JARDIM DE CHUVA COMO FERRAMENTA DE ADAPTAÇÃO URBANA: PROPOSTA METODOLÓGICA APLICADA NA CIDADE DE NITERÓI

Camila Ferreira de Vasconcellos (1); Alfredo Akira Ohnuma Júnior (2); Roberto Bressan Nacif (3); Wenceslau Geraldes Teixeira (4); Letícia Guimarães Pimentel (5); Diego Souza Caetano (6)

(1) Graduada, Engenheira civil, camilafv0305@gmail.com, FEN/UERJ
(2) Professor DSc., Engenheiro Civil, akira@eng.uerj.br, FEN/UERJ
(3) Professor DSc., Engenheiro Civil, roberto.nacif@eng.uerj.br, FEN/UERJ
(4) Professor DSc., Engenheiro Agrônomo, wenceslau.teixeira@embrapa.br, FEN/UERJ
(5) Graduada, Engenheira Ambiental, leticia.ambient@gmail.com, UERJ
(6) Professor DSc., Arquiteto e Urbanista, diego.caetano@lasalle.org.br, UNILASALLE

RESUMO

As mudanças climáticas estão causando uma série de impactos ambientais, incluindo eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e inundações. Os jardins de chuva são uma solução de infraestrutura verde que podem ajudar a mitigar os impactos desses eventos extremos. Este artigo propõe os jardins de chuva como ferramenta de adaptação urbana às consequências causadas pelas mudanças climáticas. A metodologia consiste no dimensionamento e projeto de um jardim de chuva em região central, na cidade de Niterói, a partir de dados de seleção de área urbana, caracterização do regime de chuvas e cálculo da capacidade de infiltração de água no solo. Em função das condições observadas *in loco*, foi calculado um jardim de chuva com 1,05 metros de profundidade de camada com capacidade de armazenamento de até 8400 litros de água, equivalente a uma precipitação média efetiva anual de 1159 mm. Espera-se que essa proposta de modelo de jardim de chuva possa ser implementada e multiplicada, de modo a garantir a adaptação de centros urbanos menos vulneráveis aos desafios, sobretudo das mudanças do clima.

Palavras-chave: alagamentos, mudanças climáticas, biorretenção, técnicas de infiltração, drenagem urbana.

ABSTRACT

Climate change is causing a range of environmental impacts, including extreme weather events such as heavy rainfall and flooding. Rain gardens are a green infrastructure solution that can help mitigate the impacts of these extreme events. This paper proposes rain gardens as a tool for urban adaptation to the consequences caused by climate change. The methodology consists of the dimensioning and design of a rain garden in the central region, in the city of Niterói, based on data from the selection of the urban area, characterization of the rainfall regime and calculation of the water infiltration capacity in the soil. Depending on the conditions observed *in loco*, a rain garden with a layer depth of 1.05 meters was calculated, with a storage capacity of up to 8400 liters of water, equivalent to an effective annual average precipitation of 1159 mm. It is hoped that this proposal for a rain garden model can be implemented and multiplied to ensure the adaptation of less vulnerable urban centers to challenges, especially climate change.

Keywords: floodings, climate change, adaptation, infiltration techniques, urban drainage.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são entendidas como as alterações no clima identificadas e intensificadas por atividades antrópicas, principalmente pelos altos níveis de emissões de gases de efeito estufa – GEE (IPCC, 2018). Como resultado, estão as mudanças nos regimes climáticos existentes, o aumento da temperatura média do planeta e o aumento da frequência de ocorrência dos eventos climáticos extremos, tanto em termos de quantidade, quanto de intensidade.

Ainda segundo o IPCC, entre todas as variações meteorológicas acarretadas pelas mudanças climáticas, a instabilidade no ciclo hidrológico é um dos fatores que mais afeta os centros urbanos e a estabilidade de sua infraestrutura. Eventos hidrológicos extremos são capazes de provocar desastres urbanos, como alagamentos e inundações, que tem se tornado cada vez mais frequentes e abrangentes, não se delimitando mais a determinadas épocas do ano e/ou regiões de características climáticas específicas.

Os jardins de chuva são uma técnica de gestão de água pluvial que tem sido cada vez mais utilizada em áreas urbanas para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e contribuir para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs). Estando relacionados sobretudo aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, Cidades e Comunidades Sustentáveis, e 13, Ação contra a Mudança Global do Clima.

Observando o ODS 11, podemos destacar que os jardins de chuva são uma prática sustentável para lidar com a gestão de águas pluviais nas cidades e comunidades. Eles permitem a retenção da água das chuvas, reduzindo o risco de enchentes e melhorando a qualidade da água nos rios e córregos. Em relação ao ODS 13, os jardins de chuva podem ajudar a reduzir a pegada de carbono das cidades e contribuir para a adaptação às mudanças climáticas. Eles reduzem a quantidade de água que precisa ser tratada e bombeada para fora das cidades, ajudam a reduzir o escoamento superficial e a erosão do solo, o que pode ajudar a proteger contra a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas.

Dentro desses conceitos de desenvolvimento e adaptação do meio urbano, foi iniciada uma parceria com a Prefeitura Municipal de Niterói, através do Programa de Desenvolvimento de Projetos Aplicados (PDPA – Niterói), com a proposta de Vasconcellos (2022), a partir de uma metodologia de dimensionamento dos jardins de chuva a serem implementados pela cidade, como ferramenta de adaptação aos eventos extremos hidrológicos.

O Município de Niterói sofreu, entre os anos de 1970 e 2010, uma expansão mais expressiva e desordenada da sua malha urbana, que, nesse período aumentou em 130% (PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI, 2020). Esse fator implica diretamente no aumento de áreas impermeáveis da cidade, o que acarreta maior propensão aos alagamentos. Áreas alagadas são acúmulos momentâneos de água, em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007 apud AMARAL e RIBEIRO, 2012), e o Município de Niterói tem tido cada vez mais impactos dessa natureza, decorrentes sobretudo de eventos pluviométricos extremos. Problemas de enchentes e alagamentos ocorrem principalmente devido ao processo acentuado e descontrolado de urbanização, em sua maior parte, em áreas de planícies de inundação, e que podem gerar consequências graves à infraestrutura da cidade e sua população (NETO et al. 2014).

Oliveira (2021) avaliou o comportamento de sistemas de biorretenção em duas escalas: reduzida (laboratório) e real (campo). Em relação aos cenários futuros de mudanças climáticas, com o objetivo de avaliar se os sistemas de biorretenção poderiam ser uma alternativa aos possíveis problemas de segurança hídrica em meios urbanos, com a conclusão de que:

> Os resultados mostraram que sistemas de biorretenção são eficientes na redução da vazão de pico e quando dimensionados com reservatório podem contribuir para o aumento da segurança hídrica a nível local, além de contribuir para retenção de escoamento na fonte e reduzir a sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana (OLIVEIRA, 2021, p. 3).

Essa leitura integrada da drenagem urbana com o escoamento natural do ciclo hidrológico tem a capacidade de mitigar os problemas associados às altas taxas de urbanização das últimas décadas. Pode-se considerar, portanto, como uma solução holística e sustentável ao reaproximar as cidades às condições de pré-urbanização.

2. OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo apresentar o jardim de chuva como instrumento de adaptação às consequências causadas pelas mudanças climáticas ao meio urbano, como medida de aplicação e modulação para replicação em áreas de características similares. Utilizando Niterói como estudo de caso para levantamento de dados de precipitação e caracterização do solo, a proposta é apresentar um modelo de dimensionamento para construção

de um jardim na cidade, além de objetivar difundir medidas adaptativas dos centros urbanos aos eventos extremos acarretados pelas mudanças climáticas, mitigando suas possíveis consequências.

3. MÉTODO

A proposta metodológica de dimensionamento dos jardins de chuva consiste no levantamento de dados relacionados à precipitação local, caracterização do solo e aplicação local no centro do município de Niterói-RJ. A metodologia possui adaptação da proposta por Graciosa *et al*. (2008), utilizada no dimensionamento de trincheiras de infiltração em lote domiciliar.

Para a escolha do local, foram levantados 10 pontos com base no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que foram submetidos à Prefeitura do Município de Niterói com o objetivo de validar a informação gerada e apontar, entre eles, os locais mais críticos. Dessa forma, entre os apontamentos da Prefeitura do Município e as visitas técnicas realizadas pela equipe, utilizando como critérios de seleção a declividade do terreno, flexibilidade para desenho do jardim e disponibilidade de área para construção, foi selecionada a Avenida Roberto Silveira como ponto de estudo para proposta do jardim.

3.1. Caracterização de um sistema de biorretenção por Jardim de Chuva

Como sistema de biorretenção de controle na fonte, os jardins de chuva são compostos por uma depressão (de profundidade definida em seu dimensionamento) preenchida por camadas intermediárias e coberto por uma camada vegetal. Segundo a adaptação feita por Melo (2014) à proposta de estrutura básica para jardins de chuva de Dunnet e Clayden (2007), o jardim de chuva se caracteriza por 6 (seis) camadas de preenchimento em sua composição (como demonstrado na Figura 1):

(1) Camada final, que pode ter objetivo de armazenamento da água, transferência como recarga subterrânea ou um sistema combinado que integre essas duas finalidades;

(2) Brita ou cascalho, que armazenam a água temporariamente;

(3) Manta geotêxtil, que retém os finos que passaram pelo filtro superior;

(4) A areia, camada com objetivo filtrante que estimula infiltração e redistribuição da água no solo;

(5) O substrato, camada de solo que provém os nutrientes necessários para a camada mais externa;

(6) A vegetação, camada mais superficial do jardim.

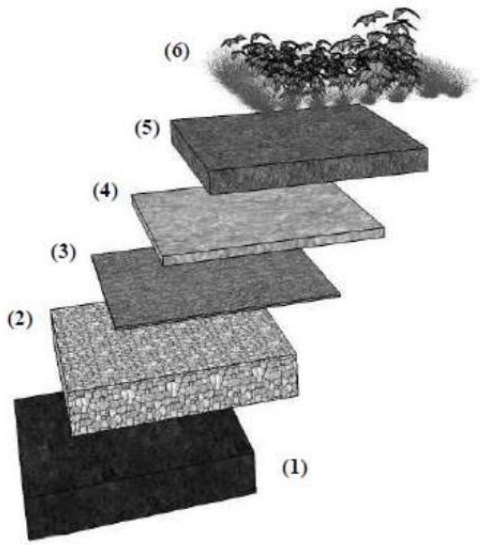


Figura 1 - Camadas propostas para um jardim de chuva. MELO (2014) *apud* Dunnet e Clayden (2007).

3.2. Levantamento dos dados relacionados à precipitação local

A caracterização do regime de chuvas é indispensável para a elaboração de projetos de estruturas de canais, em geral, de contenção de águas, como: barragens, elementos de drenagem ou obras de controle de erosão (MELLO et al., 2001). As especificidades de cada projeto definem os valores específicos associados a cada variável a ser levantada, mas de uma forma geral, os parâmetros que definem as chuvas são: a intensidade, o tempo de duração e o período de retorno ou frequência.

A metodologia adotada para definição da intensidade das chuvas utilizou o *software* Pluvio 2.1 como parte do projeto Hidros, iniciativa desenvolvida pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos (GPRH) do

Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa que tem por objetivo aplicar modelos para o embasamento da elaboração de projetos hidroagrícolas.

Os dados aplicados foram a precipitação média anual, a distribuição da precipitação pelos meses do ano e os eventos mais significativos da região. Tais dados foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

As expressões e parâmetros do programa Pluvio 2.1 seguem o modelo apresentado na equação 1.

$$i = \frac{K \times T^a}{(t+b)^c} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:
K, a,b e c – parâmetros referentes ao local [adimensional]
T – Período de retorno [anos]
t – Duração da precipitação [s]

Sendo assim, para a localidade escolhida para o desenvolvimento do projeto, na Avenida Roberto Silveira, em Niterói, a equação característica com os parâmetros seria a 2:

$$i = \frac{4378{,}807 \times T^{0{,}227}}{(t+49{,}175)^{1{,}0}} \quad \text{Equação 2}$$

Para o estudo da intensidade local, foi considerado no cálculo do dimensionamento do jardim um período de retorno de 20 anos.

3.3. Caracterização do solo

O jardim de chuva tem como proposta aumentar a capacidade de infiltração de água no solo, de forma a reestabelecer um fluxo natural impossibilitado pela impermeabilização da superfície: a circulação de água no interior do solo. Tal processo envolve situações de sinergia onde o recurso hídrico e o solo se correlacionam diretamente. Esse vínculo se traduz em características, como: o escoamento superficial, o volume de armazenamento de água no solo, a capacidade de infiltração e a sortividade.

Foi utilizado o método racional (equação 3) para considerar a vazão máxima provocada por um evento de precipitação quando toda a área da bacia analisada contribui simultaneamente com o escoamento na seção de deságue. Sendo assim, ele correlaciona grandezas como o coeficiente de escoamento superficial (característica da superfície de cobertura do solo), a intensidade média de precipitação e a área de contribuição da bacia de drenagem.

$$Q = 0.278 \times c \times i \times A \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:
Q – Vazão de pico [m³/s]
c - Coeficiente de escoamento [adimensional]
i – Intensidade média de chuvas [mm/h]
A – Área de contribuição da bacia de drenagem [km²]

Já a sortividade do solo é um atributo hidrodinâmico que indica a capacidade de um solo absorver água em relação à sua umidade inicial (LOPES, 2017). Assim como a condutividade hidráulica, a sortividade é uma variável que descreve um aspecto de interação água-solo, portanto, depende de atributos dos dois elementos. Segundo Reynolds et al. (1985), a relação entre a sortividade do solo pode ser expressa matematicamente pela equação 4, que correlaciona a variação de umidade do solo ($\Delta\theta$) e seu potencial matricial (φ_m):

$$S = \sqrt{2 \times \Delta\theta \times \varphi_m} \quad \text{Equação 4}$$

Para o cálculo dos demais parâmetros de caracterização do solo estudado foi utilizado o método de carga hidráulica proposto por Elrick et al. (1989) com dados obtidos a partir de ensaios com o permeâmetro de Gelph, de modo a obter a capacidade de infiltração de água no solo em ponto selecionado de implantação do jardim de chuva, em calçamento da região central do município de Niterói-RJ.

O permeâmetro de Guelph é um equipamento utilizado para determinar a condutividade hidráulica saturada de um solo, o ensaio é realizado com o uso de um poço de sondagem e carga hidráulica constante, permitindo a medição da condutividade hidráulica saturada, do potencial de fluxo matricial e do parâmetro da

extensão capilar macroscópica. O equipamento é composto por um conjunto de tubos transparentes e graduados que permitem a medição da vazão, tendo a possibilidade de escolha entre dois reservatórios, aumentando a faixa de medição da permeabilidade, possibilitando medições em solos como a argila compacta até solos de areia grossa. O ensaio é rápido e simples de ser realizado, exigindo apenas duas pessoas e cerca de 2,5 litros de água.

3.4. Metodologia de cálculo do jardim de chuva

A metodologia utilizada no cálculo das dimensões do jardim de chuva se apropria de metodologia de cálculo de sistemas de infiltração e combina as equações de caracterização da intensidade média das chuvas. Foi utilizado o Método da Curva Envelope para a definição dos volumes de precipitação e de infiltração e o Método Racional para a estimativa das vazões afluentes ao jardim de chuva, de acordo com a área de drenagem.

O dimensionamento pelo Método da Curva Envelope (equação 5) prevê o volume que deve ser suficiente para o armazenamento da água infiltrada, sendo o volume de armazenamento considerado como a diferença entre o volume precipitado e o volume infiltrado:

$$V_{arm} = V_{prec} - V_{inf} \qquad \text{Equação 5}$$

Sendo:
V_{arm} – Volume armazenado [m³]
V_{prec} – Volume precipitado [m³]
V_{inf} – Volume infiltrado [m³]

O volume de armazenamento considera o volume de cada uma das camadas do jardim de chuva com a porosidade do material que o compõe (equação 6), de modo a obter o dimensionamento da profundidade necessária de cada uma delas para a definição do armazenamento necessário de todo o volume precipitado proveniente da sua área de contribuição.

$$V_{arm} = \Sigma V_i \times \phi_i \qquad \text{Equação 6}$$

Sendo:
V_i – Volume de cada uma das camadas de armazenamento de água do jardim de chuva [m³]
ϕ_i – Porosidade do material

4. RESULTADOS

Foi calculado um jardim de chuva a ser implementado na cidade de Niterói-RJ com o objetivo de atenuar a realidade de alagamentos frequentes na região. Observa-se que apenas um elemento de drenagem alternativo não possui capacidade hídrica de solucionar o problema, por isso, ressalta-se a importância da integração de tais medidas de infiltração e a replicação do modelo do jardim de chuva calculado para que se obtenham efeitos mais efetivos.

As camadas do jardim de chuva foram propostas de acordo com a adaptação de Melo (2014) da estrutura básica para jardins de chuva de Dunnet e Clayden (2007). Cada camada tem suas funções específicas, e uma espessura associada.

Tabela 1 - Espessura de cada uma das camadas do jardim de chuva

Camadas	Profundidade
Vegetação	Superficial (acima do nível do jardim)
Substrato	10 [1] cm
Areia	15 [2] cm
Manta Geotêxtil	Tende a 0 (zero)
Brita	105 [3]cm
Camada final	Tende ao infinito (terreno natural)

[1] Espessura de camada de substrato proposta por Melo et. al (2014).
[2] Espessura de camada filtrante proposta por Trowsdale e Simcock (2011).
[3] Valor adotado para satisfazer o mínimo dimensionado para jardins de chuva com período de retorno de 20 anos.

Portanto, as profundidades das camadas dimensionadas para o jardim de chuva proposto correspondem às expostas pela Tabela 1 e conforme ilustrado pelas Figuras 2, 3 e 4.

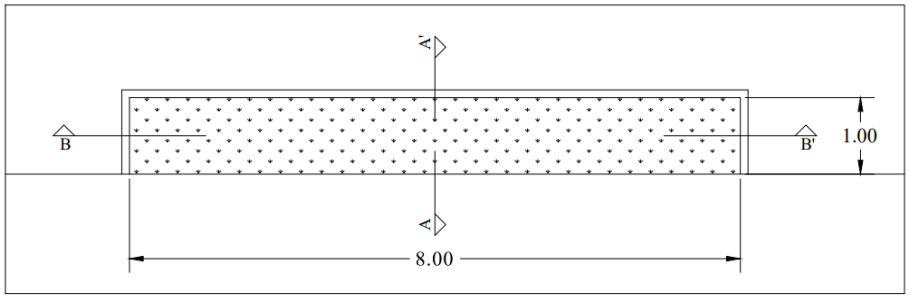


Figura 2 - Vista superior de estudo do jardim de chuva. Vasconcellos (2022).

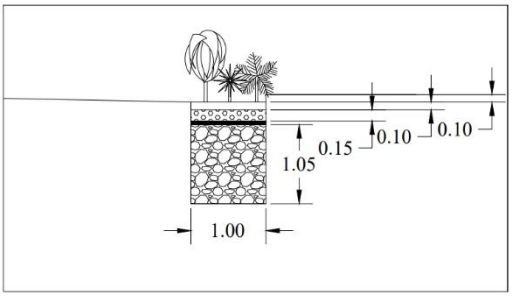


Figura 3 - Corte A-A' do estudo do jardim de chuva. Vasconcellos (2022)

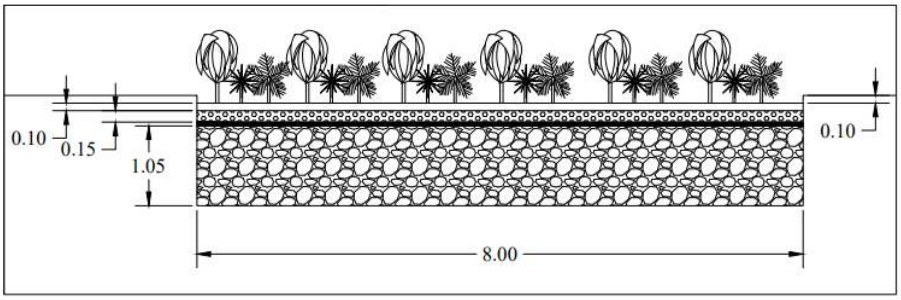


Figura 4 - Corte B-B' do estudo do jardim de chuva. Vasconcellos (2022).

Dessa forma o jardim de chuva proposto pelo presente trabalho possui capacidade de armazenamento de 8,4 metros cúbicos de água, ou 8400 litros.

5. CONCLUSÕES

Foi possível aplicar metodologias existentes e propor um modelo de dimensionamento para um jardim de chuva, em ponto da região central, na cidade de Niterói-RJ, como medida de adaptação às condições climáticas. A medida proposta tem também como auxílio a retenção do escoamento da água de chuva acumulada em eventos pluviométricos extremos, como observados de forma mais frequentes em centros urbanos. Foi possível aplicar metodologias existentes e propor um modelo de dimensionamento para um jardim de chuva na Avenida Roberto Silveira, localizada na cidade de Niterói. A partir deste estudo de caso, também, foi proposta a replicação de jardins de chuva em outros pontos da cidade, alterando apenas a dimensão relacionada à capacidade de armazenamento de água de chuva (profundidade da camada de brita).

As mudanças climáticas estão causando eventos climáticos extremos, como enchentes e secas, que têm um impacto significativo nas cidades e em sua infraestrutura. Para se adaptar às possíveis consequências das mudanças climáticas, é necessário mitigar o avanço dessas mudanças e adequar os centros urbanos aos seus potenciais impactos. Jardins de chuva são uma abordagem sustentável para gerenciar águas pluviais e reduzir a vulnerabilidade das cidades a eventos extremos e estão relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS) 11 e 13. Podem ajudar a promover a biodiversidade em áreas urbanas, melhorar o bem-estar das comunidades locais e reduzir a pegada de carbono das cidades.

A parceria com o município de Niterói, por meio do Programa de Desenvolvimento de Projetos Aplicados (PDPA-Niterói), propõe a implantação de jardins de chuva na cidade como ferramenta de adaptação a eventos hidrológicos extremos. Ao serem aplicados como ferramenta de biorretenção, apresentam forte potencial como ferramenta adaptativa às mudanças climáticas e eventos hidrológicos extremos associados aos centros urbanos. Tendo em vista as características de imprevisibilidade dos cenários ambientais futuros, é fundamental a adoção de ferramentas que facilitam a implementação dessas medidas, com objetivo de garantir espaços urbanos mais sustentáveis, de adaptação e resilientes para o meio urbano e suas populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. e& RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. Orgs: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. 2012.CHANG, N. B.; LU, J. W.; CHUI, T. F. M.; HARTSHORN, N. Global policy analysis of low impact development for stormwater management in urban regions. Land Use Policy, 70, p. 368-383, 2018.

DUNNETT, Nigel, CLAYDEN, Andy. Rain gardens: sustainable rainwater management for the garden and designed landscape / Nigel Dunnett & Andy Clayden. Prtland: Workman, 2007.

ELRICK, D.E.; REYNOLDS, W.D.,; TAN, K.A.; Hydraulic Conductivity Measurements in the Unsaturated Zone Using Improved Well Analyses; 1989.

GRACIOSA, Melissa Cristina Pereira, MEDIONDO, Eduardo Mario, CHAUDHRY, Fazal Hussain; Metodologia para o Dimensionamento de Trincheiras de Infiltração para o Controle do Escoamento Superficial na Origem; RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.2 Abr/Jun 2008, 207-214

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia; Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/; Acesso em: 27 de junho de 2022.

IPCC AR6 (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S. L. CONNORS, C. PÉAN, S. BERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M. I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. LONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T. K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU AND B. ZHOU (Eds). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021, 41 pp.

IPCC, 2018: Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. Na IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

LI, J. Q.; ZHAO, W. W. Design and Hydrologic Estimation Method of Multi-Purpose Rain Garden: Beijing case study. In: INTERNATIONAL LOW IMPACT DEVELOPMENT CONFERENCE, Seattle, 2008.Proceedings…Seattle, 2008.

LOPES, Priscila Gurgel do Nascimento. Atributos hidrodinâmicos e hidrofobicidade em um Argissolo Vermelho- Amarelo sob Mata Atlântica secundária, pastagem degradada e leguminosas arbóreas / Priscila Gurgel do Nascimento Lopes – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

MELLO, C. R.; FERREIRA, D. F.; SILVA, A. M.; LIMA, J. M.; Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas; R. Bras. Ci. Solo, 25:693-698, 2001.

MELO, T. dos A. T. DE; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. da S. P.; ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. A. Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 147-165, out./dez. 2014.

MOURA, Newton Célio Becker de; Biorretenção: tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva / Newton Célio Becker de Moura. São Paulo, 2013.

NETO, D.S.1 ; SEABRA, V.S.2 ; CORREIA, M.R.3 ; SANTOS, A.A.B.4 ; Identificação de áreas susceptíveis a eventos de alagamento no município de Niterói – RJ; REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.473-477, 2014. (ISSN 2237-1419).

OLIVEIRA, Tatiana Halmenschlager; Sistema de drenagem urbana sustentável como estratégia para resiliência aos impactos das mudanças climáticas/ Tatiana Halmenschlager Oliveira; orientador Eduardo Mário Mendiondo. São Carlos, 2021.

VASCONCELLOS, Camila Ferreira. Estudo dos jardins de chuva como ferramenta de adaptação urbana às mudanças climáticas: parâmetros para dimensionamento e projeto na cidade de Niterói. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Construção Civil e Transportes - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.