v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DIMENSIONAMENTO DE POÇOS DE RETENÇÃO E INFILTRAÇÃO PARA HABITAÇÕES DE BAIXO CUSTO EM PORTO ALEGRE/RS

SIZING OF RETENTION AND INFILTRATION WELLS FOR LOW-COST HOUSING IN PORTO ALEGRE/RS

DIMENSIONAMIENTO DE POZOS DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO EN PORTO ALEGRE/RS

Alinye Bastos Santos[1], Nathalia Leite Bittencourt Figueiredo[2], Filipe Bittencourt Figueiredo[3], Danielle Cristine Pedruzzi[4]

e7119136
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9136

PUBLICADO: 11/2026

RESUMO

Devido à intensificação dos eventos climáticos e à sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana, as inundações e os alagamentos têm se tornado cada vez mais frequentes. Nesse contexto, este trabalho apresenta o dimensionamento e o desenvolvimento de projetos de um poço de retenção e de um poço de infiltração destinados a habitações de baixo custo, considerando as condições pluviométricas de Porto Alegre/RS. A metodologia fundamentou-se em simulações computacionais e métodos analíticos de dimensionamento hidráulico, utilizando como referência a planta apresentada por Silva e Figueiredo (2024). O dimensionamento do poço de retenção seguiu as diretrizes da NBR 15527, com simulações realizadas no software Netuno, enquanto o dimensionamento do poço de infiltração baseou-se nas orientações do Manual de Drenagem de Porto Alegre, que recomenda o método CIRIA, complementadas pelas diretrizes do Manual de Drenagem de Curitiba/PR. Os resultados indicam que o sistema proposto apresenta capacidade de retenção e infiltração de 4.083 litros de águas pluviais, sendo 942 litros no poço de retenção e 3.141 litros no poço de infiltração. Conclui-se que a solução é tecnicamente viável e apresenta potencial de aplicação em larga escala, contribuindo para a redução dos riscos de inundações e alagamentos, além de favorecer o reúso de águas pluviais e a recarga dos aquíferos.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana. Poço de retenção. Poço de infiltração. Habitações de baixo custo. Inundações.

ABSTRACT

Due to the increasing frequency and intensity of extreme weather events and the overloading of urban drainage systems, floods and urban waterlogging have become increasingly common. In this context, this study presents the design and development of a stormwater retention well and an infiltration well intended for low-cost housing, considering the rainfall conditions of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. The methodology was based on computational simulations and analytical hydraulic design methods, using the floor plan presented by Silva and Figueiredo (2024) as a reference.

[1] Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).
[2] Doutora em Ciência dos Materiais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).
[3] Doutor em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).
[4] Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

The retention well was designed in accordance with the guidelines of Brazilian Standard NBR 15527, with simulations performed using Netuno software, while the infiltration well was designed based on the guidelines of the Porto Alegre Drainage Manual, which recommends the CIRIA method, supplemented by the guidelines of the Curitiba Drainage Manual. The results indicate that the proposed system has a combined stormwater retention and infiltration capacity of 4,083 liters, comprising 942 liters in the retention well and 3,141 liters in the infiltration well. It is concluded that the proposed solution is technically feasible and has the potential for large-scale implementation, contributing to the reduction of flood and waterlogging risks while promoting rainwater reuse and groundwater recharge.

KEYWORDS: Urban drainage. Retention well. Infiltration well. Low-cost housing. Flooding.

RESUMEN

Debido a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos y a la sobrecarga de los sistemas de drenaje urbano, las inundaciones y los anegamientos se han vuelto cada vez más frecuentes. En este contexto, el presente estudio presenta el dimensionamiento y el desarrollo de proyectos de un pozo de retención y un pozo de infiltración destinados a viviendas de bajo costo, considerando las condiciones pluviométricas de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. La metodología se basó en simulaciones computacionales y métodos analíticos de dimensionamiento hidráulico, utilizando como referencia el plano presentado por Silva y Figueiredo (2024). El dimensionamiento del pozo de retención siguió las directrices de la norma brasileña NBR 15527, con simulaciones realizadas mediante el software Netuno, mientras que el dimensionamiento del pozo de infiltración se basó en las orientaciones del Manual de Drenaje de Porto Alegre, que recomienda el método CIRIA, complementadas con las directrices del Manual de Drenaje de Curitiba. Los resultados indican que el sistema propuesto presenta una capacidad conjunta de retención e infiltración de 4.083 litros de aguas pluviales, de los cuales 942 litros corresponden al pozo de retención y 3.141 litros al pozo de infiltración. Se concluye que la solución propuesta es técnicamente viable y presenta potencial para su implementación a gran escala, contribuyendo a la reducción de los riesgos de inundaciones y anegamientos, además de favorecer el aprovechamiento de las aguas pluviales y la recarga de los acuíferos.

PALABRAS CLAVE: Drenaje urbano. Pozo de retención. Pozo de infiltración. Viviendas de bajo costo. Inundaciones.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado nas últimas décadas tem gerado desafios significativos para a infraestrutura das cidades, especialmente no que se refere à gestão das águas pluviais. Segundo o MapBiomas (2022), as áreas urbanizadas no Brasil cresceram 2,5 milhões de hectares nos últimos 37 anos, o que intensificou a impermeabilização do solo. Esse fenômeno reduz a capacidade de infiltração da água da chuva, eleva o volume do escoamento

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

superficial e, consequentemente, aumenta o risco de enchentes e inundações (IBRAOP, 2017; Oliveira *et al*., 2019).

O recente desastre ocorrido no Rio Grande do Sul, conforme dados oficiais do Governo Federal e da Defesa Civil do Rio Grande do Sul (Brasil, 2024), afetou diretamente 4,1 milhões de pessoas, destruiu mais de 109,7 mil unidades habitacionais e causou 171 mortes. Em resposta a essa situação, o Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, iniciou a aquisição de moradias prontas para atender às famílias desabrigadas, especialmente aquelas enquadradas nas faixas 1 e 2 do programa Minha Casa, Minha Vida (Brasil, 2024). Essa medida busca acelerar o processo de reconstrução, oferecendo moradias seguras em áreas não vulneráveis a novos desastres naturais, conforme as prioridades estabelecidas pelo governo para a realocação responsável das famílias.

Embora existam diversos estudos sobre drenagem urbana sustentável e aproveitamento de águas pluviais, ainda são limitadas as pesquisas voltadas à integração de sistemas compactos de retenção e infiltração aplicados especificamente a habitações de interesse social em contextos urbanos adensados. Além disso, as soluções convencionais frequentemente desconsideram restrições típicas desses empreendimentos, como a reduzida disponibilidade de área, as limitações econômicas e a necessidade de compatibilização com projetos padronizados de moradias populares. Nesse contexto, torna-se relevante desenvolver soluções tecnicamente viáveis e replicáveis que conciliem o controle do escoamento superficial, o reúso de águas pluviais e a adaptação às condições hidrológicas locais.

Esse cenário evidencia a necessidade de soluções sustentáveis e eficientes para o manejo das águas pluviais. Portanto, este trabalho tem como objetivo dimensionar e desenvolver um projeto de poços de retenção e infiltração voltado para conjuntos habitacionais de baixo custo, com o intuito de otimizar o manejo das águas pluviais e mitigar os riscos de enchentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O ciclo hidrológico compreende processos interdependentes, como evaporação, condensação, precipitação, infiltração e escoamento superficial, responsáveis pela circulação da água no ambiente (Tucci; Beltrame, 2000; Miranda, Oliveira e Silva, 2010). Após a precipitação, parte da água infiltra-se no solo, enquanto o excedente escoa superficialmente em direção aos corpos hídricos (Dornelles; Collischonn, 2013; Baptista; Pádua, 2016; Silva, 2015). Nesse contexto, a drenagem urbana compreende sistemas destinados à captação e à condução das águas pluviais, incluindo instalações prediais regulamentadas pela NBR 10844 (ABNT, 1989).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.1. Conceitos de Drenagem e Infraestrutura

Historicamente, a drenagem urbana fundamentou-se na abordagem higienista, caracterizada pela rápida coleta e condução das águas pluviais para fora das áreas urbanizadas. Entretanto, essa prática contribui para a redução do tempo de concentração e o aumento das vazões de pico, intensificando os riscos de enchentes e inundações (Christofidis *et al*., 2019). Como alternativa, as técnicas compensatórias de drenagem buscam minimizar os impactos da impermeabilização do solo por meio do controle do escoamento superficial na fonte (Reis, 2018; Brasil, 2007).

Nesse contexto, a infraestrutura verde complementa a infraestrutura cinza convencional, constituída por dispositivos como canais e galerias pluviais, mediante soluções que favorecem a infiltração, a retenção e o armazenamento temporário das águas pluviais. Essa abordagem contribui para a redução das vazões direcionadas aos sistemas públicos de drenagem e para a recuperação parcial das condições hidrológicas naturais (Brasil, 2007; Reis, 2018).

Internacionalmente, essas estratégias estão associadas aos conceitos de *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), *Low Impact Development* (LID) e *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), que integram soluções descentralizadas de manejo das águas pluviais, visando à redução do escoamento superficial, à adaptação às mudanças climáticas e ao aumento da resiliência urbana.

2.2. Poços de Retenção e Infiltração

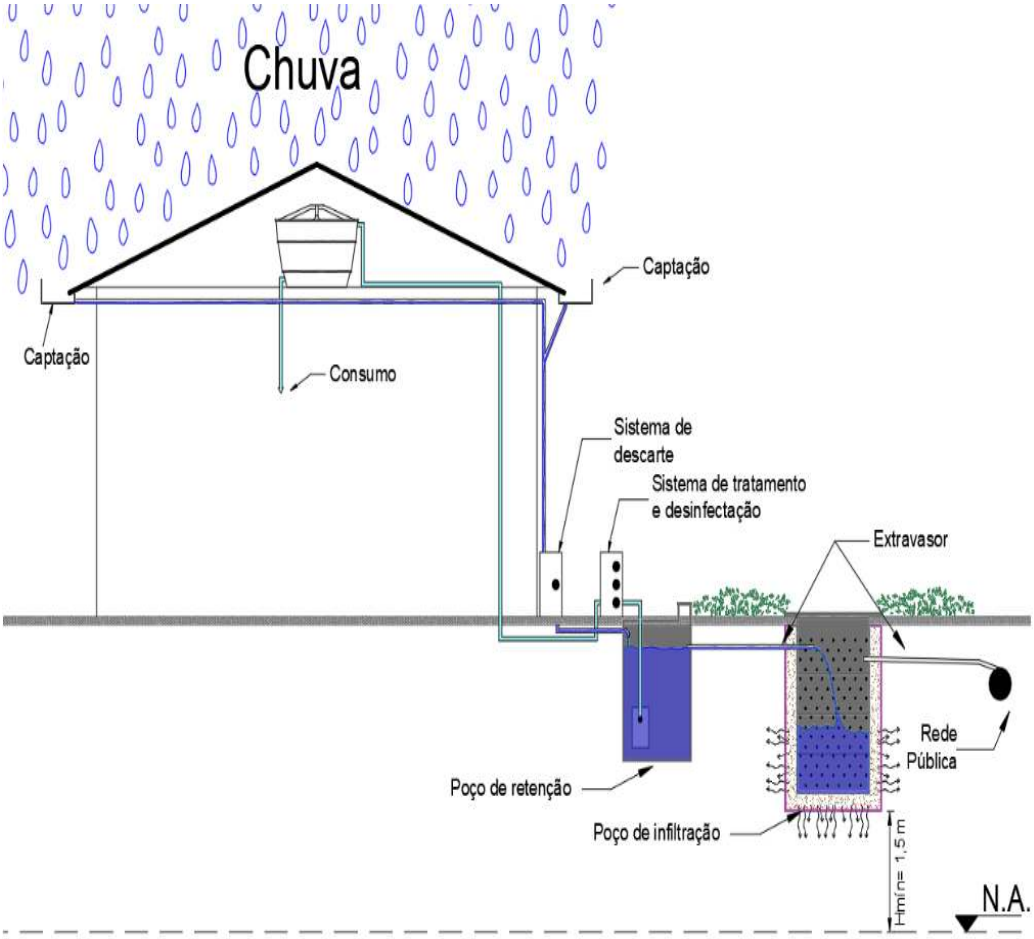
Entre as técnicas compensatórias, destacam-se os poços de retenção e infiltração, que permitem o manejo descentralizado das águas pluviais. Os poços de retenção promovem o armazenamento temporário da água precipitada, possibilitando seu aproveitamento para usos não potáveis, como limpeza e descarga de sanitários (May, 2004; Carvalho Júnior, 2013). A NBR 15527 (ABNT, 2019) estabelece diretrizes para o aproveitamento de água de chuva proveniente de coberturas para fins não potáveis. Esses dispositivos podem apresentar revestimentos impermeáveis, como concreto ou membranas, permitindo o armazenamento e a liberação controlada da água (Righetto *et al*., 2009).

Complementarmente, os poços de infiltração recebem o excedente hídrico e promovem sua percolação no solo, contribuindo para a redução do escoamento superficial e da sobrecarga dos sistemas convencionais de drenagem (Vieira, 2014; Barbassa *et al*., 2014; Araújo, 2010; Souza *et al*., 2023). Sua estrutura pode incorporar materiais granulares e geotêxteis, que favorecem a distribuição da água e a retenção de partículas sólidas, reduzindo o risco de colmatação (Jungbeck, 2023; Lucas *et al*., 2015). Quando a capacidade de armazenamento e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

infiltração é excedida, o volume remanescente pode ser direcionado ao sistema convencional de drenagem (Azevedo Netto, 2015; Reis *et al*., 2008). A Figura 1 apresenta a configuração integrada desses dispositivos.

Figura 1. Sistema de drenagem com poços de retenção e infiltração de águas pluviais, incluindo camadas de filtragem e percolação no solo



Fonte: Adaptado de John e Prado (2010).

A aplicação integrada desses sistemas em habitações de baixo custo representa uma alternativa para o manejo sustentável das águas pluviais. Estudos apontam sua viabilidade econômica (Souza *et al*., 2023) e seu potencial de redução do escoamento superficial (Barbassa *et al*., 2014; Silva *et al*., 2023), contribuindo para a mitigação de alagamentos e para a sustentabilidade dos empreendimentos habitacionais.

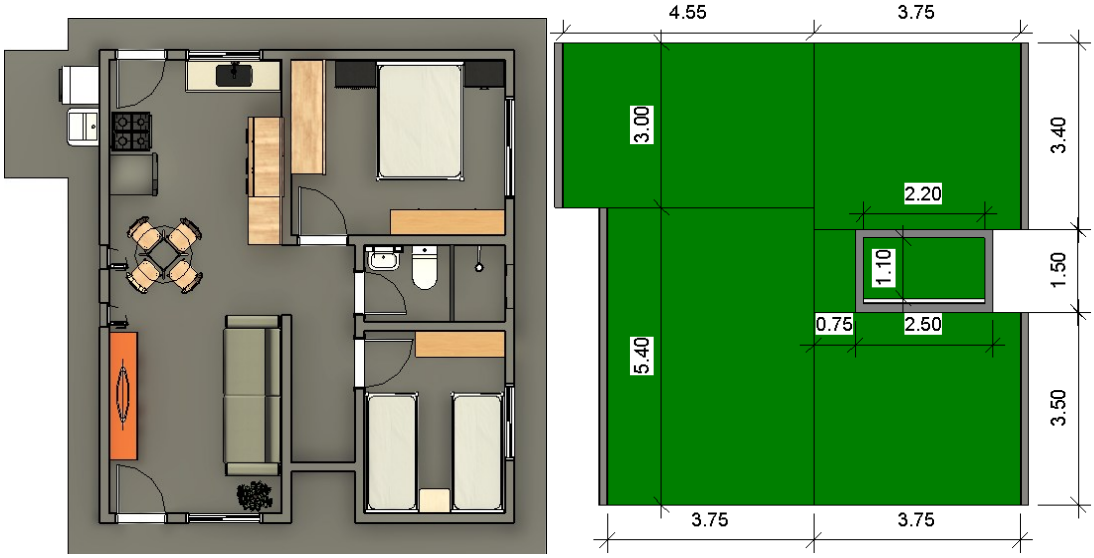
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3. METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em etapas, adotando abordagem quantitativa, aplicada e comparativa, baseada em critérios normativos, dimensionamento hidráulico e simulação computacional. A pesquisa possui caráter exploratório e tecnológico, uma vez que busca desenvolver e avaliar uma solução de drenagem urbana compatível com habitações de interesse social e com as condições hidrológicas de Porto Alegre/RS.

A planta baixa utilizada como referência, elaborada por Silva e Figueiredo (2024), respeita os padrões e especificações da Caixa Econômica Federal para habitações populares, de acordo com o Programa Minha Casa Minha Vida. Esse programa visa garantir acessibilidade, funcionalidade e otimização de custos (Brasil, 2023). A planta, apresentada por Silva e Figueiredo (2024), contempla duas opções de layout (A e B), conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3, respectivamente: a primeira (layout A), com área de 50,30 m², é composta por dois quartos, banheiro, sala, cozinha e lavanderia, enquanto a segunda opção (layout B), com 68,32 m², mantém o mesmo layout, acrescido de um terceiro dormitório.

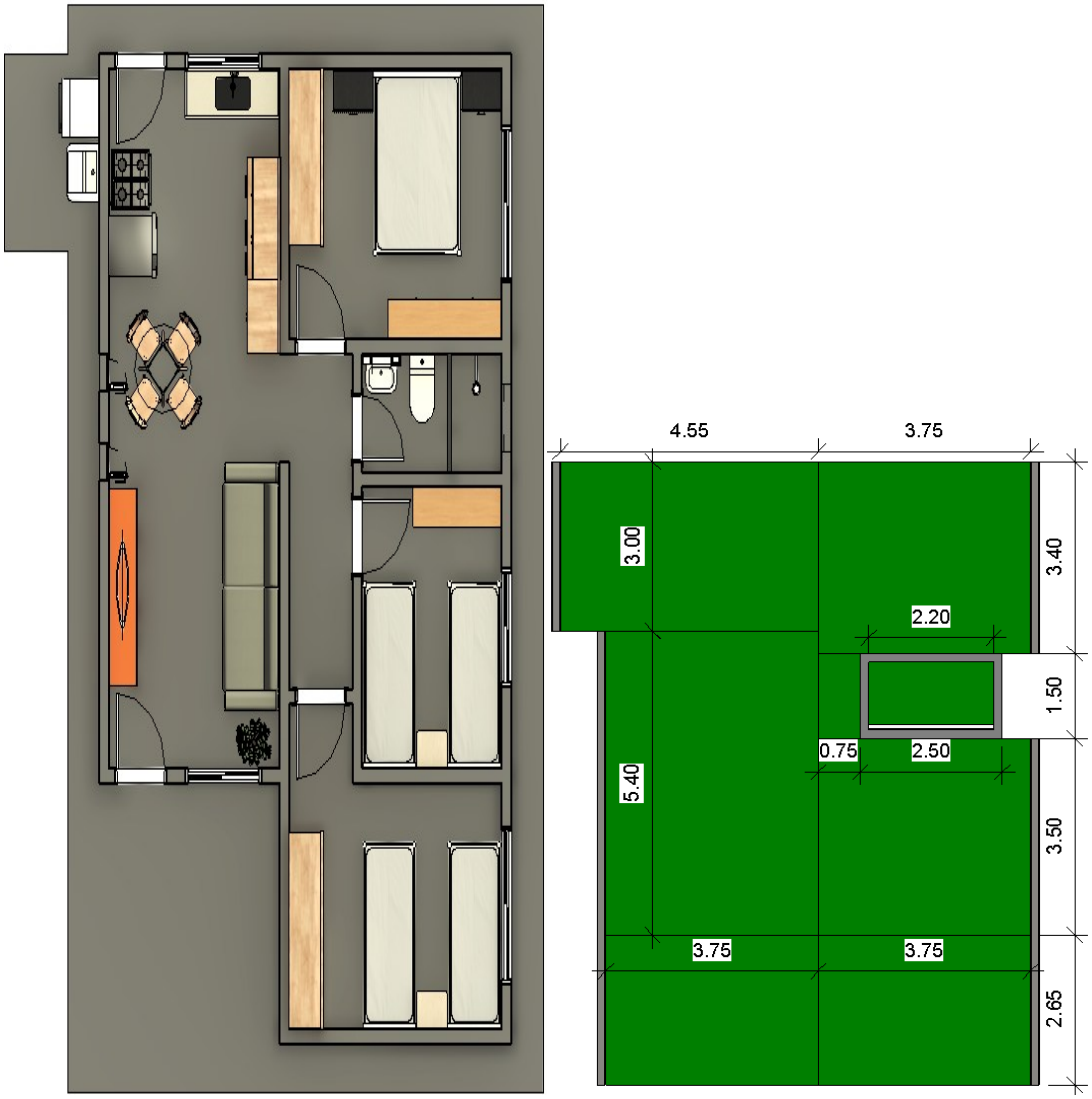
Figura 2. Planta Baixa e de cobertura do *layout* A de 50,30 m²: Distribuição interna com dois dormitórios, banheiro, sala, cozinha e lavanderia



Fonte: Silva e Figueiredo (2024).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 3. Planta Baixa e de cobertura do *layout* B de 68,32 m²: Distribuição interna com três dormitórios, banheiro, sala, cozinha e lavanderia

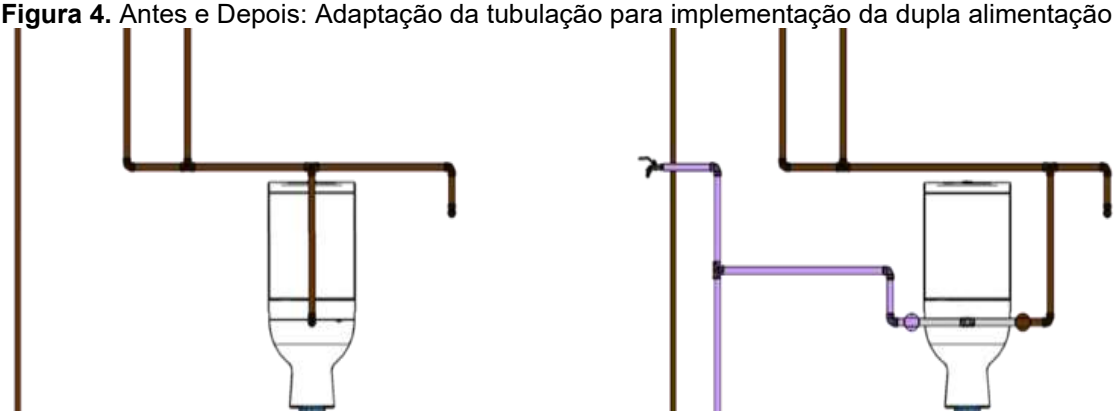


Fonte: Silva e Figueiredo (2024).

Para manter a compatibilidade do sistema a ser desenvolvido com os padrões arquitetônicos, foram realizadas pequenas adaptações na planta hidrossanitária. As modificações consistiram no desvio de 30 cm na tubulação do vaso sanitário (Figura 4), na instalação de registros de gaveta e válvulas de retenção, o que possibilitou a dupla alimentação automática do ponto hidráulico, sistema semelhante ao utilizado em torneiras e chuveiros de monocomando.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 4. Antes e Depois: Adaptação da tubulação para implementação da dupla alimentação



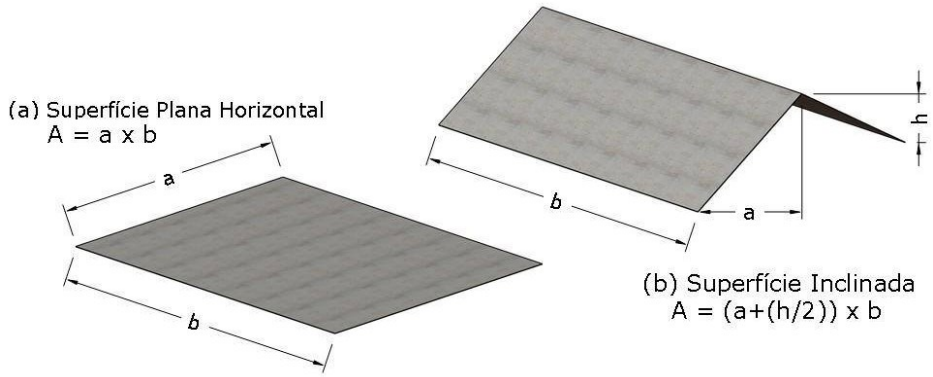
Fonte: Adaptado de Silva e Figueiredo (2024).

A planta original foi concebida para implantação na cidade de Três Lagoas, MS. No entanto, o sistema de drenagem desenvolvido neste trabalho baseou-se em Porto Alegre, RS.

3.1. Levantamento da área de contribuição e parâmetros de cálculo

Inicialmente, foi determinada a área de contribuição da captação da água pluvial, dividindo as coberturas em seções e classificando-as de acordo com suas dimensões e o tipo de superfície. As equações utilizadas para determinar as áreas de contribuição foram retiradas da NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais, conforme a Figura 5.

Figura 5. Indicações para cálculos da área de contribuição



Fonte: ABNT NBR 10844:1989. Adaptado pelos autores (2026).

O dimensionamento do sistema pluvial foi realizado conforme as equações e quadros disponibilizados pela NBR 10844 (ABNT, 1989). De acordo com a normativa, o dimensionamento das calhas deve ser feito a partir da fórmula de Manning-Strickler (equação 1), que fixa o

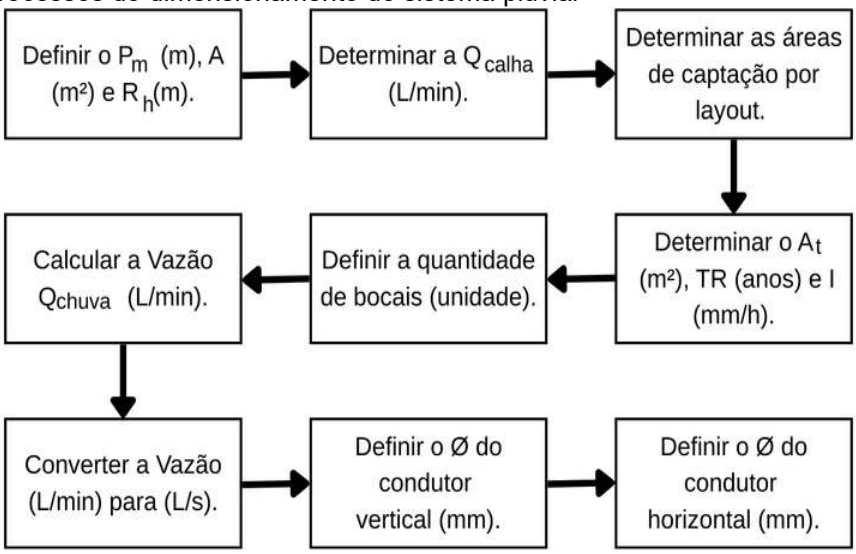
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

coeficiente K em 60.000. Os processos do dimensionamento encontram-se detalhados na Figura 6.

$$Q_{calha} = K \times \frac{S}{n} \times R_h^{2/3} \times i^{1/2} \quad \text{Eq. 1}$$

Nota: $\boldsymbol{Q_{calha}}$é a vazão máxima suportada pela calha ($\boldsymbol{L/min}$); $\boldsymbol{S}$ é a área da seção molhada ($\boldsymbol{m^2}$); $\boldsymbol{n}$ é o coeficiente de rugosidade; $\boldsymbol{R_h}$ é o raio hidráulico ($\boldsymbol{m}$); $\boldsymbol{i}$ é declividade da calha (%);

Figura 6. Processos do dimensionamento do sistema pluvial



Fonte: ABNT NBR 10844:1989. Adaptado pelos autores (2026).

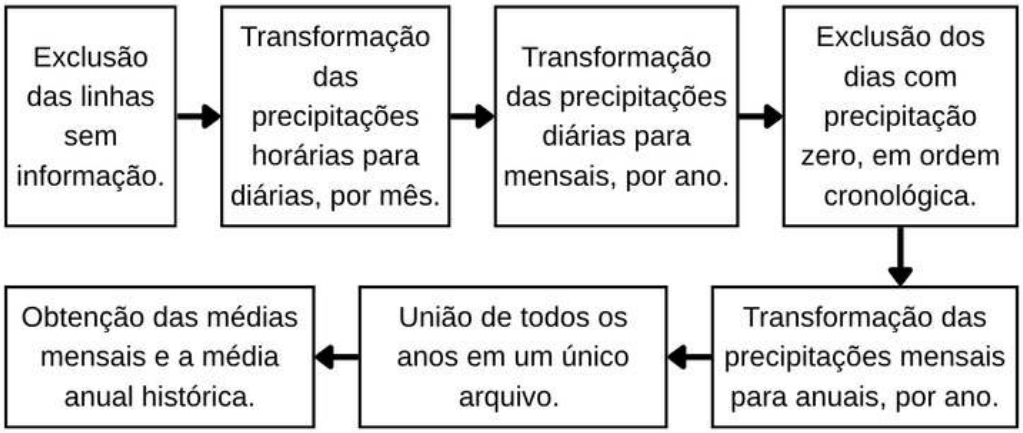
Nota: $\boldsymbol{P_m}$ é o perímetro molhado da calha ($\boldsymbol{m}$); $\boldsymbol{A}$ é a área da seção transversal da calha ($\boldsymbol{m^2}$); $\boldsymbol{R_h}$é o raio hidráulico ($\boldsymbol{m}$); $\boldsymbol{Q_{calha}}$é a vazão máxima suportada pela calha ($\boldsymbol{L/min}$); $\boldsymbol{A_t}$ é a área máxima de telhado que o condutor consegue atender ($\boldsymbol{m^2}$); $\boldsymbol{TR}$ é o tempo de retorno da chuva ($\boldsymbol{anos}$); $\boldsymbol{I}$ é a intensidade pluviométrica
($\boldsymbol{mm/h}$); $\boldsymbol{Q_{chuva}}$ é a vazão de projeto do escoamento superficial do telhado ($\boldsymbol{L/min}$);

3.2. Dados pluviométricos e tratamento estatístico

O levantamento histórico da precipitação da região foi elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2025), por meio da Estação A801 — Porto Alegre (Jardim Botânico/RS), em virtude de sua abrangência temporal, referente ao período de 2001 a 2024. Os dados foram tratados conforme o processo ilustrado na Figura 7.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 7. Processo de tratamento de dados do INMET



Fonte: Autores (2026).

3.3. Determinação do período de estiagem e da demanda não potável

A NBR 15527 (ABNT, 2019) não define parâmetros específicos para estimar o período de estiagem e nem a demanda de água não potável. Deste modo, neste trabalho, adotaram-se critérios complementares, baseados em fontes oficiais (Rio Grande do Sul, 2024; WeatherSpark, 2025).

De acordo com os dados do WeatherSpark (2025), o período de seca estadual varia entre dois e quatro meses. Concordantemente, o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2024) afirma que o período ocorre, predominantemente, durante o verão, com duração aproximada de três meses por ano.

Contudo, ao considerar a diversidade geográfica presente no Portal do Estado do Rio Grande do Sul (2017), que abrange serras, planícies e áreas litorâneas, identificou-se a necessidade de valores representativos da região estudada. Deste modo, definiu-se como parâmetro a precipitação ≤100 mm/mês, considerando-se abordagens centralizadas em Porto Alegre/RS. Os métodos comparativos utilizados estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Métodos para a definição do período de estiagem de uma estação específica

Método 1	Método 2
Médias Mensais	Frequência Anual
Meses na média histórica.	Meses em cada ano.
Indica a duração média anual.	A ocorrência do período seco ao longo dos anos é avaliada.

Fonte: Autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A demanda de água não potável foi estimada a partir de duas abordagens complementares e, para fins comparativos, adotou-se um mês padrão de trinta dias, considerando o perfil de habitação de interesse social, consumo predial de água potável de 150 litros/per capita/dia, e taxa de ocupação de 2 pessoas por dormitório (Creder, 1991).

A primeira é o método de Rupp *et al*. (2011), utilizado no software Netuno (LABEEE, 2025), que, através do Quadro 2, apresenta valores mensais de demanda pluvial. Para encontrar a demanda necessária para cada *layout*, essa demanda foi interpolada e o resultado foi multiplicado pela população.

Quadro 2. Valores apresentados por Rupp *et al*. (2011) para definir a demanda pluvial % substituição de água potável por pluvial

% substituição de água potável por pluvial	Demanda diária de água potável (litros/per capita)	Demanda de água pluvial (litros/mês)
30 %	100	1800
	200	3600
	300	5400

Fonte: Rupp *et al*., adaptado pelos autores (2026).

Já o Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC (2014) propõe uma estimativa por tipo de uso, a partir do Quadro 3, com o intuito de evitar superdimensionamentos. Parâmetros foram somados e, assim, a demanda de água pluvial foi definida.

Quadro 3. Parâmetros apresentados pelo Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC (2014) para definir a demanda pluvial

Uso pretendido	Parâmetro	Observação
Descarga em bacia sanitária com caixa acoplada	6 litros/descarga	5 descargas/pessoa/dia
Limpeza de calçadas e ruas	4 litros/m²	2 lavagens/mês

Fonte: Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC, adaptado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.4. Dimensionamento do poço de retenção

O dimensionamento do poço de retenção seguiu os critérios da NBR 15527 (ABNT, 2019), utilizando o método computacional do programa Netuno (LABEEE, 2025). Os métodos utilizados e as respectivas equações estão sintetizados no Quadro 4.

Quadro 4. Métodos utilizados para o dimensionamento do poço de retenção

Método	Equação	Variáveis
Rippl	$S(t)=D(t)-Q(t)$ $Q(t)=C\times P(t)\times A$ $V=\sum S(t),\ para\ S(t)>0$ $\sum D(t)<\sum Q(t)$	S(t): Volume no reservatório no tempo t
		Q(t): Volume de chuva aproveitável no tempo t
		D(t): Demanda ou consumo no tempo t
		V: Volume total do reservatório
		C: Coeficiente de escoamento superficial
		P(t): Precipitação da chuva
		A: Área de captação
Azevedo Netto	$V=0,042\times P\times A\times T$	V: Volume total do reservatório, em L
		P: Precipitação média anual, em mm
		T: Número de meses de pouca chuva ou seca
Prático Alemão	Vadotado= mín (V; D(t)) x 0,06	Vadotado= Volume mínimo do reservatório, em L
Prático Inglês	$V= 0,05\times P\times A$	P: Precipitação média anual, em mm
Netuno	Simulação computacional	A: Área de captação

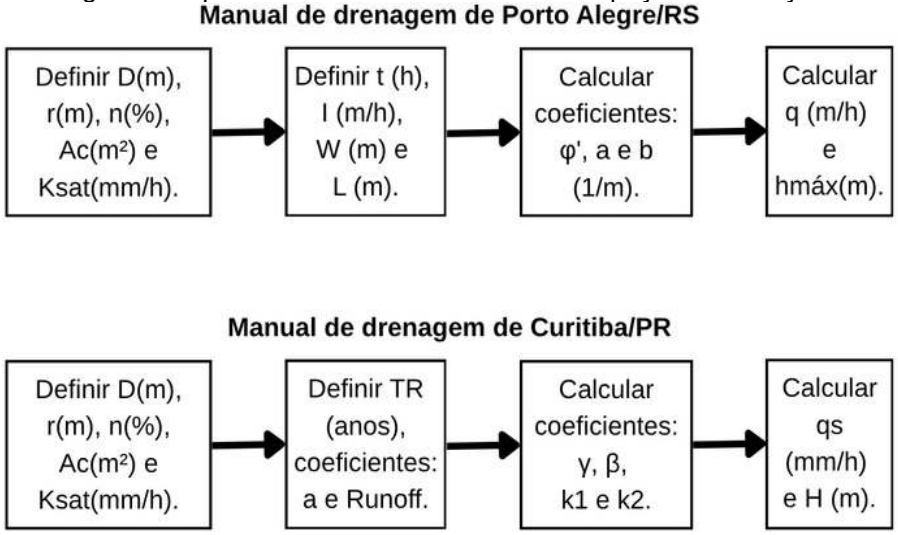
Fonte: ABNT NBR 15527:2019, adaptado pelos autores (2026).

3.5. Dimensionamento do poço de infiltração

O dimensionamento do poço de infiltração seguiu as diretrizes do Manual de Drenagem de Porto Alegre (2005), que recomenda o método CIRIA (1996, apud Porto Alegre, 2005), e do Manual de Drenagem de Curitiba/PR (SUDERHSA; CH2M HILL, 2002). O processo foi sistematizado no fluxograma da Figura 8.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 8. Fluxograma do processo do dimensionamento do poço de infiltração



Fonte: Autores (2026).

Foi adotado o valor de condutividade hidráulica saturada de 3,6 mm/h, compatível com solos argilosos, conforme Medeiros e Nascimento (2014). Considerou-se um tempo de retorno de 2 anos e uma porosidade de 30% para o material filtrante (brita). O poço foi projetado com 2,0 m de diâmetro e 1,0 m de profundidade, respeitando a exigência de distância mínima de 1,5 m entre o fundo do poço e o nível do lençol freático, conforme recomendações de segurança ambiental estabelecidas na NBR 13969 (ABNT, 1997).

3.6. Modelagem e integração do sistema

A modelagem tridimensional do sistema integrado de poços de retenção e infiltração foi realizada com o auxílio dos softwares AutoCAD®, SketchUp®, Revit® e Netuno®. Essa combinação de ferramentas possibilitou o detalhamento técnico e a análise do sistema de drenagem, composto por um poço de retenção interligado a um poço de infiltração, garantindo o desempenho hidráulico e ambiental adequado, em conformidade com o conceito de técnicas compensatórias de drenagem urbana (Brasil, 2007).

Ressalta-se que os resultados obtidos representam uma análise teórica baseada em parâmetros normativos, dados pluviométricos históricos e simulações computacionais, não contemplando validação experimental em campo ou monitoramento hidrológico em escala real.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O sistema foi projetado para reter e armazenar a água da chuva com o objetivo de sua reutilização em usos não potáveis, como na limpeza de calçadas e descargas sanitárias. Considerando que o projeto está inserido no âmbito do programa Minha Casa Minha Vida, caracterizado por lotes de dimensões reduzidas, optou-se, na fase de adaptação das plantas arquitetônicas, pela implantação de um sistema hidropneumático no poço de retenção enterrado, a fim de não comprometer a área útil do terreno.

Ressalta-se que, em situações de falta de energia elétrica, o abastecimento poderá ficar comprometido. Nessa condição, a solução tradicional consiste na instalação de um segundo reservatório superior, destinado ao armazenamento da água não potável filtrada, o que garantiria o abastecimento dos pontos de consumo por gravidade. Entretanto, considerando que o reservatório enterrado já requer o uso de bomba elétrica, buscou-se uma solução alternativa para evitar a interrupção do sistema em eventuais quedas de energia ou falhas na bomba. Assim, foi implementada uma alimentação dupla automática no vaso sanitário, possibilitando o abastecimento tanto pela água pressurizada do sistema de reuso proposto quanto pela caixa d'água principal (por gravidade).

O controle e a seleção da fonte de água ocorrem de forma passiva mediante a instalação de válvulas de retenção, que operam através da diferença de pressão entre as redes: a pressão superior do sistema de reuso mantém a via potável bloqueada, em caso de despressurização da rede de reuso, a gravidade da caixa d'água principal assume o suprimento automaticamente.

Assim, mesmo que falte energia elétrica, o funcionamento das descargas não será interrompido. O ponto hidráulico destinado à lavagem de calçadas não conta com esse sistema duplo e pode ser substituído pelo uso das torneiras da lavanderia, caso necessário. Dessa forma, a planta de cobertura original manteve-se inalterada, resultando nas áreas de contribuição pluvial apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5. Área construída por *layout*, e sua determinada área de contribuição pluvial

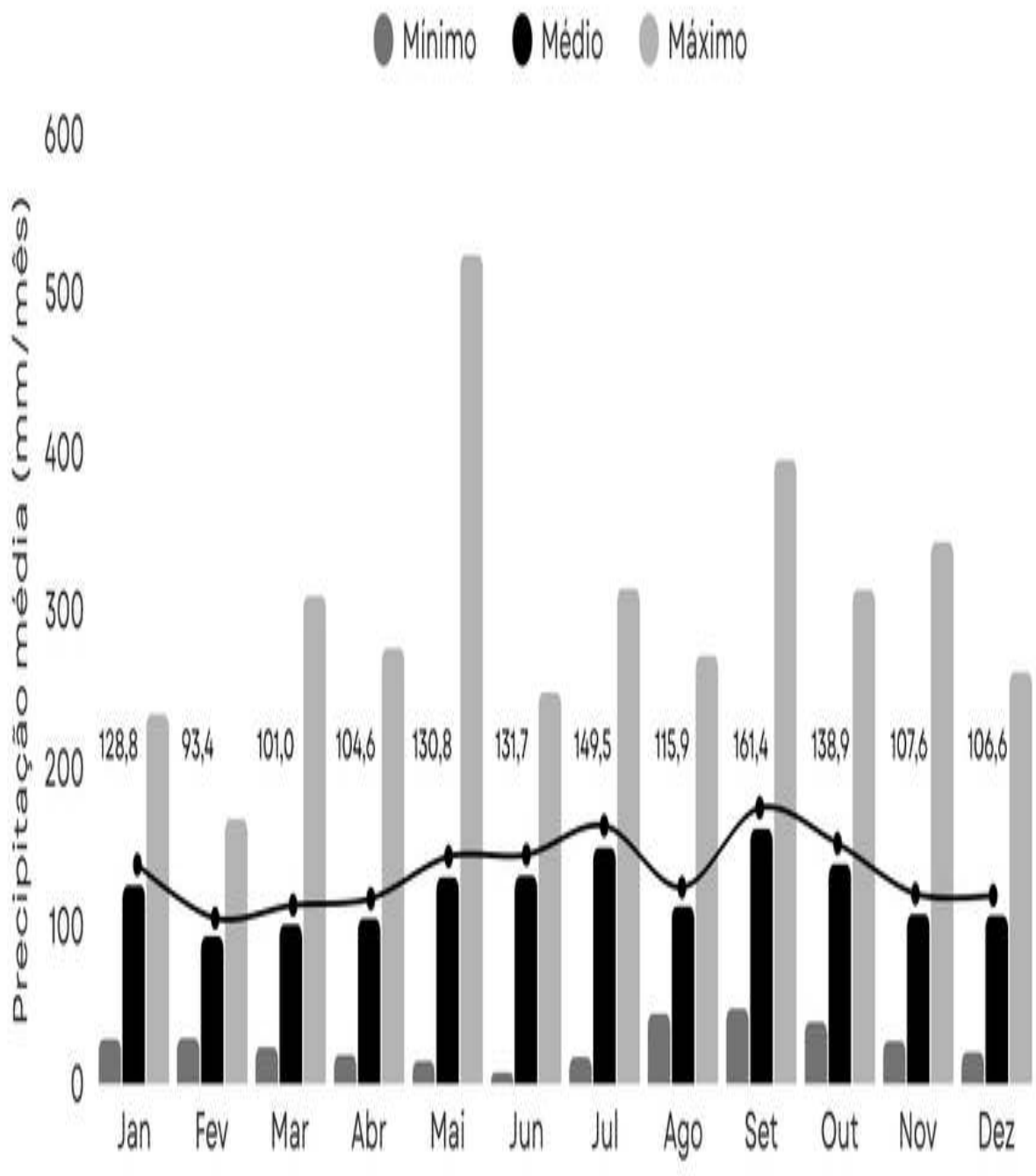
Parâmetro de Análise	*Layout* A	*Layout* B
Área de captação de águas pluviais	43,83 m²	57,32 m²

Fonte: Autores (2026).

A partir da análise da série histórica de dados pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2025), verificou-se uma precipitação média de 1.463 mm/ano. Complementarmente, as precipitações médias mensais são apresentadas na Figura 9, permitindo visualizar a distribuição sazonal das chuvas ao longo do ano.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 9. Precipitações médias mensais x mês de referência, no período de 2001 a 2024



Fonte: INMET, Adaptado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Para o sistema pluvial, optou-se por uma calha retangular de aço galvanizado (coeficiente de rugosidade n = 0,011), com dimensões de 10 cm x 14 cm, lâmina d'água de 6 cm de altura e declividade da calha em 0,5%, resultando na vazão de escoamento de 209,7 litros/min. De acordo com a norma, é comum utilizar a lâmina d'água igual a metade da altura da calha, contudo, a fim de elevar a borda mínima e garantir maior segurança contra transbordamentos, foi escolhida uma lâmina d'água de 6 cm, correspondente a 42% da altura da calha.

A partir das tabelas dispostas na NBR 10844 (ABNT, 1989), foram determinados os parâmetros de dimensionamento, incluindo a vazão da chuva, número de bocais e diâmetros dos condutores verticais e horizontais. As vazões pluviais calculadas foram de 106,66 e 139,48 litros/min nos *layouts* de A e B, respectivamente. A quantidade mínima de bocais indicou, para ambos os *layouts*, a necessidade de uma unidade por *layout*. No entanto, para otimizar a distribuição da chuva, foram adotados quatro bocais, o que aumentou a segurança do sistema e melhorou o escoamento em múltiplos pontos da cobertura. E, para padronizar o projeto, consideraram-se condutores com inclinação de 1% e diâmetro de 100 mm, aplicados tanto aos trechos verticais quanto aos horizontais.

Para estimar o período de estiagem, foram adotadas duas abordagens complementares, ambas obtidas através de médias aritméticas simples. Primeiramente, calculou-se a Média Mensal, consolidando um ano padrão para identificar a sazonalidade típica da região. Complementarmente, aplicou-se a Frequência Anual, que contabiliza individualmente todos os meses da série histórica com precipitação igual ou inferior a 100 mm/mês. Enquanto a média descreve o comportamento esperado para cada mês, a frequência determina a regularidade com que esses eventos de estiagem ocorreram ao longo dos 24 anos analisados. Os resultados foram, respectivamente, 1 mês e 5 meses.

A demanda pluvial (Quadro 6) foi calculada tanto pela abordagem do Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC (2014) quanto pela de Rupp *et al*. (2011).

Quadro 6. Demanda pluvial por abordagens diferentes, Rupp *et al*. (2011) e Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC (2014), e distintos *layouts*

Parâmetro de Análise	*Layout* A		*Layout* B	
Metodologia	Rupp et al.	Manual de Florianópolis/SC	Rupp et al.	Manual de Florianópolis/SC

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Número de dormitórios	2	2	3	3
População (pessoas)	4	4	6	6
Demanda de água pluvial (m³/mês)	10,80	3,95	16,20	5,86

Fonte: Autores (2026).

A discrepância entre as metodologias de Rupp *et al*. (2011) e do Manual de Drenagem Urbana de Florianópolis/SC (2014) decorre dos critérios adotados para estimar a demanda hídrica. Enquanto Rupp *et al*. (2011) consideram um percentual fixo de substituição do consumo de água potável, o Manual de Florianópolis/SC (2014) utiliza a demanda específica por pontos de consumo, proporcionando estimativas mais representativas para residências unifamiliares. Conforme Rupp *et al*. (2011), a demanda hídrica influencia diretamente a confiabilidade e os custos do sistema, podendo resultar em superdimensionamento quando estimada por percentuais fixos do consumo total.

Para o dimensionamento do poço de retenção, foram aplicados seis métodos. Pelo método de Azevedo Netto, considerando períodos de estiagem de um a cinco meses, os volumes variaram de 2,69 a 13,47 m³ para o *Layout* A e de 3,52 a 17,61 m³ para o *Layout* B. Entretanto, Bertuol (2021) recomenda sua utilização apenas para estimativas preliminares.

O método de Rippl, com coeficiente de escoamento superficial (C = 0,8), resultou em volumes de 1,37 m³ (A) e 4,10 m³ (B), considerando a demanda estimada pelo Manual de Florianópolis/SC. Para a demanda de Rupp *et al*. (2011), os volumes alcançaram 78,63 m³ e 127,76 m³, respectivamente, evidenciando a incompatibilidade entre a demanda e a área de captação disponível. Os métodos práticos inglês e alemão resultaram em volumes entre 2,84 e 4,19 m³.

Por fim, a simulação computacional no software Netuno (LABEEE, 2025) indicou capacidade ideal de 1.200 litros para ambos os *layouts*. Esse resultado, inferior aos obtidos pelos métodos empíricos, decorre da simulação diária do balanço hídrico, que considera a distribuição temporal das precipitações e o reabastecimento do reservatório, evitando volumes excedentes de armazenamento. A comparação dos resultados é apresentada no Quadro 7.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 7. Volume do poço de retenção por todos os métodos, em diferentes *layouts*, período de estiagem e demandas

Parâmetro de Análise		*Layout* A					*Layout* B				
MÉTODO DE RIPPL	Metodologia	Rupp et al.		Manual de Florianópolis/SC			Rupp et al.		Manual de Florianópolis/SC		
	Volume do reservatório (m³)	78,63		1,37			127,76		4,10		
MÉTODO PRÁTICO BRASILEIRO: AZEVEDO NETTO	Período de estiagem (meses)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Volume do reservatório (m³)	2,69	5,39	8,08	10,77	13,47	3,52	7,04	10,57	14,09	17,61
MÉTODO PRÁTICO INGLÊS	Volume do reservatório (m³)	3,21					4,19				
MÉTODO PRÁTICO ALEMÃO	Metodologia	Rupp et al.		Manual de Florianópolis/SC			Rupp et al.		Manual de Florianópolis/SC		
	Volume do reservatório (m³)	3,08		2,84			4,03		4,03		
SIMULAÇÃO NETUNO	Volume do reservatório (m³)	1,20					1,20				

Fonte: Autores (2026).

Os resultados mais próximos da simulação computacional foram encontrados pelo método de Azevedo Netto, considerando que o período de estiagem foi de um mês e a demanda estimada baseou-se no Manual de Drenagem de Florianópolis/SC (2014). Entretanto, os valores obtidos no Método de Rippl justificam-se pelo desequilíbrio entre a demanda e oferta de água pluvial, e os métodos empíricos (Azevedo Netto, Prático Alemão e Prático Inglês), por basearem-se em médias anuais, o que leva ao superdimensionamento por não considerar a frequência real de reposição pluvial no reservatório. Já o software Netuno realiza uma simulação diária: ele identifica que, em Porto Alegre, a pluviosidade é distribuída o suficiente para que o reservatório

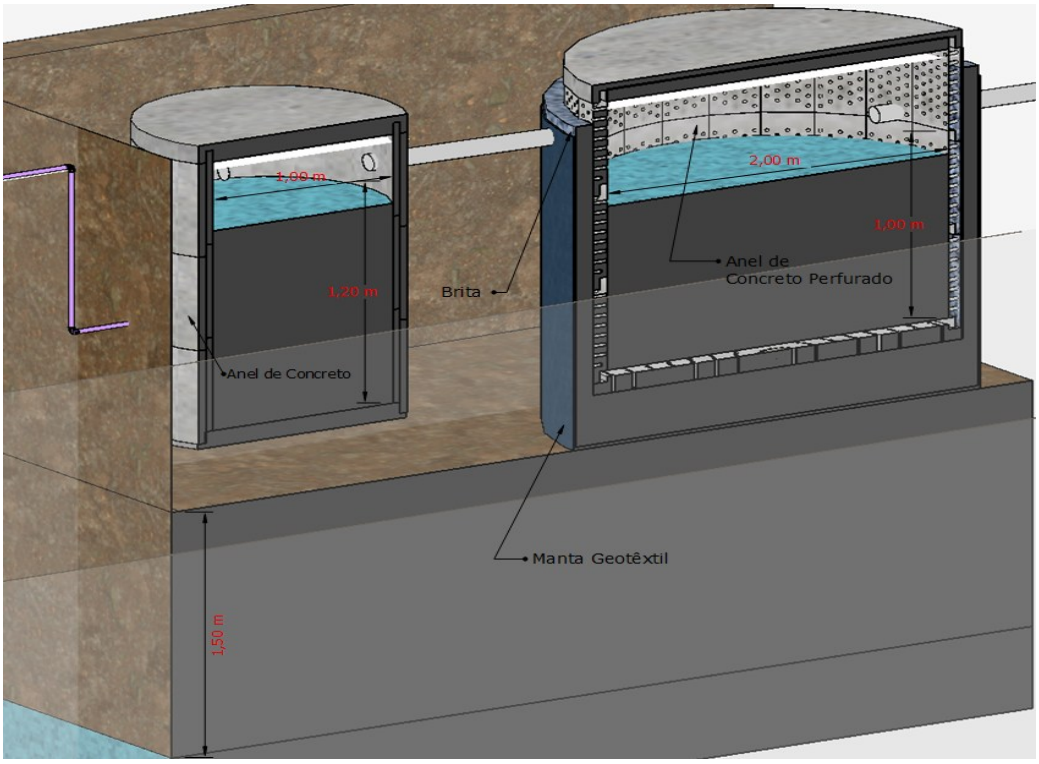
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

de aproximadamente 1.200 litros seja reabastecido constantemente, otimizando o sistema para evitar volumes ociosos em lotes urbanos compactos.

Além dos benefícios hidráulicos associados à retenção temporária e infiltração das águas pluviais, a solução proposta apresenta potencial contribuição para estratégias de resiliência urbana e adaptação climática, especialmente em áreas ocupadas por habitações de interesse social, frequentemente mais vulneráveis aos impactos de eventos hidrológicos extremos.

Dessa forma, visando atender a geometria dos anéis de concreto comerciais, definiu-se a adoção de um poço de retenção com 1,0 metro de diâmetro e 1,2 metro de profundidade, associado a um poço de infiltração com 2,0 metros de diâmetro e 1,0 metro de profundidade (Figura 10).

Figura 10. Corte e detalhamento dos poços



Fonte: Autores (2026).

Considerando a baixa condutividade do solo local, um reservatório de infiltração excessivamente grande permaneceria saturado por longos períodos, comprometendo sua função. O sistema adotado prioriza o giro rápido da água para reuso, enquanto o excesso é

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

direcionado ao poço de infiltração, garantindo a segurança hidráulica sem exigir obras de grande escala. Logo, em sua capacidade máxima, o sistema integrado reteve aproximadamente 4.083 litros de água precipitada, reduzindo a sobrecarga do sistema público de drenagem e contribuindo para a mitigação de alagamentos urbanos.

Segundo Marques (2014), volumes situados entre 1,0 e 2,0 m³ oferecem o melhor equilíbrio entre investimento e garantia, o que corrobora a escolha. Essa otimização é justificada pela dinâmica pluviométrica local (Dornelles; Collischonn, 2013). Os autores destacam que a regularidade das chuvas em Porto Alegre favorece o uso de reservatórios menores, com alta taxa de renovação. Na mesma linha, Fonseca e Menezes Filho (2019) observaram que o balanço diário cronológico da região tende a reduzir significativamente o volume necessário em comparação aos métodos práticos, validando estreitamente os valores obtidos pela simulação computacional.

Considerando a possibilidade de replicação dessa solução em empreendimentos habitacionais de interesse social, observa-se potencial contribuição para redução do escoamento superficial direto e amortecimento das vazões lançadas no sistema público de drenagem, podendo auxiliar na mitigação local de alagamentos urbanos.

Embora os resultados indiquem viabilidade técnica da solução proposta, o estudo apresenta limitações relacionadas à ausência de monitoramento em escala real, análise econômica detalhada e avaliação do desempenho hidráulico sob eventos extremos específicos. Além disso, parâmetros como colmatação do sistema, manutenção periódica e comportamento hidrológico de longo prazo não foram investigados experimentalmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de diferentes metodologias de dimensionamento hidráulico permitiu avaliar e definir uma configuração integrada de poços de retenção e infiltração de águas pluviais, considerando as condições hidrológicas de Porto Alegre/RS e as restrições construtivas de habitações de interesse social. O sistema proposto prioriza o armazenamento de água para reúso, direcionando o volume excedente ao poço de infiltração, com posterior extravasamento para a rede convencional de drenagem, quando necessário.

A comparação entre os métodos evidenciou diferenças significativas nas estimativas de demanda e nos volumes de armazenamento. O método de Rupp *et al*. (2011) apresentou demanda 173% superior à estimada pelo Manual de Drenagem de Florianópolis/SC (2014), enquanto a simulação computacional no software Netuno (LABEEE, 2025) indicou volume ideal

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

de 1.200 litros para o poço de retenção. Após a adequação às dimensões comerciais dos materiais construtivos, adotou-se um volume de 942 litros, com potencial de economia de água potável entre 27,9% e 29% e atendimento integral à demanda de água pluvial entre 89,8% e 94,9% do tempo simulado.

Os resultados indicam a viabilidade técnica preliminar da solução proposta para o manejo descentralizado de águas pluviais em habitações de baixo custo, contribuindo para a redução do escoamento superficial e o aproveitamento da água da chuva. Entretanto, a ausência de validação experimental constitui uma limitação do estudo, sendo recomendadas avaliações de desempenho em campo e análises econômicas para subsidiar sua aplicação em maior escala.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Alexandre Garces de. **Análise do desempenho de poços de infiltração na cidade de Goiânia-GO.** 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/tede/items/9227864c-b376-4145-a340-36d70709cd61. Acesso em: 25 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969:** Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:** Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, Miguel. **Manual de hidráulica.** 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: https://storage.blucher.com.br/book/pdf_preview/9788521205005-amostra.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

BAPTISTA, Márcio; PÁDUA, Valter Lúcio. **Restauração de sistemas fluviais.** Barueri, SP: Manole, 2016.

BARBASSA, Ademir Paceli *et al*. Poço de infiltração para controle de enchentes na fonte: avaliação das condições de operação e manutenção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 91-107, abr./jun. 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/MBt8Q34KHgGnrVZvcx6JZjN/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 03 out. 2024.

BRASIL. **Governo Federal inicia aquisição de moradias prontas para famílias desabrigadas do RS.** Portal Gov.br, 24 out. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

br/assuntos/noticias-1/governo-federal-inicia-aquisicao-de-moradias-prontas-para-familias-desabrigadas-do-rs. Acesso em: 13 set. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria MCID nº 725, de 15 de junho de 2023.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jun. 2023. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mcid-n-725-de-15-de-junho-de-2023-490336615. Acesso em: 14 fev. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). **Águas pluviais:** técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento: nível 2 e 3. Belo Horizonte: ReCESA, 2007. 52 p. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/tecnicascompensatoriasparaocontroledecheiasurbanas-nivel2e3.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.** 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. Disponível em: https://engecivil.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/02/livro-roberto-de-carvalho-jc3banior.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

CHRISTOFIDIS, Demetrios *et al*. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. especial 3, p. 94-108, dez. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sdeb/a/jpNVWVZSdNRRyQS3qtWmz9g/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 09 set. 2024.

CIRIA. **Infiltration drainage**: manual of good practice. Londres: CIRIA, 1996. (CIRIA Report 156).

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1991.

DORNELLES, Fernando; COLLISCHONN, Walter. **Hidrologia para engenharias e ciências ambientais.** 1. ed. revisada e ampliada. v. 1. Porto Alegre: ABRH, 2013. 342 p.

FLORIANÓPOLIS. **Manual de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.** Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/saneamento/index.php?cms=drenagem+urbana+e+manejo+das+aguas+pluviais&menu=7&submenuid=2375. Acesso em: 11 set. 2025.

FONSECA, Vitor Luís Amorim; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de. Estudo comparativo entre métodos de dimensionamento para reservatórios de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. **Holos Environment**, v. 19, n. 2, p. 287-303, 2019. Disponível em: https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12326/8247. Acesso em: 16 out. 2024.

IBRAOP. **CREA-GO:** impermeabilização do solo é problema para centros urbanos. Blog do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP), 30 maio 2017. Disponível em: https://www.ibraop.org.br/blog/2017/05/30/crea-go-impermeabilizacao-do-solo-e-problema-para-centros-urbanos. Acesso em: 04 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados históricos.** Brasília, DF. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos. Acesso em: 11 maio 2025.

JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. (Coord.). **Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

JUNGBECK, Camila**. Proposta de Dimensionamento de Poço de Infiltração para a Cidade de Dourados/MS como Medida Sustentável para Controle de Drenagem Urbana na Fonte.** 2023. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) — Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5573. Acesso em: 08 set. 2024.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Netuno**: Programa computacional para dimensionamento de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. Versão 4. Florianópolis, 2025. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/pt-br/downloads/softwares/netuno. Acesso em: 23 abr. 2025.

LUCAS, Alessandro Hirata *et al*. Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 17-28, jan./mar. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/Bk8MYpvHmjWRGPdM7MwFckB/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 out. 2024.

MAPBIOMAS. **Favelas no Brasil crescem em ritmo acelerado e ocupam 106 mil hectares.** MapBiomas Brasil, 4 nov. 2022. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/2022/11/04/favelas-no-brasil-crescem-em-ritmo-acelerado-e-ocupam-106-mil-hectares. Acesso em: 03 set. 2024.

MARQUES, Marcelo Giulian. **Aproveitamento de águas pluviais:** dimensionamento do reservatório para aplicação em residências de padrão alto, normal e baixo em Porto Alegre, RS. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/107493/000940768.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 mar. 2025.

MAY, Simone. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simonemay.pdf. Acesso em: 24 out. 2024.

MEDEIROS, Luana Dantas de; NASCIMENTO, José Edson Maciel Ferreira. Uso da terra e atributos de solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 18, n. 4, p. 426-433, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/VLPQ5pxCF97TrY5K8By9DNJ/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 16 maio 2025.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiro de; OLIVEIRA, Marcus Vinicius Siqueira de; SILVA, Danielle Ferreira da. **Ciclo hidrográfico planetário: abordagens e conceitos**. Geo Uerj, v. 1, n. 21, p. 109-119, 2010.

OLIVEIRA, Aline da Nóbrega *et al*. Padrões urbanos facilitadores da recarga de aquíferos. **Revista de Morfologia Urbana,** v. 7, n. 2, e00117, 2019. Disponível em: https://revistademorfologiaurbana.org/index.php/rmu/article/view/117/63. Acesso em: 09 set. 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

PORTO ALEGRE. Plano Diretor de Drenagem Urbana: **Manual de Drenagem Urbana.** 2. v. 6. Porto Alegre: Prefeitura Municipal / Departamento de Esgotos Pluviais (DEP), set. 2005. Disponível em: https://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.

REIS, Ricardo Prado Abreu. **Avaliação de desempenho e modelagem numérica de sistemas de infiltração de água de chuva integrados aos sistemas prediais.** 2018. 279 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1091444. Acesso em: 15 set. 2024.

REIS, Ricardo Prado Abreu *et al*. Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais. **Ambiente Construído,** Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 99-117, abr./jun. 2008. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/handle/7a400663-2e21-459d-b740-1ddc368ce06c. Acesso em: 20 set. 2024.

RIGHETTO, Antônio Marozzi (coord.). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas.** Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396 p. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. **Estiagens e secas.** Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/estiagens-e-secas#:~:text=Observa%2Dse%20que%20a%20maior,de%202020%2C%202005%20e%202023. Acesso em: 05 maio 2025.

RIO GRANDE DO SUL. **Geografia.** Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://www.estado.rs.gov.br/geografia. Acesso em: 11 set. 2025.

RUPP, R. F. *et al*. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 47-64, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/zFtwYstjzKZHDWCjPyQPDMF/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVA, Luciene Pimentel. Hidrologia, **Engenharia e Meio Ambiente.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SILVA, Luenny Bernardes da; FIGUEIREDO, Filipe Bittencourt. **Projeto Habitacional Para Atender Às Necessidades Das Famílias Da Ocupação São João No Município De Três Lagoas - MS:** Planejamento E Viabilidade. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) — Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024. Acesso em: 14 fev. 2025.

SILVA, Rafael *et al*. Influência de sistemas prediais de aproveitamento de água de chuva no amortecimento do escoamento de água pluvial proveniente de áreas edificadas. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS PREDIAIS,** 10., 2023, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2023. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sispred/article/view/2971/3680. Acesso em: 27 out. 2024.

SOUZA, Luíza Ferreira Moreira de *et al*. Avaliação da viabilidade de implantação de técnicas compensatórias em habitações de padrões socioeconômicos distintos. **Revista DAE**, São Paulo,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

v. 72, n. 243, p. 218-231, jan./mar. 2023. Disponível em: https://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_243_n_2186.pdf. Acesso em: 26 out. 2024.

SUDERHSA; CH2M HILL. **Manual de drenagem urbana:** região metropolitana de Curitiba – versão 1.0. Curitiba: SUDERHSA / CH2M HILL, 2002. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mdu_versao01.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. **Infiltração e armazenamento no solo.** In: TUCCI, C. E. M. (org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000. p. 335-372.

VIEIRA, Ivan Luís Sousa. **Estudo de bacias de retenção como solução para situações crescentes de urbanização.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade da Madeira, Funchal, 2014. Disponível em: https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/1003/1/MestradoIvanVieira.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

WEATHERSPARK. **Clima característico em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, durante o ano.** 2025. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/y/29679/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Porto-Alegre-Rio-Grande-do-Sul-Brasil-durante-o-ano. Acesso em: 21 mar. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.