

---

# Bacia hidrográfica do rio Belém, na cidade de Curitiba (PR): uma visão geral da impermeabilização excessiva

Estrabão  
Vol.(3): 159 -173  
©The Author(s) 2022  
DOI: 10.53455/re.v3i.63



**Genival Inácio Sanchez de Siqueira<sup>1,2</sup>, Frederico Fonseca da Silva<sup>1,2</sup>, Ricardo Massulo Albertin<sup>1,3</sup>, Pedro Antonio<sup>1,2</sup>, Bittencourt Pacheco<sup>1</sup> and Danielle Finardi Fonseca**

## Resumo

O crescimento urbano acelerado e desordenado na ocupação das bacias hidrográficas resulta em efeitos no ciclo hidrológico natural e, conseqüentemente, problemas como enchentes e inundações, principalmente devido às altas taxas de impermeabilização. O presente estudo teve por objetivo estimar o volume de água precipitada na bacia hidrográfica do rio Belém, localizada na cidade de Curitiba (PR), bem como apresentar soluções individuais para minimização das enchentes e inundações. O método de pesquisa utilizado pelo presente estudo foi documental e bibliográfico, com dados primários e secundários. Os dados de registros de volume de chuva foram obtidos junto ao Instituto Água e Terra (IAT). Também foram analisadas, comparadas e estimadas a precipitação na área total da bacia do rio Belém onde se tomou como base o atípico ano de 2020, considerando um grau de impermeabilização da bacia de 87%. Conclui-se que em períodos de intensa precipitação pluviométrica, fatalmente ocorrem enchentes e inundações resultando em prejuízos materiais e ambientais, como impacto direto na qualidade de vidas as populações locais.

## Palavras-chave

Diagnóstico ambiental, Planejamento urbano, Mudanças climáticas.

---

<sup>1</sup>Pós-Graduada em Alfabetização, Educação Infantil; e, Pedagoga, Pedagogia

<sup>2</sup>Campus Curitiba, Instituto Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

<sup>3</sup>Faculdade de Engenharias e Inovação Tecnológica (FEITEP), Paraná, Brasil  
Email: Inacio.challenger@gmail.com (Genival Inácio Sanchez De Siqueira)

## Corresponding author:

Frederico Fonseca Da Silva, Email: frederico.silva@ifpr.edu.br

## INTRODUÇÃO

Todos os anos a população que reside na bacia hidrográfica do rio Belém, localizada na cidade de Curitiba (PR) ficam em estado de alerta em dias de precipitações pluviométrica, pois a mesma possui o potencial de causar enchentes e inundações, causando prejuízos e danos ambientais e sociais.

Borsato e Martoni (2004), definem uma bacia hidrográfica como uma região delimitada por um divisor de águas, que as separa das bacias em anexo e que serve de captação natural de água de precipitação através de superfícies vertentes através de uma rede de drenagem cuja mesma é formada por cursos d'água convergindo os escoamentos para seu único ponto de saída (exutório), corroborando com Braga (2005); Azevedo e Barbosa (2011) e Barrella (2001).

Enchentes são fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica fluvial complementando o ciclo hidrológico (ANDRIGUETTO, 1999). A ocupação das áreas próximas ao rio acaba interferindo no ciclo hidrológico natural, por causa da impermeabilização do solo por meio de telhados, ruas, calçadas e pátios, causando um desequilíbrio entre a precipitação e a infiltração (TUCCI, 1995). A falta de controle, planejamento, aplicabilidade das legislações vigentes e fiscalização adequadas, como também políticas públicas voltadas a essa causa, pelas autoridades responsáveis, contribui para essa problemática social e ambiental.

O objetivo do presente estudo consistiu em estimar o volume de água precipitada na área total de 88km<sup>2</sup> da bacia hidrográfica do rio Belém, localizada na cidade de Curitiba (PR), de forma a contribuir por meio de discussões para minimizar os impactos e transtornos ocasionados pelas inundações e enchentes e destacar a necessidade de preservação ambiental.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Lima e Zakia (2000) as bacias hidrográficas são sistemas abertos que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis independentes, que oscilam em torno de um padrão, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim qualquer modificação na liberação de energia ou no recebimento, ou modificação na forma do sistema, acabará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

Conforme Cruz e Tavares (2009), o rio principal de uma bacia hidrográfica é o maior compartimento de fluxo de água ligando uma nascente à sua foz. As vias secundárias que transportam a água para o rio principal são chamadas seus afluentes, ao mesmo tempo em que as vias que transportam a água para seus afluentes são denominadas subafluentes do rio principal.

Ao longo das últimas décadas, houve um crescimento significativo da população urbana no Brasil. A taxa de população urbana brasileira é de 84,4% (IBGE, 2010). Depois da década de 1960, o processo de urbanização acelerado acabou gerando uma população urbana praticamente sem infraestrutura, principalmente na década de 1980, quando os investimentos foram reduzidos. Os efeitos desse processo fazem sentir sobre o aparelhamento urbano aos recursos hídricos (TUCCI, 1995).

De acordo com Porto (2001), a urbanização e seus impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente, requerem abordagem integrada, trazendo para um mesmo núcleo de ações aquelas relativas à quantidade e qualidade da água, os aspectos de planejamento urbano, as interações entre os diversos usos do solo urbano e, principalmente, os aspectos institucionais e legais necessários para o embasamento e a sustentabilidade das ações de prevenção e controle.

Tucci (1995) menciona que com o desenvolvimento urbano, a impermeabilização do solo através de telhados, ruas, calçadas e pátios, entre outros, causaram um desequilíbrio entre precipitação e infiltração da água no solo. Dessa forma, a parcela de água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções.

Moreira (2014) afirma que em todas as cidades de médio e grande portes do país, são sentidas as consequências dessa falta de planejamento e regulamentação. Uma vez que o espaço está todo ocupado, tornam-se caras as soluções disponíveis como as mais comuns: canalizações, reversões e barragens, diques com bombeamentos, entre outras. Para proteger uma parcela da cidade que sofre devido à imprevidência da ocupação do solo, o poder público se obriga a investir parte significativa do orçamento, fundos esses que provêm de impostos de toda a população do município, cabendo questionar muitas vezes, quem deve pagar e se deveria ser permitida essa ocupação muitas vezes irregular.

Ainda conforme Tucci (1995), as inundações localizadas podem ser provocadas por estrangulamento da seção do rio devido a aterros e pilares de pontes, estradas, aterros para aproveitamento área, assoreamento do leito do rio e lixo. Erros de execução e projeto de drenagem de rodovias e avenidas, entre outros. Normalmente, esses problemas disseminam-se nas áreas urbanas, à medida que existe pouco controle sobre as diferentes entidades que atuam na infraestrutura urbana. Aduoras, pontes ou rodovias são, frequentemente, projetadas sem que se considere seu impacto sobre a drenagem.

De acordo com Andriquetto (1999), as enchentes são fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica fluvial e dão continuidade ao ciclo hidrológico. As águas dos rios, no ambiente natural, precisam de espaço, atingindo periodicamente suas várzeas.

Há uma diferença entre inundação e enchente, pois cada rio dispõe de um leito principal com forma e dimensões distintas em função de características físicas do terreno o qual está inserido, bem como suas respectivas vazões transportadas. Ocorre que este leito chamado de menor tem suas águas extrapoladas quando ocorre pluviosidade abundante. Assim ocorrem as enchentes ou cheias, que são fenômenos naturais causada pela ocupação do leito maior do rio pelas águas (SUDERHSA, 2002).

As inundações do tipo ribeirinhas decorrem de processo natural do ciclo hidrológico, ou seja, quando o leito maior do rio é ocupado pela população com suas construções irregulares, as várzeas ou planícies de inundação, que são áreas de risco à ocupação, sendo frequentes os impactos deste tipo de inundação (TUCCI e CORDEIRO, 2004).

Contudo pode se tornar um problema sério, essa situação natural do rio, no momento que se dão as interferências antrópicas, pois quando a população impermeabiliza áreas de infiltração, ocupa as várzeas do rio e em uma ocasião de cheia as águas extrapolam para o espaço ocupado pelas construções, ocorrendo assim as inundações potencializada pelo ser humano (TUCCI e CORDEIRO, 2004; SUDERHSA, 2002).

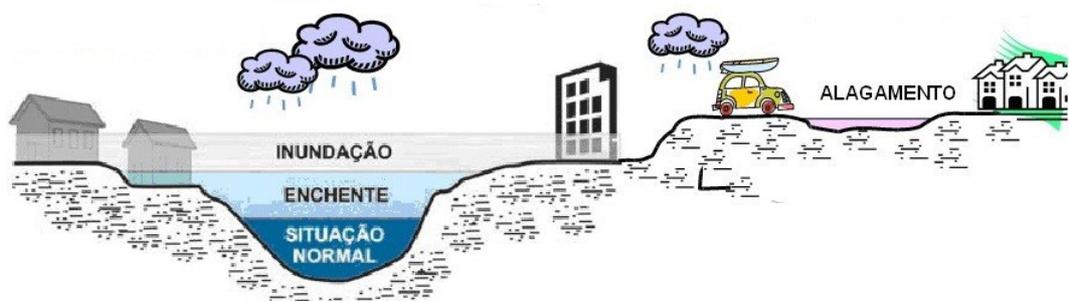
A falta de restrição no Plano Diretor do município em se tratando de loteamento de áreas de risco de inundação; ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, mas também sofrem prejuízos significativos; e, invasão de áreas ribeirinhas por população de baixa renda, são essas condições que ocorrem, em geral, devidas essas ações da população (TUCCI, 2001).

Já as inundações decorrentes de processo de urbanização ou falha no sistema de drenagem, acarretam, na maioria das vezes, impactos de caráter material e na saúde pública, maiores que nas inundações ribeirinhas. Os seguintes fatores estão relacionados ao aumento das vazões máximas por causa da

ampliação da capacidade de escoamento superficial por meio dos canais e superfícies impermeabilizadas, desorganização da infraestrutura urbana e a ocupação não planejada da bacia hidrográfica, como também obstrução de sistemas de drenagem e ou erros de projeto (TUCCI e CORDEIRO, 2004; TUCCI, 2001).

No caso de inundações do tipo ribeirinhas, os impactos e riscos dependem do grau de ocupação da várzea ocupada, e na urbanização dependem do percentual de impermeabilização da bacia e de canalização de drenagem na rede.

As inundações do tipo ribeirinhas ocorreram junto ao desenvolvimento da humanidade, associadas a um modelo de desenvolvimento urbano que produz um aumento significativo de impermeabilização do solo, em conjunto com projetos cuja insistência é em escoar as águas de precipitação o mais rápido possível das áreas urbanizadas (Figura 1), visão esta que já está ultrapassada, porém mantida nos países em desenvolvimento (TUCCI e CORDEIRO, 2004).



**Figura 1.** Perfil esquemático de enchente, inundação e alagamento.

Convém abordar, que uma das soluções mais efetivas para controle das cheias urbanas é a implementação dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais. Dentre as inúmeras vantagens na coleta de água pluvial, pode-se citar: aproveitamento de uma fonte alternativa de água, livre de cobrança; consumo energético menor; economia de água e de recursos financeiros; baixo impacto ambiental; tecnologias disponíveis são flexíveis; reserva de água para situações de emergência; conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo); fácil manutenção; baixos custos de operação e manutenção; utilização de estruturas existentes na edificação; água com qualidade aceitável para vários fins de limpeza e jardinagem; acompanha iniciativas ambientais já adotadas em países desenvolvidos tanto do ponto de vista político como econômico (MARINOSKI, 2007).

O sistema de aproveitamento de águas pluviais é formado, basicamente, pela área de captação, geralmente em coberturas (telhados e terraços), componentes de transporte (calhas e condutores) e reservatório. O tratamento necessário dependerá da utilização que se dará ao uso dessa água (AMORIM et. al., 2008).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Levando em consideração o objetivo proposto, os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do presente estudo basearam-se em levantamento documental e levantamento bibliográfico.

A análise documental, mais precisamente a análise de conteúdo, consiste em estudar um texto, ou analisar um documento de modo que as informações retiradas do mesmo sejam trazidas para um contexto/realidade social local (BAUER, 2002). A análise bibliográfica realizou-se por meio de consulta as fontes de pesquisas secundárias como artigos científicos, teses e dissertações.

Obteve-se também dados de fontes primárias que, segundo Oliveira (2007), são dados originais que ainda não passaram pela análise de outros autores, esta fonte tem relação direta com o objeto de estudo e o pesquisador quem analisa este documento. Assim, obteve-se registros históricos do volume de chuva (precipitação pluviométrica) junto ao Instituto Água e Terra (IAT), mais precisamente no Sistema de Informações Hidrológicas (SIH).

Adotou-se o estudo desenvolvido por Fendrich (2002a), em que considera que 87% de toda a bacia do rio Belém esteja impermeabilizada, cujas chuvas escoam superficialmente para a calha do rio, imediatamente após a sua precipitação.

Levou-se em consideração que a bacia hidrográfica do rio Belém é a mais adensada de Curitiba, desde a nascente até o parque São Lourenço, possui uma ocupação ainda com muitos vazios urbanos, elevada superfície ainda permeável (PPD, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados e discussões subdivididos em dois subitens: caracterização da bacia hidrográfica do rio Belém; e, precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Belém.

### *CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM*

A bacia hidrográfica do rio Belém, localiza-se na cidade de Curitiba, sendo parte integrante da bacia do rio Iguaçu. Segundo Passos (2020) o rio Belém nasce na região do Barreirinha (bairro Cachoeira), apresenta uma extensão de 21,0 km, contendo um perímetro de 49,30 km, sendo considerado um curso hídrico de 4º ordem. A extensão de todos os rios da bacia apresenta um total de 105,91 km. Seus principais afluentes são os rios Água Verde, Areiãozinho, Evaristo da Veiga, Guaíra, Ivo, Juvevê do Norte, Luiz Jose dos Santos, Pilarzinho, Pinheirinho e Waldemar dos Campos (Figura 2).

Tem sua nascente (Figuras 2 e 3) situada ao norte da cidade, no bairro Cachoeira, onde foi construído o Parque Municipal Nascentes do Belém, visando preservá-la. Na foz do rio Belém, localizada ao sul do município, no bairro Boqueirão encontrando o rio Iguaçu, está situada a Estação de tratamento de esgoto ETE-Belém (PMC, 2021).

Segundo Passos (2020), o rio Belém é um dos tributários da margem direita do rio Iguaçu e ao longo dos seus percursos apresenta declividade que varia de 0 a 12% (Figura 4), ou seja, sua topografia é relativamente plana. Ao longo do tempo, com o aumento da população em seu entorno, realizou-se a retirada de vegetação nativa e a sua substituição por superfícies impermeabilizadas, favorecendo casos de enchentes e inundações.

A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de 88 km<sup>2</sup> e sua localização compreendida totalmente dentro do município de Curitiba. Sua área é totalmente urbanizada, e estão situados na mesma, o centro urbano da cidade, ocupações residenciais, de comércio e serviços cujas densidades demográficas são as maiores apresentadas da região metropolitana de Curitiba.

A crescente urbanização, no entorno da bacia hidrográfica do rio Belém trouxe como consequências o aumento da degradação do solo, do ar e também da fauna e flora. Por estar localizado dentro do

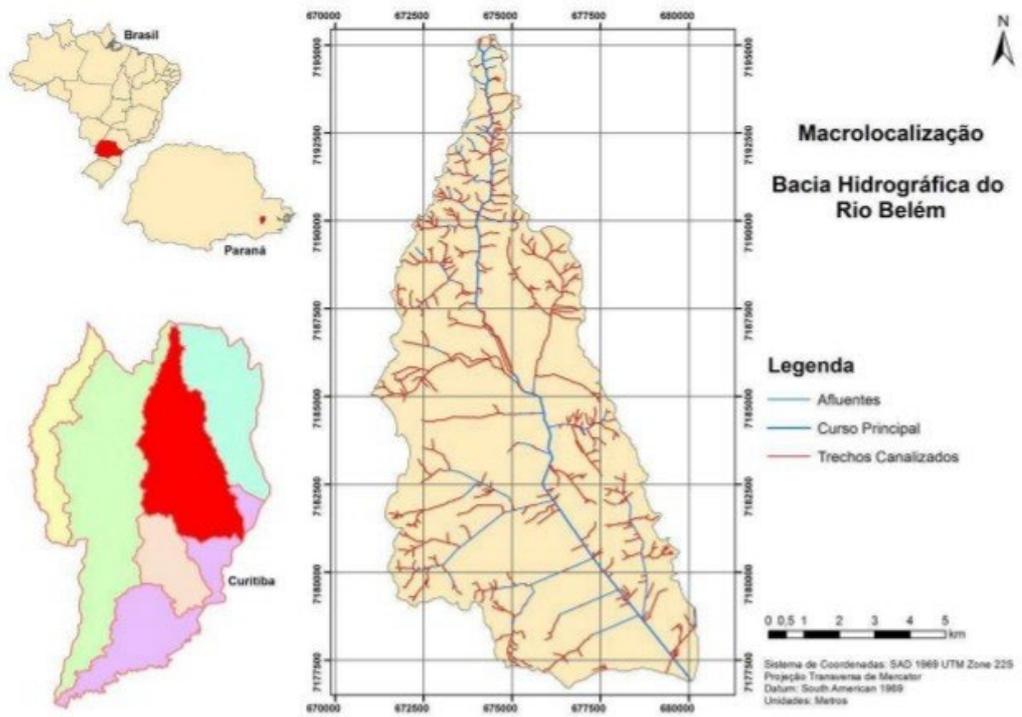
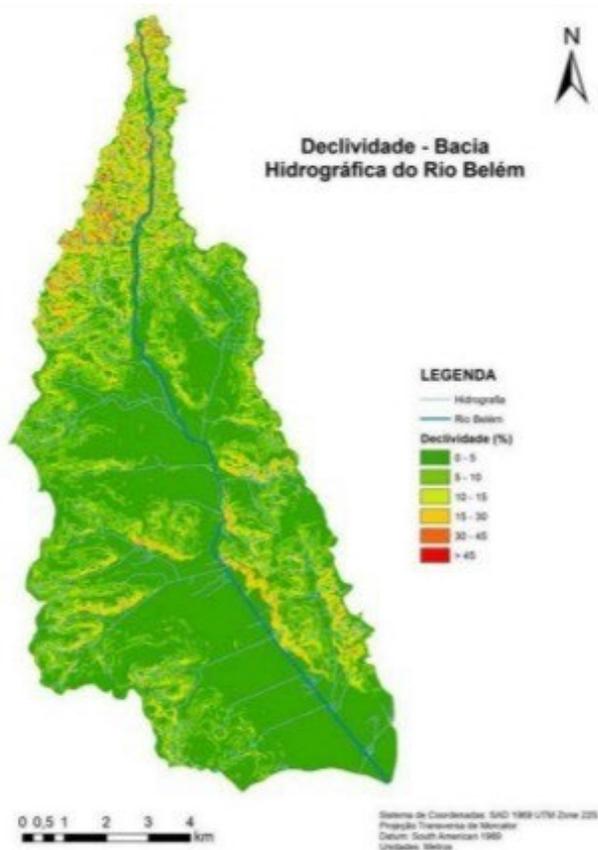


Figure 2. Macrolocalização da bacia hidrográfica do rio Belém.



Figura 3. Parque Nascentes do Rio Belém - Curitiba (Paraná)



**Figura 4.** Mapa de declividade da bacia hidrográfica rio Belém, Curitiba (PR)

perímetro urbano, este rio recebe o esgoto doméstico e industrial da cidade Curitiba, e apresenta graves problemas de erosão, poluição, e assoreamentos em alguns pontos. A intervenção do poder público como obras de canalização e impermeabilização do solo urbano também contribui para agravar os impactos dos eventos naturais (PASSOS, 2020, p. 10 e 11).

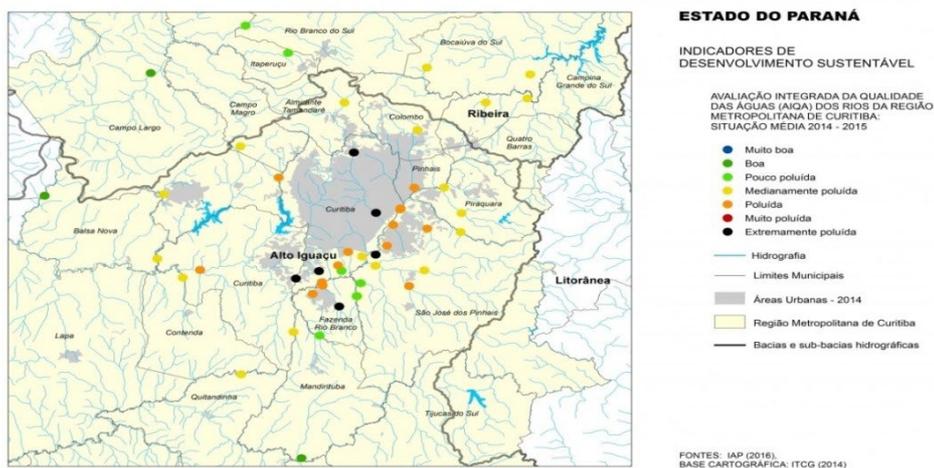
De acordo com Fendrich (2002a) e IPPUC (2018), a bacia do Rio Belém é a segunda maior bacia hidrográfica de Curitiba, com uma área de 88 km<sup>2</sup> representando 20,3% da área do município, tendo sua nascente na região norte da cidade, próximo à divisa com o município de Almirante Tamandaré, se estendendo por toda a região central de Curitiba e desaguando no rio Iguaçu, no sul da cidade. Apesar de possuir menor tamanho em relação à bacia do rio Barigui, é na bacia do Rio Belém que se concentra a maior parte da população curitibana, cerca de 48% dos habitantes, e também o maior índice de impermeabilização do solo, com cerca de 87% de área impermeável.

De acordo com Merkl (1998) apud Fortunato (2006), desde os primórdios do início da ocupação do rio Belém em seu entorno, no final do século XIX, devido a um surto epidêmico de grande proporção,

causou um grande susto aos moradores da cidade de Curitiba. Já no século XX o desenvolvimento urbano, incrementou o aumento desse processo de ocupação, por causa da quantidade populacional que chegou ao município iniciando na década de 70.

Conforme Fendrich (2002), na extensão da bacia hidrográfica do rio Belém, por causa da grande urbanização, houve uma amplitude de ações antrópicas que contribuíram na degradação da bacia, trazendo danos ambientais não só aos recursos hídricos, como também ao solo, ar, fauna, flora e qualidade de vida da população local.

De acordo com o IAP (2016), que monitora as águas dos rios paranaenses, a situação dos rios localizados na porção mais urbana, estão classificados como extremamente poluídos, o qual é parte integrante do rio Belém. À medida que se afasta do centro urbano para a região metropolitana diminui a intensidade da poluição, ficando mais amena, porém ainda assim moderadamente poluída, conforme Figura 5.



**Figura 5.** Indicadores de desenvolvimento sustentável rios da RMC

Convém registrar que do parque São Lourenço até a Rodoferroviária existe uma ocupação bastante adensada e recebe toda a precipitação ocorrida na região central através dos rios canalizados, que acabam trazendo uma parcela substancial de esgoto sanitário. Trecho crítico devido ao remanso, obstruções, incapacidade da calha, provocado pelas águas do rio Belém, o qual está inserido a área central da cidade onde ocorrem muitas enchentes.

Da Rodoferroviária até a Linha Verde apresenta uma ocupação bastante adensada, além de acentuada ocupação irregular e acúmulo de detritos em seu leito e suas margens.

Da Linha Verde até a foz no rio Iguaçu possui a ocupação medianamente adensada. Da PUC até a foz não se obedece a área de preservação permanente de 30,0m de largura em cada lado do rio, conforme preconizado pelo Código Florestal (BRASIL, 2012). Na rua Canal Belém que margeando a orla esquerda do rio Belém possui média vulnerabilidade às inundações, devido a ocupação da área de APP e excesso

de detritos em seu leito e margens. No trecho final do rio, em área urbanizada observa-se a influência do rio Iguaçú por causa da elevação da cota, quando diminui a velocidade do fluxo do rio Belém.

### **PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA ÁREA DA BACIA DO RIO BELÉM**

Foggiato (2020) menciona que o período de 2020 e 2021 pode ser considerado como uma das piores secas históricas de Curitiba, desde o século XIX, quando veio a chover menos de 50% da média histórica para a cidade.

Dados históricos, evidenciam que o município de Curitiba apresenta uma precipitação pluviométrica média de 1.683,40 mm anual, conforme dados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação (em mm) histórica da cidade de Curitiba (PR), 1991 a 2021

<b>Meses</b>	<b>Precipitação Pluviométrica (mm)</b>
Janeiro	326,7
Fevereiro	445,2
Março	127,9
Abril	55,5
Maior	70,6
Junho	83,8
Julho	141,7
Agosto	11,0
Setembro	114,3
Outubro	117,9
Novembro	62,4
Dezembro	126,4
Volume Total	1.683,4

Fonte: Instituto Água e Terra (2021) / Sistema de Informações Hidrológicas

Conforme dados apresentados na Tabela 1, pode-se evidenciar que para qualquer área construída, que venha a ter, por exemplo, 100 m<sup>2</sup> de cobertura, tem-se um potencial de coletar algo próximo de 168,34 m<sup>3</sup> de água de chuva, ou seja, equivalentes a 168,34 caixas de água de 1.000 litros.

Razão pela qual, independentemente da frequência ou intensidade de chuva, o presente estudo é favorável ao estímulo de políticas públicas que venham a incentivar, junto à população, principalmente de baixa renda, em especial ao período vivenciado de crise hídrica, a adoção de técnicas dessa natureza.

Tomando como base as lâminas mensais precipitadas, no seco ano de 2020 (Tabela 2), quando o volume ficou abaixo de 74,9% da média histórica para a cidade de Curitiba, observa-se que dos 366 dias do ano, houve precipitação em 142 dias, numa média de 1.258,80 mm anual.

Outrossim, observa-se uma significativa amplitude de dias de chuvas dentro dos meses, variando de 16 dias (para os meses de janeiro e fevereiro) a 4 e 5 dias (respectivamente para os meses de abril e setembro).

Mesmo para um ano muito seco como o de 2020, principalmente pela má distribuição de chuvas, observou-se que 07 meses do ano apresentaram precipitações acima de 30 mm, sendo eles: 33,2 mm no

**Tabela 2.** Alturas mensais de precipitação (mm) para o ano de 2020, Curitiba (PR)

Estação: Aguasparaná	Código: 2549018						Município: Curitiba					
Tipo: PPr	Bacia: Iguaçu						Sub-bacia: 1					
Altitude: 890,000 m	Latitude: 25° 26' 24"						Longitude: 49° 15' 26"					
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Valores mensais												
Total	155,4	107,4	16,2	24,2	26,4	138,0	46,8	146,8	41,2	138,6	244,6	173,2
Máxima	33,2	27,2	5,2	16,4	16,2	62,8	19,8	42,6	32,0	37,4	123,8	34,6
Dias de chuva	16	16	8	4	7	15	10	11	5	13	17	20
Valores anuais												
366 dias observados	142 dias de chuva						Máxima: 123,8			Total: 1258,8		

Fonte: Instituto Água e Terra (2021)

mês de janeiro; 62,8 mm no mês de junho; 42,6 mm no mês de agosto; 32,0 mm no mês de setembro; 37,4 mm no mês de outubro; 123,8 mm no mês de novembro; e, 34,5 mm no mês de dezembro.

Considerando que 87% da bacia do rio Belém esteja impermeável, implica dizer que 87% de todo o volume precipitado corre diretamente para a calha do rio quando, em épocas remotas, grande parte desse volume ficava retido nas vegetações e infiltração no solo (realimentando todo o lençol freático) e indo para a calha em volumes parcelados.

Diante do exposto, considerando a área de 88 km<sup>2</sup> da bacia hidráulica do rio Belém (que equivalem a 88.000.000 m<sup>2</sup>) e a chuva de maior volume do ano (123,8 mm), pode-se estimar que 87% desse volume corre livremente para toda a calha do rio, o que corresponde a 9.478.128.000 litros.

Carvalho (2016) afirma que, dos 88 km<sup>2</sup> de toda a bacia hidrográfica do rio Belém, 42,6 km<sup>2</sup> estão na área urbana da cidade e que dessa área o estudo apresenta predominância de ocupação de telhados (33%) e áreas pavimentadas (26%). Tal fato potencializa a ocorrência de enchentes.

De acordo com Martins (2018), enchentes não são novidade em Curitiba e desafiam a gestão pública, que critica a falta de investimentos para esse problema. Tais inundações são decorrentes de que áreas que antes eram permeáveis, como bosques, áreas rurais, vegetação, hoje estão cobertas por telhados, estacionamentos e asfalto, por exemplo (MARTINS, 2018).

Fendrich (2004), estuda as enchentes nas cidades paranaenses há mais de três décadas e afirma que faltam obras de desassoreamento dos rios, canais de macrodrenagem e mais redes de microdrenagem. Ele defende ainda que a solução só venha com a instalação de microreservatórios nas residências, nos edifícios, nos estabelecimentos públicos e nas empresas, como forma de compensar a impermeabilização do solo.

Aliás, falar de enchentes no rio Belém, não é algo novo onde a gestão pública pouco fez para arrumar o problema. Lins (1876), já abordava algumas das problemáticas ambientais do rio Belém, em que “os matadouros quase dentro da cidade, e entregues ao pouco zelo de seus donos, o cemitério público à curta distância, e colocado a cavaleiro da cidade; os grandes pântanos que a cercam principalmente formados pelos rios Ivo e Belém, cujos leitos obstruídos quase sempre são depósitos de matérias orgânicas em decomposição; a falta de limpeza das ruas”.

Apesar da alta taxa de impermeabilização da bacia do rio Belém, o mesmo também foi objeto de estudos qualitativos. Dados de IAP (2016) e SUDERHSA (2002), apontam que o rio Belém é classificado como “poluído” a “muito poluído”. Estima-se que cerca de 90% da poluição das águas do rio Belém é originária de esgotos domésticos e 10% se origina a partir de efluentes industriais. Ou seja, nesse caso não se discute apenas os prejuízos físicos e materiais diretos causados pelas enchentes do rio Belém, mas o seu potencial poluidor e disseminador de doenças decorrentes dessas inundações. De fato, é um problema social.

Uma das soluções para a minimização desta problemática na bacia hidrográfica do rio Belém é a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais nas edificações. Sobre isso o município de Curitiba (PR), estabeleceu no ano de 2003, a Lei Municipal nº 10.785, que criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA), que tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água (CURITIBA, 2003).

Em março de 2006, por meio do Decreto nº 293, a Lei nº 10.785/2003 foi regulamentada, e determinou a obrigatoriedade de implantação de mecanismo de captação das águas pluviais, em novas edificações, nos edifícios de habitação coletiva e cuja a área total construída por unidade seja igual ou superior a 250m<sup>2</sup> e nas construções de habitações unifamiliares em série e conjuntos habitacionais independente da área construída, em seu Art. 3º (CURITIBA, 2006).

Para fins de comparação, convém mencionar que na cidade de São Paulo (SP), a Lei Municipal nº 13.276/2002, torna obrigatória a construção de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>, como medida para a diminuição de enchentes (SÃO PAULO, 2002).

Convém mencionar ainda, que a Prefeitura Municipal de Curitiba, publicou no ano de 2007, o Decreto nº 176/2007, que dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias. Em seu Art. 1º, menciona que para controle de cheias e alagamentos é fundamental acumular o máximo possível dos excedentes hídricos a montante, possibilitando assim o retardamento do pico das enchentes, para as chuvas de curta duração e maior intensidade. No Art. 4º determina que seja obrigatória a implantação de reservatórios de detenção nos novos empreendimentos, ampliações e/ou reformas situados em Zonas: Central, Setor Especial Histórico, Especial Eixo Barão - Riachuelo, Especial Preferencial de Pedestres, Especial Estrutural - Via Central e Externas, independente da área impermeabilizada. Também no seu Art. 5º determina que seja obrigatória a implantação de reservatórios de detenção, para novos empreendimentos, ampliações e/ou reformas independente do uso e localização, que impermeabilizarem área igual ou superior a 3.000,00 m<sup>2</sup> (CURITIBA, 2007).

## CONCLUSÃO

O presente estudo, baseando-se na estimativa de que 87% de toda a bacia hidráulica do rio Belém esteja impermeabilizada, devido a urbanização acentuada em seu entorno, e a falta do cumprimento as legislações fundamentadas nas leis municipais, as chuvas fortes propiciam alagamento, trazendo transtornos, prejuízos físicos e materiais, além de ser um disseminador de doenças em função da sua péssima qualidade de água, atribuída a interferência humana direta e a falta de fiscalização dos órgãos responsáveis da gestão pública no combate e serviços tecnicamente já relacionados ao longo da história.

Defende-se assim, que uma das soluções potencialmente viáveis para diminuição do escoamento superficial seja a obrigatoriedade da implementação de sistemas de aproveitamento de água de chuva nas edificações existentes na bacia hidrográfica do rio Belém, porém estudos mais profundos devem ser realizados no sentido de avaliar de forma mais detalhada as edificações e as legislações que versam sobre a temática.

Diante do exposto, considerando a área de 88 km<sup>2</sup> da bacia hidrográfica do rio Belém (que equivalem a 88.000.000 m<sup>2</sup>) e a chuva de maior volume do ano de 2020 (123,8 mm), pode-se estimar que 87% desse volume corre livremente para toda a calha do rio, o que corresponde a 9.478.128 m<sup>3</sup>.

Razão pela qual se faz necessário discutir novas políticas públicas de contenção de enchentes e inundações e ao mesmo tempo em que venham de encontro com ações visando a economia de água, principalmente em decorrência dos últimos anos onde experimentamos uma redução aos recursos hídricos por causa da falta de chuva, como também ações de preservação do meio ambiente, através de campanhas e ações voltadas a reeducação das pessoas a fim de conscientizá-las pela causa maior que é necessário preservar o meio em que vivemos.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, S.V.; PEREIRA, D.J.A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 53-66, Porto Alegre. 2008.

ANDRIGUETTO, Y.R. **A problemática da drenagem urbana: reflexões e proposições de instrumentos de gestão no município de Curitiba**. Pós Graduação em Gestão Técnica do Meio Urbano, Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Université de Technologie de Compiègne. 1999.

AZEVEDO, H.A.M.A.; BARBOSA, R.P. Gestão de recursos hídricos no Distrito Federal: uma análise da gestão dos Comitês de Bacia Hidrográfica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 5, n. 13, p. 162-182, 2011.

BARRELLA, W. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. **In: RODRIGUES, R.R.; LEITAO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BAUER, M.W. (2002). Análise de conteúdo clássica: uma revisão. **In: M.W. Bauer e G. Gaskell (Eds.), Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático** (pp. 189-217). Petrópolis: Vozes.

BORSATO, F.H.; MARTONI, A.M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em 14 fev. 2022.

CARVALHO, J.W.L.T. Configuração urbana e balanço hídrico com aplicação do modelo Aquacycle na Bacia Hidrográfica do Rio Belém - Curitiba/PR. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/45836>. Acesso em: 02.Out.2021. 2016

CPRM. PROCESSOS HIDROLÓGICOS Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco. 2017. 49 p. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202017/Processos%20Hidrol%C3%B3gicos%20-%20Inunda%C3%A7%C3%B5es,%20Enchentes,%20Enxurradas%20e%20Alagamentos%20na%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%81reas%20de%20Risco.pdf>, acessado em 04.Out.2021.

CRUZ, R.C.; TAVARES, I.S. Bacia hidrográfica: aspectos conceituais e práticos. In: RIGHES, A.A. (Org.); BURIOL, G.A. (Org.); BOER, N. (Org.). Água e educação: princípios e estratégias de uso e conservação. Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano, 2009.

CURITIBA. (2003). **Lei n. 10.785**. “Cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações -PURAE”. Câmara Municipal de Curitiba.

CURITIBA.. (2006). **Decreto n. 293**. “Regulamenta a Lei 10.785/2003 e Dispõe Sobre os Critérios do Uso e Conservação Racional da Água nas Edificações e Dá Outras Providências”. Câmara Municipal de Curitiba.

CURITIBA.. (2007). **Decreto n. 176**. “Critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias”.Câmara Municipal de Curitiba.

FENDRICH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana. Curitiba**, 2002. 499p Tese (Pós Graduação em Geologia Ambiental) Setor de Ciências da Terra, UFPR.

CURITIBA. **Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia hidrográfica urbana do Rio Belém**. Curitiba: Assembléia Legislativa do Paraná, 2002a.

FOGGIATO, F. **Crise hídrica II: as piores secas de Curitiba desde o século 19**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.leg.br/informacao/noticias/crise-hidrica-ii-as-piores-secas-de-curitiba-desde-o-seculo-19>>. Acesso em: 15.set. 2021.

FORTUNATO, R. A. **Subsídios à Prevenção e Controle das Inundações Urbanas: Bacia Hidrográfica do Rio Belém - Curitiba (PR)**. 2006. 237p. Programa de Pós Graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. 2016. **Recursos hídricos: monitoramento**. Disponível em: [ww w.iap.pr.gov.br](http://www.iap.pr.gov.br), acessado em 29.jun.2021.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0,0U&cat=-1,1,2,-2,-3,128&ind=4710>, acessado em 15.Out.2021.

IAP - INSTITUTO ÁGUAS DO PARANÁ. **Relatório de alturas mensais de precipitação**. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br>, acesso em: 27 mai. 2021. Curitiba, 2021.

IPPUC. **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Curitiba Volume II - Volume Técnico Tomo 4 - Caracterizações e Medidas de Controle Estruturais**. 2018. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2018/00238308.pdf>. Acesso em: em 02.Set. 2021.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43

LINS, A.L. Relatório do Presidente da Província do Paraná, para Assembleia Legislativa, em 15 de fevereiro de 1876. **Curitiba: Typ. Viuva Lopes**, 1876. p.8-9 (Documento histórico e mantida a escrita original). Também disponível em: <https://www.memoriaurbana.com.br/matadouro-municipal-guabirota/o-rio-belem/>, acesso: em 11.Set. 2021. 1876.

MARINOSKI, A.K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituições de ensino: estudo de caso em Florianópolis - SC**. Florianópolis, 2007.

MARTINS, C. Enchentes não são novidade em Curitiba e desafiam gestão pública. **Gazeta do Povo**, 2018. Disponível em: <https://tribunapr.uol.com.br/noticias/curitiba-regiao/enchentes-nao-sao-novidade-em-curitiba-e-desafiam-gestao-publica/>, acessado em 16.Set.2021.

MARTINS, C. O sonho e os desafios para ter o Rio Belém limpo. 2017. **Gazeta do Povo**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vozes/certas-palavras/o-sonho-e-os-desafios-para-ter-o-rio-belem-limpo/>, acessado em 26.Set.2021.

MOREIRA, L.L. **Análise do impacto da evolução urbanística sobre o sistema de drenagem urbana**. UFES. Departamento de Engenharia Ambiental. 2014.

OLIVEIRA, M.M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

PASSOS, R. Eventos pluviométricos intensos na bacia hidrográfica do rio Belém (Curitiba/PR) entre os anos de 1989 e 2019. Pós-Graduação em Análise Ambiental. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

PMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Parque Municipal Nascentes do Belém**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/parque-municipal-nascentes-do-belem/314>. Acesso em: 13.Set.2021. 2021.

PPD (**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM**). PDD VOLUME COMPLEMENTAR – Curitiba, novembro. 2017.

PORTO, M.F.A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. **In:** Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 2001, V.5, p.387-414.

SÃO PAULO. **Lei 13.276**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2002/1327/13276/lei-ordinaria-n-13276-2002-torna-obrigatoria-a-execucao-de-reservatorio-para-as-guas-coletadas-por-coberturas-e-pavimentos-nos-lotes-edificados-ou-nao-que-tenham-area-impermeabilizada-superior-a-500m>. Acesso em: 14 fev. 2022. 2002.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Plano diretor de drenagem urbana para a bacia do rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba - Relatório final**. Curitiba, CH2MHILL, 2002.

TUCCI, C.E.M. Inundações Urbanas. **In:** Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.15-36.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento de drenagem urbana. **RBRH -Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 5-27., janeiro - março, 2001.

TUCCI, C.E.M.; CORDEIRO, O. Diretrizes estratégicas para ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina: REGA**, v. 1, n. 1, p. 21-35. 2004.

## Author Biographies

**Genival Inácio Sanchez De Siqueira** Acadêmico concluinte do curso superior de Tecnologia em Gestão Pública,

**Frederico Fonseca Da Silva** Engenheiro Agrônomo, doutor em Irrigação e Meio Ambiente, Professor e Pesquisador.

**Pedro Antonio** orientador do TCC apresentado ao Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Gestão Pública - Habilitação em Gestão de Pessoas do Campus Curitiba do IFPR - Instituto Federal do Paraná

**Danielle Finardi Fonseca** Pedagoga, Pós-Graduada em Alfabetização; Educação Infantil; e, Pedagogia Avançada