	53755.9	3200.3	56956.1	0	119.8	0	119.8	119.8	0
26/3/2019	0	4.3	0	50809.4	2946.5	53755.9	0	0	0	0	0	0
27/3/2019	0	3.9	0	48093.5	2715.9	50809.4	0	0	0	0	0	0
28/3/2019	0	4.5	0	45041.6	3051.9	48093.5	0	0	0	0	0	0
29/3/2019	0	3.7	0	42464.1	2577.5	45041.6	0	0	0	0	0	0
30/3/2019	0	3.4	0	40123.8	2340.3	42464.1	0	0	0	0	0	0
31/3/2019	0	3.6	0	37638.6	2485.3	40123.8	0	0	0	0	0	0
1/4/2019	0	3.4	0	35271.9	2366.6	37638.6	0	0	0	0	0	0
2/4/2019	4.2	3.3	2515.8	35483.6	2304.2	37787.7	0	2515.8	0	299.5	299.5	2216.3
3/4/2019	0	3.1	0	33327.8	2155.8	35483.6	0	0	0	0	0	0
4/4/2019	9	3.4	5391	36355.3	2363.5	38718.8	0	5391	0	299.5	299.5	5091.5
5/4/2019	3.4	3.2	2036.6	36140.5	2251.4	38391.9	0	2036.6	0	299.5	299.5	1737.1
6/4/2019	1.2	2.9	718.8	34812.1	2047.2	36859.3	0	718.8	0	299.5	299.5	419.3
7/4/2019	0	3.9	0	32109.4	2702.7	34812.1	0	0	0	0	0	0
8/4/2019	0	3.9	0	29423.6	2685.8	32109.4	0	0	0	0	0	0
9/4/2019	4.2	3	2515.8	29865.9	2073.5	31939.4	0	2515.8	0	299.5	299.5	2216.3
10/4/2019	0	3.4	0	27580.9	2284.9	29865.9	0	0	0	0	0	0
11/4/2019	0	3.7	0	25313.8	2267.1	27580.9	0	0	0	0	0	0
12/4/2019	0	3.6	0	23299.9	2014	25313.8	0	0	0	0	0	0
13/4/2019	0	4.2	0	21173.2	2126.7	23299.9	0	0	0	0	0	0
14/4/2019	0	2.6	0	19914.7	1258.5	21173.2	0	0	0	0	0	0
15/4/2019	5.1	2.5	3054.9	21617.4	1352.2	22969.6	0	3054.9	0	299.5	299.5	2755.4
16/4/2019	12	2.5	7188	27124	1681.4	28805.4	0	7188	0	299.5	299.5	6888.5
17/4/2019	31.1	2.2	18628.9	44153.7	1599.1	45752.9	0	18628.9	0	299.5	299.5	18329.4
18/4/2019	10.8	3.5	6469.2	48213.4	2409.6	50622.9	0	6469.2	0	299.5	299.5	6169.7

19/4/2019	0	4	0	45484.3	2729	48213.4	0	0	0	0	0	0
20/4/2019	0	3.8	0	42854.1	2630.2	45484.3	0	0	0	0	0	0
21/4/2019	0	3.6	0	40329.3	2524.8	42854.1	0	0	0	0	0	0
22/4/2019	0	3.4	0	37942.9	2386.4	40329.3	0	0	0	0	0	0
23/4/2019	0	4	0	35220.4	2722.5	37942.9	0	0	0	0	0	0
24/4/2019	0	4	0	32465	2755.4	35220.4	0	0	0	0	0	0
25/4/2019	0	2.3	0	30829.8	1635.3	32465	0	0	0	0	0	0
26/4/2019	0	3.9	0	28190.7	2639.1	30829.8	0	0	0	0	0	0
27/4/2019	0	3.8	0	25799.3	2391.4	28190.7	0	0	0	0	0	0
28/4/2019	0	3.6	0	23757.2	2042.1	25799.3	0	0	0	0	0	0
29/4/2019	3.2	3.5	1916.8	23647	2027	25674	0	1916.8	0	299.5	299.5	1617.3
30/4/2019	0.3	3.3	179.7	22043.5	1783.2	23826.7	0	179.7	0	179.7	179.7	0
1/5/2019	0	3.3	0	20424.6	1619	22043.5	0	0	0	0	0	0
2/5/2019	0	2.3	0	19350.9	1073.7	20424.6	0	0	0	0	0	0
3/5/2019	11.1	2.4	6648.9	24574	1425.8	25999.8	0	6648.9	0	299.5	299.5	6349.4
4/5/2019	4.1	3.2	2455.9	25097.4	1932.5	27029.9	0	2455.9	0	299.5	299.5	2156.4
5/5/2019	0	3.6	0	23075.1	2022.2	25097.4	0	0	0	0	0	0
6/5/2019	0	3.2	0	21408.7	1666.4	23075.1	0	0	0	0	0	0
7/5/2019	0	3.6	0	19709.8	1698.9	21408.7	0	0	0	0	0	0
8/5/2019	0	2.5	0	18595.6	1114.2	19709.8	0	0	0	0	0	0
9/5/2019	17	2.2	10183	27320.7	1457.9	28778.6	0	10183	0	299.5	299.5	9883.5
10/5/2019	0	2.7	0	25651.5	1669.2	27320.7	0	0	0	0	0	0
11/5/2019	0	2.6	0	24132.1	1519.4	25651.5	0	0	0	0	0	0
12/5/2019	0	3.2	0	22389.4	1742.7	24132.1	0	0	0	0	0	0
13/5/2019	0	3.1	0	20823	1566.4	22389.4	0	0	0	0	0	0
14/5/2019	0	2.8	0	19520.6	1302.4	20823	0	0	0	0	0	0
15/5/2019	0	2.1	0	18543.4	977.2	19520.6	0	0	0	0	0	0
16/5/2019	10.4	1.7	6229.6	23749.7	1023.4	24773	0	6229.6	0	299.5	299.5	5930.1
17/5/2019	0	1.6	0	22846	903.6	23749.7	0	0	0	0	0	0
18/5/2019	0.6	2.4	359.4	21902.6	1302.8	23205.4	0	359.4	0	299.5	299.5	59.9
19/5/2019	0	3	0	20410.7	1491.8	21902.6	0	0	0	0	0	0
20/5/2019	0	3.4	0	18845	1565.7	20410.7	0	0	0	0	0	0
21/5/2019	0	3.1	0	17518.9	1326.2	18845	0	0	0	0	0	0
22/5/2019	0	3.6	0	16110.8	1408	17518.9	0	0	0	0	0	0
23/5/2019	0	3.3	0	14907.8	1203	16110.8	0	0	0	0	0	0
24/5/2019	0	2.8	0	13969.2	938.6	14907.8	0	0	0	0	0	0
25/5/2019	0	3	0	13012	957.2	13969.2	0	0	0	0	0	0
26/5/2019	0	3	0	12136.4	875.6	13012	0	0	0	0	0	0
27/5/2019	0	3.2	0	11272.4	864	12136.4	0	0	0	0	0	0
28/5/2019	0	3.1	0	10481.5	791	11272.4	0	0	0	0	0	0
29/5/2019	0	2.9	0	9797.8	683.7	10481.5	0	0	0	0	0	0
30/5/2019	0	3.1	0	9110.3	687.5	9797.8	0	0	0	0	0	0
31/5/2019	0	3.3	0	8431.9	678.4	9110.3	0	0	0	0	0	0

1/6/2019	0	2.7	0	7911.5	520.4	8431.9	0	0	0	0	0	0
2/6/2019	0	3.2	0	7343.4	568.1	7911.5	0	0	0	0	0	0
3/6/2019	0	3.3	0	6804.1	539.3	7343.4	0	0	0	0	0	0
4/6/2019	11.3	3.1	6768.7	12591.3	981.5	13572.8	0	6768.7	0	299.5	299.5	6469.2
5/6/2019	0	2.7	0	11819.4	771.9	12591.3	0	0	0	0	0	0
6/6/2019	0	3	0	11021.6	797.8	11819.4	0	0	0	0	0	0
7/6/2019	0	2.7	0	10350.5	671.1	11021.6	0	0	0	0	0	0
8/6/2019	0	2.7	0	9716	634.5	10350.5	0	0	0	0	0	0
9/6/2019	0	2.8	0	9092.2	623.7	9716	0	0	0	0	0	0
10/6/2019	0	3	0	8467.3	624.9	9092.2	0	0	0	0	0	0
11/6/2019	0	2.7	0	7950	517.3	8467.3	0	0	0	0	0	0
12/6/2019	0	2.9	0	7431.4	518.6	7950	0	0	0	0	0	0
13/6/2019	0	2.9	0	6951.3	480.2	7431.4	0	0	0	0	0	0
14/6/2019	0.8	3.2	479.2	6857.3	573.2	7430.5	0	479.2	0	299.5	299.5	179.7
15/6/2019	0	2.8	0	6424.2	433.1	6857.3	0	0	0	0	0	0
16/6/2019	0	2.8	0	6014.4	409.8	6424.2	0	0	0	0	0	0
17/6/2019	0	2.5	0	5665.6	348.7	6014.4	0	0	0	0	0	0
18/6/2019	0	2.8	0	5311.3	354.4	5665.6	0	0	0	0	0	0
19/6/2019	0	2.6	0	4996.7	314.6	5311.3	0	0	0	0	0	0
20/6/2019	0	2.8	0	4684.2	312.5	4996.7	0	0	0	0	0	0
21/6/2019	0	2.9	0	4381.5	302.6	4684.2	0	0	0	0	0	0
22/6/2019	0	2.6	0	4118.4	263.2	4381.5	0	0	0	0	0	0
23/6/2019	0	2.6	0	3877	241.4	4118.4	0	0	0	0	0	0
24/6/2019	0	2.5	0	3650.6	226.4	3877	0	0	0	0	0	0
25/6/2019	0	2.7	0	3424.5	226.1	3650.6	0	0	0	0	0	0
26/6/2019	0	3.3	0	3174.4	250.1	3424.5	0	0	0	0	0	0
27/6/2019	0	2.7	0	2979.1	195.3	3174.4	0	0	0	0	0	0
28/6/2019	0	2.9	0	2785.4	193.7	2979.1	0	0	0	0	0	0
29/6/2019	0	2.4	0	2630.9	154.6	2785.4	0	0	0	0	0	0
30/6/2019	0	2.6	0	2472.3	158.6	2630.9	0	0	0	0	0	0
1/7/2019	0	2.6	0	2327.4	144.9	2472.3	0	0	0	0	0	0
2/7/2019	0	2.5	0	2194.4	133	2327.4	0	0	0	0	0	0
3/7/2019	0	3	0	2046.3	148.1	2194.4	0	0	0	0	0	0
4/7/2019	0	3	0	1905.6	140.6	2046.3	0	0	0	0	0	0
5/7/2019	0	2.9	0	1780.2	125.5	1905.6	0	0	0	0	0	0
6/7/2019	0	3	0	1658.9	121.3	1780.2	0	0	0	0	0	0
7/7/2019	0	2.7	0	1555.5	103.4	1658.9	0	0	0	0	0	0
8/7/2019	0	2.8	0	1455.3	100.2	1555.5	0	0	0	0	0	0
9/7/2019	0	3.3	0	1349.3	106	1455.3	0	0	0	0	0	0
10/7/2019	0	2.9	0	1259.6	89.7	1349.3	0	0	0	0	0	0
11/7/2019	0	2.5	0	1188.4	71.2	1259.6	0	0	0	0	0	0
12/7/2019	0	2.7	0	1115.1	73.3	1188.4	0	0	0	0	0	0
13/7/2019	0	2.9	0	1041.2	73.9	1115.1	0	0	0	0	0	0

14/7/2019	0	3	0	971.8	69.4	1041.2	0	0	0	0	0	0
15/7/2019	0	3	0	905.8	66	971.8	0	0	0	0	0	0
16/7/2019	0	3.3	0	838.5	67.3	905.8	0	0	0	0	0	0
17/7/2019	0	3.3	0	777.1	61.4	838.5	0	0	0	0	0	0
18/7/2019	0	3	0	724.2	52.9	777.1	0	0	0	0	0	0
19/7/2019	0	2.8	0	677.8	46.3	724.2	0	0	0	0	0	0
20/7/2019	0	3	0	631.7	46.2	677.8	0	0	0	0	0	0
21/7/2019	0	3.4	0	583.7	47.9	631.7	0	0	0	0	0	0
22/7/2019	0	3	0	544.2	39.5	583.7	0	0	0	0	0	0
23/7/2019	0	3.1	0	506.4	37.9	544.2	0	0	0	0	0	0
24/7/2019	0	2.9	0	473.1	33.2	506.4	0	0	0	0	0	0
25/7/2019	0	3.3	0	438.5	34.7	473.1	0	0	0	0	0	0
26/7/2019	0	3.3	0	405.7	32.7	438.5	0	0	0	0	0	0
27/7/2019	0	3	0	377.9	27.8	405.7	0	0	0	0	0	0
28/7/2019	0	3.2	0	350.6	27.3	377.9	0	0	0	0	0	0
29/7/2019	0	3.3	0	324.5	26.2	350.6	0	0	0	0	0	0
30/7/2019	0	3.4	0	299.8	24.6	324.5	0	0	0	0	0	0
31/7/2019	0	3	0	279.2	20.6	299.8	0	0	0	0	0	0
1/8/2019	0	3.9	0	255	24.2	279.2	0	0	0	0	0	0
2/8/2019	0	3.7	0	234.2	20.8	255	0	0	0	0	0	0
3/8/2019	0	3.1	0	218	16.2	234.2	0	0	0	0	0	0
4/8/2019	0	2.8	0	204.3	13.7	218	0	0	0	0	0	0
5/8/2019	0	3.3	0	189.2	15.1	204.3	0	0	0	0	0	0
6/8/2019	0	2.6	0	177.9	11.3	189.2	0	0	0	0	0	0
7/8/2019	0	3	0	165.9	12	177.9	0	0	0	0	0	0
8/8/2019	0	3.4	0	153.2	12.7	165.9	0	0	0	0	0	0
9/8/2019	0	4.2	0	139.2	14	153.2	0	0	0	0	0	0
10/8/2019	0	3.3	0	128.8	10.4	139.2	0	0	0	0	0	0
11/8/2019	0	3.6	0	118.5	10.3	128.8	0	0	0	0	0	0
12/8/2019	0	3.8	0	108.6	9.9	118.5	0	0	0	0	0	0
13/8/2019	0	4.3	0	98.4	10.2	108.6	0	0	0	0	0	0
14/8/2019	0	3.5	0	90.7	7.7	98.4	0	0	0	0	0	0
15/8/2019	0	3.5	0	83.6	7.1	90.7	0	0	0	0	0	0
16/8/2019	0	4.2	0	75.9	7.6	83.6	0	0	0	0	0	0
17/8/2019	0	3.2	0	70.6	5.4	75.9	0	0	0	0	0	0
18/8/2019	0	3.4	0	65.2	5.4	70.6	0	0	0	0	0	0
19/8/2019	0	4.1	0	59.3	5.9	65.2	0	0	0	0	0	0
20/8/2019	0	3.4	0	54.8	4.6	59.3	0	0	0	0	0	0
21/8/2019	0	4	0	50	4.8	54.8	0	0	0	0	0	0
22/8/2019	0	3.1	0	46.5	3.5	50	0	0	0	0	0	0
23/8/2019	0	2.6	0	43.7	2.8	46.5	0	0	0	0	0	0
24/8/2019	0.1	4	59.9	39.9	63.7	103.6	0	59.9	0	59.9	59.9	0
25/8/2019	0	4.2	0	36.2	3.7	39.9	0	0	0	0	0	0

26/8/2019	0	4	0	33.1	3.2	36.2	0	0	0	0	0	0
27/8/2019	0	4.2	0	30	3	33.1	0	0	0	0	0	0
28/8/2019	0	3.5	0	27.7	2.3	30	0	0	0	0	0	0
29/8/2019	0	3.5	0	25.6	2.1	27.7	0	0	0	0	0	0
30/8/2019	0	4.1	0	23.3	2.3	25.6	0	0	0	0	0	0
31/8/2019	0	3.9	0	21.3	2	23.3	0	0	0	0	0	0
1/9/2019	0	4.3	0	19.3	2	21.3	0	0	0	0	0	0
2/9/2019	0	4.1	0	17.5	1.7	19.3	0	0	0	0	0	0
3/9/2019	0	5.5	0	15.5	2.1	17.5	0	0	0	0	0	0
4/9/2019	0	4.7	0	13.9	1.6	15.5	0	0	0	0	0	0
5/9/2019	0	4.2	0	12.6	1.3	13.9	0	0	0	0	0	0
6/9/2019	0	3.9	0	11.5	1.1	12.6	0	0	0	0	0	0
7/9/2019	0	4.2	0	10.5	1.1	11.5	0	0	0	0	0	0
8/9/2019	0	4.6	0	9.4	1	10.5	0	0	0	0	0	0
9/9/2019	0	4.3	0	8.5	0.9	9.4	0	0	0	0	0	0
10/9/2019	0	4.7	0	7.7	0.9	8.5	0	0	0	0	0	0
11/9/2019	0	4.7	0	6.9	0.8	7.7	0	0	0	0	0	0
12/9/2019	0	4.7	0	6.2	0.7	6.9	0	0	0	0	0	0
13/9/2019	0	5.7	0	5.4	0.8	6.2	0	0	0	0	0	0
14/9/2019	0	4	0	5	0.5	5.4	0	0	0	0	0	0
15/9/2019	0	4.4	0	4.5	0.5	5	0	0	0	0	0	0
16/9/2019	0	4.6	0	4	0.4	4.5	0	0	0	0	0	0
17/9/2019	0	5.2	0	3.6	0.5	4	0	0	0	0	0	0
18/9/2019	0	5	0	3.2	0.4	3.6	0	0	0	0	0	0
19/9/2019	0	4.7	0	2.9	0.3	3.2	0	0	0	0	0	0
20/9/2019	0	5.3	0	2.5	0.3	2.9	0	0	0	0	0	0
21/9/2019	0	4.4	0	2.3	0.2	2.5	0	0	0	0	0	0
22/9/2019	0	4.9	0	2.1	0.2	2.3	0	0	0	0	0	0
23/9/2019	0	3	0	1.9	0.1	2.1	0	0	0	0	0	0
24/9/2019	0	5.2	0	1.7	0.2	1.9	0	0	0	0	0	0
25/9/2019	0	2.2	0	1.6	0.1	1.7	0	0	0	0	0	0
26/9/2019	6	1.8	3594	3393.4	202.2	3595.6	0	3594	0	299.5	299.5	3294.5
27/9/2019	15.1	3.9	9044.9	11342.3	1096	12438.3	0	9044.9	0	299.5	299.5	8745.4
28/9/2019	0	3.7	0	10412.3	930	11342.3	0	0	0	0	0	0
29/9/2019	0	4.3	0	9436.9	975.4	10412.3	0	0	0	0	0	0
30/9/2019	0	4.9	0	8434.6	1002.3	9436.9	0	0	0	0	0	0