

DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS PELO MÉTODO DE I PAI WU DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS LAGOS IGAPÓ NA CIDADE LONDRINA-PR

Renan Meira Teles ⁽¹⁾

Mestrando em Engenharia Ambiental na UTFPR, Graduado em Engenharia Civil pela UTFPR.

Katia Valéria Marques Cardoso Prates ⁽²⁾

Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, Bióloga pela UFSCar. Professora da UTFPR Londrina/Paraná.

Andrea Sartori Jabur ⁽³⁾

Doutora em Engenharia Florestal pela UFPR, Mestre em Geografia pela UEM, Graduada em Engenharia Civil pela UEM. Professora da UTFPR Apucarana/Paraná.

Endereço ⁽¹⁾: Av. dos Pioneiros, 3131 – Jardim Morumbi - Londrina - Paraná - CEP: 86036-370 - Brasil - Tel: +55 (44) 3315-6100 - e-mail: renanteles.1996@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

O crescimento urbano desordenado de Londrina, fundada em 1934, expandiu-se sobre a bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, afetando os lagos Igapó que foram construídos a partir de 1959 em uma área não urbanizada. A urbanização altera o ciclo hidrológico, reduz a infiltração do solo e pode causar inundações. Compreender esses impactos é crucial para mitigar problemas futuros. Desta forma com o objetivo de avaliar como o uso do solo na sub-bacia do ribeirão Cambé contribuiu com o acréscimo da vazão máxima nas bacias dos lagos Igapó, para isso a área de estudo foi delimitada usando o software Google Earth Pro, e foram calculados diversos parâmetros morfológicos e físicos das sub-bacias dos lagos Igapó para posteriormente calcular as vazões máximas para os anos de 1959 e 2022, utilizando o método I-Pai-Wu. Os tempos de concentração diminuíram significativamente após a urbanização, aumentando a intensidade pluviométrica e reduzindo o coeficiente de distribuição espacial da chuva. O coeficiente volumétrico aumentou de 0,35 para 1, resultando em um aumento de 186% no escoamento superficial. As vazões máximas cresceram com aumentos de 326% a 420% entre 1959 e 2022. A urbanização reduziu os tempos de concentração em até 56%, aumentou a intensidade pluviométrica em até 86%, e resultou em um aumento substancial no escoamento superficial. As vazões máximas subiram significativamente devido à maior impermeabilidade, evidenciando o impacto da urbanização. As mudanças no uso do solo e a maior impermeabilidade da bacia alteraram a dinâmica hidrológica, potencialmente comprometendo estruturas hidráulicas dimensionadas para vazões antigas. Reavaliar essas estruturas é necessário para evitar falhas funcionais.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica urbana, escoamento superficial, impermeabilização do solo.

INTRODUÇÃO

Segundo Faxina *et al.* (2012), os processos de urbanização nas grandes cidades brasileiras geralmente acontecem sem um planejamento territorial e ambiental adequado, gerando problemas proporcionais ao tamanho do município.

Criada em 1934 Londrina teve um rápido crescimento, alcançando uma população de aproximadamente 75 mil habitantes em apenas duas décadas de existência (CÂMARA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2023). Com o crescimento da população ouve também uma ampliação do espaço urbano do município, que tomou conta de parte da bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, onde foram construídos os lagos Igapó.

Os reservatórios denominados lagos Igapó não fazem parte da composição urbana do município de Londrina desde sua gênese, pois estes foram construídos 25 anos após a criação da cidade, e localizavam-se em uma região afastada do centro urbano, porém o crescimento populacional e a expansão urbana, povoou e urbanizou a região dos lagos ao longo destas seis décadas.

Para entender os impactos causados pela urbanização nos lagos Igapó é necessário entender que a urbanização consiste em um processo que visa concentrar pessoas por meio de um conjunto de alterações feitas no ambiente



natural por meio de obras que possibilitem a este local ter infraestrutura suficiente para atender as necessidades destas pessoas que ali residem ou residirão (SPOSITO, 1988).

Estas modificações no uso e ocupação do solo, e o aumento da área impermeável em uma bacia hidrográfica pode acarretar alterações no funcionamento do ciclo hidrológico redução da infiltração no solo e consequentemente a formação de inundações (OLIVEIRA, 2021).

Desta forma, a compreensão de como um reservatório construído em uma bacia hidrográfica pouco urbanizada se comportou ao avanço da urbanização dentro desta bacia é fundamental para minimizar impactos futuros, bem como mitigar impactos em outros corpos hídricos que possam passar pelas mesmas alterações urbanas.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar como o uso do solo na sub-bacia do ribeirão Cambé, em Londrina-PR contribuiu com o acréscimo da vazão máxima nos lagos Igapó.

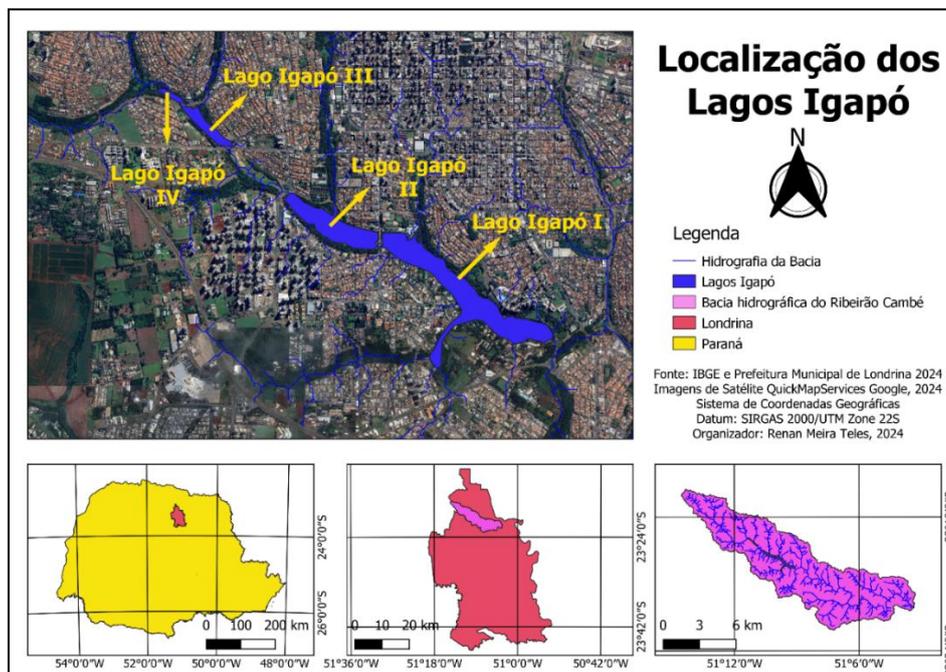
Objetivos específicos

- Determinar a morfometria da sub-bacia hidrográfica em estudo (fator de forma e índice de sinuosidade).
- Delimitar o uso do solo dos anos de 1959 (ano da inauguração do primeiro reservatório) e de 2022, nas sub-bacias dos lagos Igapó.
- Calcular os tempos de concentração, intensidade pluviométrica e vazões máximas em 1959 e 2022 para as sub-bacias hidrográficas dos lagos Igapó.

METODOLOGIA

A área de estudos delimitada foi a bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, considerando como exutório as barragens dos lagos Igapó I, II e III, a fim de delimitar as sub-bacias dos lagos, esta delimitação foi feita com auxílio do software Google Earth Pro. Para delimitação das áreas dentro da bacia foi considerado as disposições da Lei nº12.236, de 2015, que dispõe sobre o Uso e a Ocupação do Solo de Londrina, na Figura 1 é apresentada a localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé e os lagos Igapó no município de Londrina no norte do Paraná.

FIGURA 1: Mapa de localização dos Lagos Igapó – Londrina - PR.

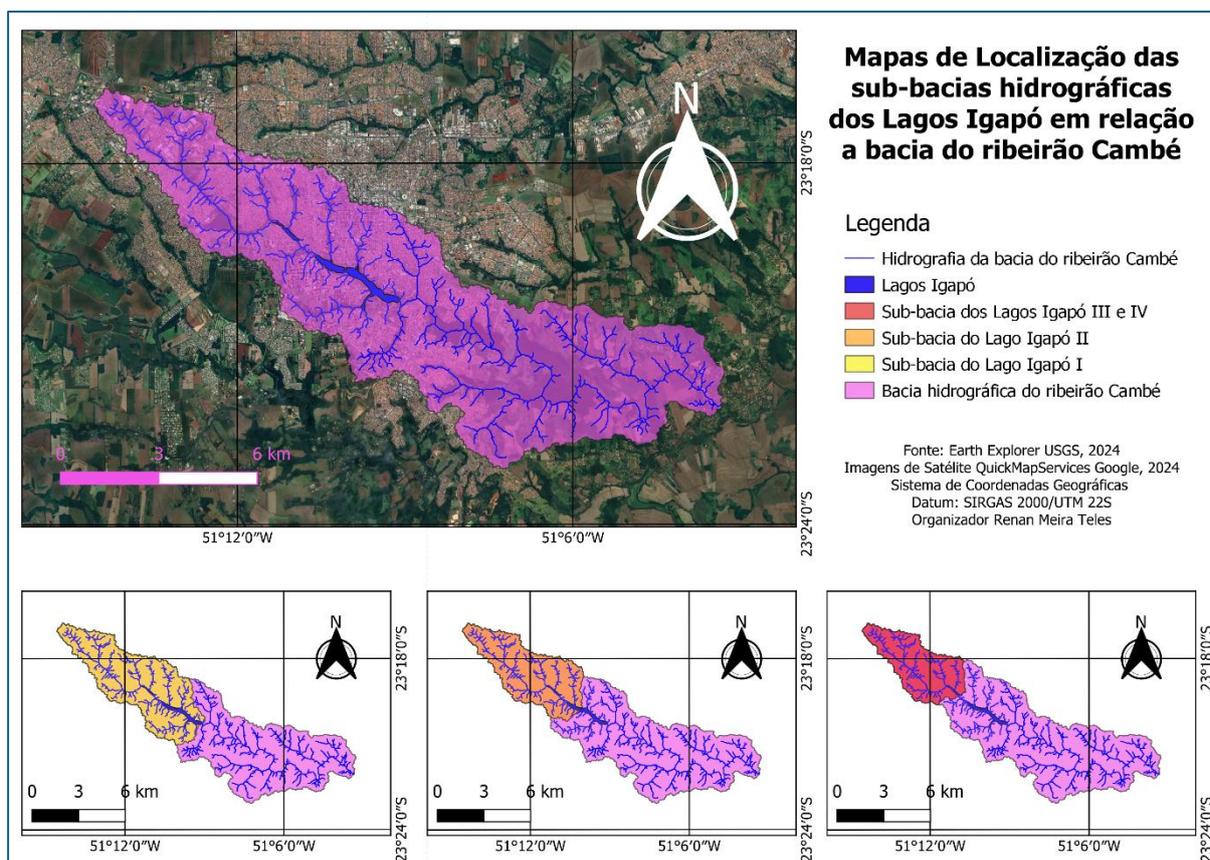


FONTE: Autor (2023).



Como visualizado na figura 1, os lagos Igapó estão situados dentro da bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, todavia, nem toda esta bacia exerce influência sobre os lagos, desta forma para a presente pesquisa foram consideradas três sub-bacias, sendo elas: sub-bacia do lago Igapó I, sub-bacia do lago Igapó II e sub-bacia dos lagos Igapó III e IV. Esta subdivisão considerou como exutório as três barragens que delimitam os três reservatórios, sendo importante ressaltar que apesar de serem popularmente chamados de lago Igapó III e lago Igapó IV, estes dois compõem um mesmo reservatório, sendo separados apenas por uma ponte. A figura 2 mostra a localização de cada uma destas três sub-bacias pertencentes a bacia do ribeirão Cambé.

FIGURA 2: Mapa de localização das sub-bacias hidrográficas Lagos Igapó, em relação a bacia hidrográfica do ribeirão Cambé.



FONTE: Autor (2023).

Após a delimitação das sub-bacias a serem estudadas foi determinado o fator de forma seguindo a metodologia de Rasi *et. al.* (2020), de acordo com a equação 1.

$$F = \frac{L}{\sqrt{2 \cdot \frac{A}{\pi}}} \quad (1)$$

Sendo:

F = fator de forma da bacia;

L = comprimento do talvegue principal (km);

A = área da bacia hidrográfica (km²).

Considerando Rasi *et. al.* (2020), os valores obtidos pelo fator de forma indicam:

F=1 a bacia tem formato circular perfeito.

F<1 a bacia tem forma circular para a elíptica e o seu dreno principal está na transversal da área.

F>1 a bacia tem forma elíptica e o seu dreno principal está na longitudinal da área.

Quando a ordem fluvial das bacias foi seguida a classificação de Strahler seguindo a metodologia de Araujo (2004).



Ainda de acordo com Araujo (2004) o índice de sinuosidade é a relação entre o comprimento total do talvegue principal e seu comprimento vetorial, como apresentado pela equação (2).

$$S_i = \frac{L_{rio}}{L_{vetorial}} \quad (2)$$

Onde:

S_i é o índice de sinuosidade;

L_{rio} é o comprimento total do talvegue em km;

$L_{vetorial}$ é o comprimento vetorial do talvegue em km.

Para obter as vazões, foram calculados o tempo de concentração (t_c), a intensidade pluviométrica (i), e o coeficiente de escoamento superficial (C).

Sendo o tempo de concentração (t_c) calculado a partir de quatro métodos distintos indicados por Mata-Lima *et al* (2007), levando em consideração a área das bacias estudadas, a declividade e se estas estavam ou não em áreas urbanas. Desta forma, os métodos escolhidos foram: Ventura, Temez, Bransby Willians e Schaake, descritos respectivamente pelas equações (3), (4), (5) e (6).

$$t_c = 240 * \sqrt{\frac{A*L}{H}} \quad (3)$$

Onde:

t_c é o tempo de concentração em minutos;

A é área da bacia hidrográfica em km²;

L é o comprimento do talvegue em km;

H é diferença de cotas do ponto mais alto para o ponto mais baixo do talvegue.

$$t_c = 0,3 * \left(\frac{L}{i^{0,25}}\right)^{0,76} \quad (4)$$

Onde:

t_c é o tempo de concentração em horas;

L é o comprimento do talvegue em km;

i é a declividade média do talvegue em m/m.

$$t_c = 0,605 * \left(\frac{L}{i^{0,20} * A^{0,1}}\right) \quad (5)$$

Onde:

t_c é o tempo de concentração em horas;

L é o comprimento do talvegue em km;

i é a declividade média do talvegue em %.

A é área da bacia hidrográfica em km².

$$t_c = \frac{0,503 * L^{0,24}}{i^{0,16} * A_i^{0,26}} \quad (6)$$

Onde:

t_c é o tempo de concentração (min);

L é o comprimento do talvegue (ft);

i é a declividade da bacia hidrográfica (ft/ft);

A_i é a área impermeável na bacia (%).



Todas estas equações foram aplicadas para as três bacias para os anos de 1959 e 2022, a fim de verificar a influência da escolha do método de cálculo do tempo de concentração na vazão da bacia hidrográfica, em seguida foi calculada a intensidade pluviométrica (I) com a equação desenvolvida por Gonçalves (2011), equação (7).

$$I = \frac{1729 * T_R^{0,22}}{(t+16,4)^{0,84}} \quad (7)$$

Onde:

T_R é o tempo de retorno (anos);

I é a intensidade da precipitação (mm/h);

t é a duração (min).

Considerando os dados na região superiores a 3 anos e a área da bacia está entre 2 e 200 km² foi escolhido o método de I-Pai-Wu, para calcular a vazão, como recomenda o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), do estado de São Paulo (2005), descrito pela equação (8).

$$Q = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K \quad (8)$$

Onde:

Q é a vazão (m³/s);

C é o coeficiente de escoamento superficial (Runoff);

i é a intensidade da chuva crítica (mm/h);

A é a área da bacia hidrográfica (km²);

K é o coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Para determinação do coeficiente de escoamento superficial foi utilizada uma equação modificada do método racional, pois considera a forma da bacia e o armazenamento da bacia, como descreve Siqueira *et al.* (2023).

$$C = \frac{C_2}{C_1} * \left(\frac{2}{1+F} \right) \quad (9)$$

Onde:

C_1 é o coeficiente de forma;

C_2 é o Coeficiente volumétrico;

F é o Fator de forma da Bacia.

Para determinar o coeficiente de forma usa-se a equação (10).

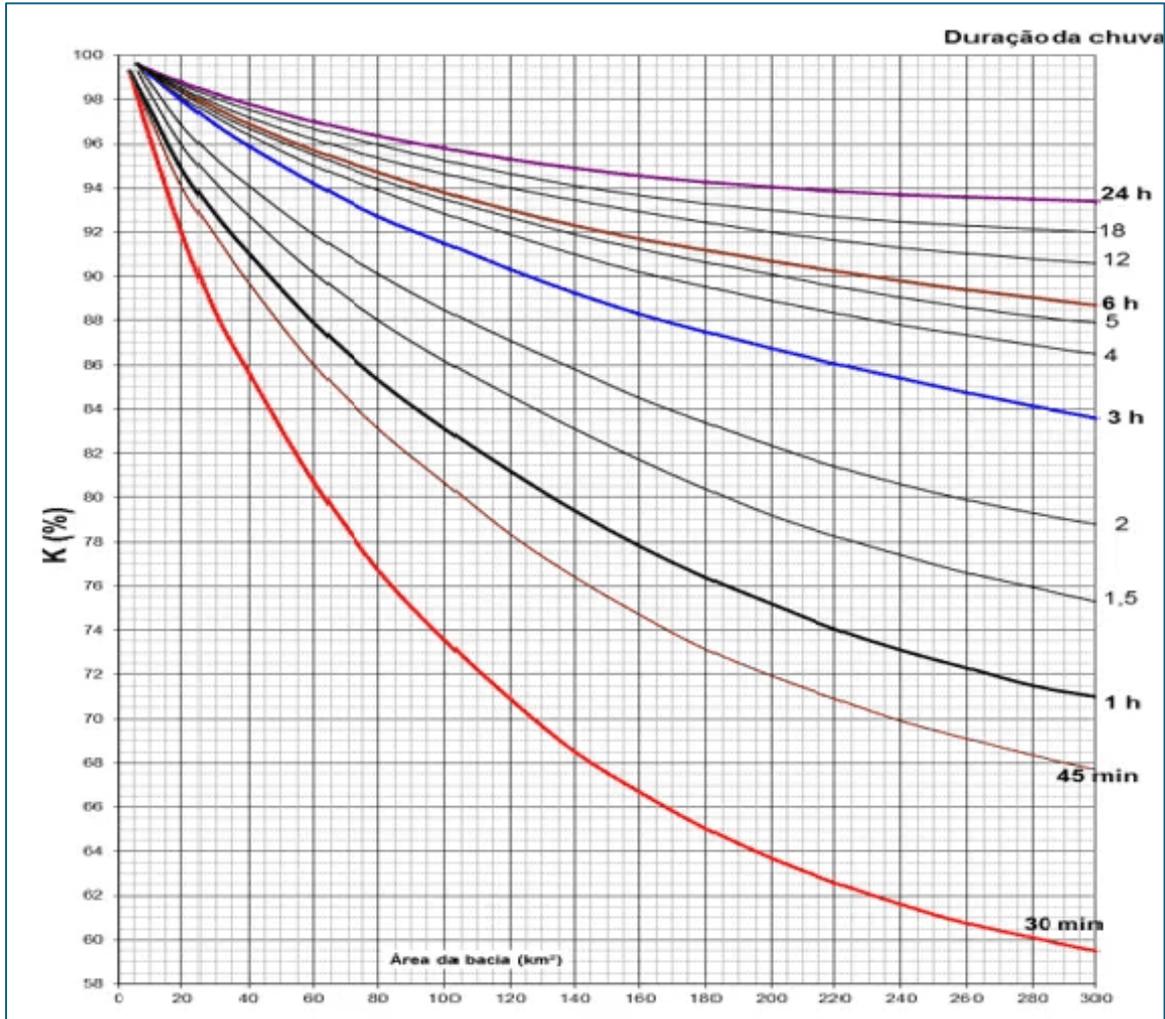
$$C_1 = \frac{4}{2+F} \quad (10)$$

A atribuição do coeficiente C_2 para cada ano foi realizada considerando a região delimitada com diferentes usos do solo de acordo DAEE (2005). Sendo assim, como em 1959 as bacias eram predominantemente rurais optou-se por utilizar 0,35 para o coeficiente volumétrico, já em 2022 com uma área majoritariamente urbana optou-se por utilizar o coeficiente 1.

Já o coeficiente de distribuição espacial da chuva “ K ” é determinado de acordo com o diagrama apresentado por Siqueira *et al.* (2023), na Figura 3.



FIGURA 3: Coeficiente de distribuição espacial da chuva “K”

FONTE: Siqueira *et al.* (2023)

RESULTADOS OBTIDOS

Seguindo a metodologia descrita obteve-se os seguintes fatores de formas: 2,06 para a bacia dos lagos Igapó III e IV, 2,31 para a bacia do lago Igapó II e 2,41 para a bacia do lago Igapó I, ou seja, as três bacias apresentam forma elíptica e o seu dreno principal está na longitudinal da área.

A ordem fluvial do talvegue principal nas três sub-bacias resultou em um canal de ordem 2, pois há no máximo dois canais de ordem 1 ou um canal de ordem 1 com outro de ordem 2 confluindo, como descreve a classificação de Strahler, apresentada por Araujo (2004).

Quanto ao índice de sinuosidade a aplicação da equação (2) resultou nos valores apresentados pela Tabela 1.

Tabela 1: Índice de sinuosidade do talvegue principal das bacias hidrográficas dos lagos Igapó.

Bacias hidrográficas	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
Comprimento total do talvegue (km)	10,7	8,99	6,99
Comprimento vetorial do talvegue (km)	10,17	8,27	6,56
Índice de sinuosidade	1,052	1,087	1,066

FONTE: Autor (2024).

Como nos três casos resultou em valores próximos de 1, ou seja, o comprimento total dos rios é quase igual ao comprimento vetorial, é possível afirmar que se trata de um canal fluvial quase retilíneo, com uma baixa sinuosidade.

Como as bacias eram inteiramente em território rural ou de mata em 1959, para este ano foi calculado o tempo de concentração pelos métodos de Ventura, Temez e Bransby Willians, visto que as bacias hidrográficas não possuíam nenhuma área urbana nesta época, impossibilitando a utilização do método de Schaake. Desta forma, obteve-se os seguintes valores de tempo de concentração para as bacias descritos pela Tabela 2.

Tabela 2: Tempo de concentração por diferentes métodos para as bacias hidrográficas dos lagos Igapó em 1959.

Método	Tempo de Concentração (horas)		
	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
Ventura	8,42	6,75	5,52
Temez	4,21	3,49	2,74
Bransby Willians	4,43	3,61	2,73

FONTE: Autor (2024).

Para o ano de 1959 foram considerados apenas estes três métodos pois levam em consideração apenas fatores físicos da bacia. Todavia em 2022 as bacias já possuíam uma área urbana bem representativa (aproximadamente 86%) como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Área total e área impermeável de cada bacia hidrográfica dos lagos Igapó calculados para o ano de 2022.

Bacias hidrográficas	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
Área Impermeável (km ²)	26,79	20,73	15,43
Área Total (km ²)	31,08	23,75	18
% de área impermeável	86,0	87,0	86,0

FONTE: Autor (2024).

Como em 2022 as bacias possuíam uma área urbana o método de Schaake também foi considerado, utilizando os valores da tabela 3 na equação (6) e os demais métodos foram calculados da mesma maneira que foram para 1959, e todos estes resultados são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4: Tempo de concentração por diferentes métodos para as bacias hidrográficas dos lagos Igapó em 2022.

Método	Tempo de Concentração (horas)		
	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
Ventura	8,42	6,75	5,52
Temez	4,21	3,49	2,74
Bransby Willians	4,43	3,61	2,73
Schaake	1,55	1,71	1,87

FONTE: Autor (2024).

Para efeito de comparação foram considerados os valores de tempo de concentração mais baixos relativos aos anos de 1959 e 2022, sendo que em 1959 os valores calculados pelo método de Temez foram os mais baixos para a bacia do lago Igapó I e a bacia do lago Igapó II, já o método de Bransby Willians resultou no valor mais baixo para a bacia hidrográfica dos lagos Igapó III e IV, enquanto que em 2022 o método de Schaake apresentou valores mais baixos em todas as bacias.

Desta forma foi calculada a intensidade pluviométrica para cada bacia nas duas datas, considerando os menores tempos de concentração, além disso foram considerados os tempos de retorno de 100 e 200 anos em todos os casos. Com estes valores aplicados na equação (7), obteve-se os dados descritos na tabela 5.

Tabela 5: Intensidade pluviométrica das bacias hidrográficas dos lagos Igapó para os anos de 1959 e 2022.

Bacias hidrográficas	Tempo de Retorno (anos)	Intensidades Pluviométricas (mm/h)		
		Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
1959	100	43,32	50,16	60,66
1959	200	50,46	58,43	70,65
2022	100	80,42	85,89	92,35
2022	200	93,67	100,04	107,57

FONTE: Autor (2024).

O coeficiente de forma (C1) calculado pela equação (10) resultou em 0,98 para a bacia hidrográfica dos lagos Igapó III e IV, 0,93 para a bacia hidrográfica do lago Igapó II e 0,91 para a bacia hidrográfica do lago Igapó I.

Com os fatores de forma (F) e os coeficientes de forma (C1) calculados e os coeficientes volumétrico (C2) adotados, o passo seguinte foi aplicá-los na equação (9) para obtenção dos coeficientes de escoamento superficial (C) para cada uma das bacias nos dois anos estudados, como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6: Coeficientes de escoamento superficial (C) para as bacias hidrográficas dos lagos Igapó nos anos de 1959 e 2022.

Bacias hidrográficas	coeficientes de distribuição espacial da chuva (K)		
	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
1959	0,23	0,23	0,23
2022	0,65	0,65	0,66

FONTE: Autor (2024).

Com a utilização do diagrama apresentado na Figura 4 obteve-se os seguintes coeficientes de distribuição espacial da chuva (K) apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Coeficientes de distribuição espacial da chuva (K) para as bacias hidrográficas dos lagos Igapó nos anos de 1959 e 2022.

Bacias hidrográficas	coeficientes de distribuição espacial da chuva (K)		
	Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
1959	97,5	98,5	98
2022	95,5	95	96

FONTE: Autor (2024).

Desta forma tem-se com aplicação da equação (8) as seguintes vazões máximas para 1959 e 2022 nas três bacias hidrográficas apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Vazões máximas (Q) para as bacias hidrográficas dos lagos Igapó nos anos de 1959 e 2022.

Bacias hidrográficas	Tempo de Retorno (anos)	Vazões máximas (Q) (m ³ /s)		
		Lago Igapó I	Lago Igapó II	Lagos Igapó III e IV
1959	100	58,59	54,15	51,71
1959	200	68,24	63,07	60,23
2022	100	304,41	255,49	220,36
2022	200	354,55	297,57	256,66

FONTE: Autor (2024).



ANÁLISE DOS RESULTADOS

Morfologicamente as três bacias apresentam forma elíptica e o seu dreno principal está na longitudinal da área, pois o fator de forma calculado para as três sub-bacias foi superior a 1, o índice de sinuosidade caracterizou o canal fluvial como retilíneo e com baixa sinuosidade para as três sub-bacias, e a ordem fluvial do talvegue é 2 para todas as sub-bacias.

Portanto tem-se que de 1959 a 2022 os tempos de concentração obtiveram um decréscimo de 43% na sub-bacia do lago Igapó I, 51% na sub-bacia do lago Igapó II, e 56% na sub-bacia dos lagos Igapó III e IV, gerando um acréscimo de 52, 71 e 86% na intensidade pluviométrica “I” nas mesma sub-bacias respectivamente, bem como um decréscimo do coeficiente de distribuição espacial da chuva “K” da ordem de 2 % para as sub-bacias do lago Igapó I e dos lagos Igapó III e IV, e 3,5% para a sub-bacia do lago Igapó II.

A variação de 0,35 para 1 no coeficiente volumétrico “C2” acarretou um aumento de 182,6% no coeficiente de escoamento superficial “C” em todas as sub-bacias, saindo de 0,23 para 0,65.

Estas alterações fizeram com que as vazões máximas aumentassem consideravelmente tendo um acréscimo de 326% para a sub-bacia do lago Igapó I, 372% para a sub-bacia do lago Igapó II, e 420% para a sub-bacia dos lagos Igapó III e IV em ambos os tempos de retorno.

Sendo assim a discrepância entre os valores de vazões e de escoamento superficial de 1959 e 2022 evidencia o impacto da urbanização e aumento do percentual impermeável da área destas sub-bacias tiveram neste corpo hídrico e suas sub-bacias hidrográficas, alterando completamente a dinâmica hidrológica na região.

Sendo assim é possível notar a necessidade de reavaliar as estruturas hidráulicas presentes nos lagos visto que estas podem ter sido dimensionadas para vazões que já foram ultrapassadas nestas sub-bacia, ocasionando problemas locais, como processos erosivos, assoreamento nos lagos e inundações.

CONCLUSÕES

A diferença entre os valores calculados de tempo de concentração, intensidade pluviométrica e vazão para os anos de 1959 e 2022, nas três sub-bacias evidencia a alteração de uso e ocupação do solo que ocorreu nesta região, bem como o aumento do percentual impermeável da área destas sub-bacias.

Estas diferenças também mostram como é importante escolher um método adequado para calcular o tempo de concentração, de acordo com as características de cada bacia hidrográfica, visto que cada método se aplica a bacias com diferentes características, sendo a urbanização da bacia um dos principais fatores a serem levados em consideração nesta escolha.

A presente pesquisa também mostra como o aumento da urbanização e o consequente aumento da impermeabilização do solo aumentam o escoamento superficial resultando em um consequente aumento da vazão máxima da bacia hidrográfica, justificando um monitoramento periódico da bacia hidrográfica, do corpo hídrico e de todas as estruturas presentes neste canal fluvial que foram dimensionadas com uma vazão que pode não mais representar a realidade fluvial deste corpo d'água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA Campus Apucarana e Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio financeiro.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAXINA, R. R. C.; REZENDE, J. H.; VENIZIANI JÚNIOR, J. C. T.; AZEVEDO, P. F. F. Urbanização e alterações morfológicas e hidrológicas na bacia hidrográfica do Córrego dos Pires, Jaú, São Paulo. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.3, n.2, p.57-72, 2012.
2. CÂMARA MUNICIPAL DE LONDRINA. História. Disponível em: <https://www.cml.pr.gov.br/cml/site/historia_londrina.xhtml>. Acesso 7 de jun. de 2023.
3. SPOSITO, Maria da Encarnação Beltrão. **CAPITALISMO E URBANIZAÇÃO**. São Paulo: Contexto, 1988.
4. OLIVEIRA, Carolina Viale de. **ANÁLISE DE PROJETO DE DRENAGEM DE TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES**: estudo de caso de bueiro hidráulico do ribeirão barra nova, Apucarana : pr. 2021. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2021.
5. MATA-LIMA, Herlander; VARGAS, Hugo; CARVALHO, Julia; GONÇALVES, Marcia; CAETANO, Hugo; MARQUES, Andreia; RAMINHOS, Cristina. Comportamento hidrológico de bacias hidrográficas: integração de métodos e aplicação a um estudo de caso. **Rem**: Revista Escola de Minas, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 525-536, set. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0370-44672007000300014>.
6. GONÇALVES, Lidiane Souza. **Relações Intensidade-Duração-Frequência com Base em Estimativas de Precipitação por Satélite**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
7. RIBEIRO, Thalles Felipe Kovalczuk. **Diagnóstico hidrológico e hidráulico de uma barragem de pequeno porte: estudo de caso da barragem do lago Jaboti, Apucarana – Paraná**. 103 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana. 2021.
8. SIQUEIRA, Matheus Morioka *et al.* MÉTODOS DE CÁLCULO DE VAZÃO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM BACIAS RURAIS DE DIFERENTES ESCALAS. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 1-12, jan. 2023.
9. SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfológica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>.
10. CÂMARA MUNICIPAL DE LONDRINA (Município). Lei nº 12.236, 29 de jan. de 2015. Londrina, PR, 2015.
11. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas**. São Paulo, 2005.
12. RASI, José Roberto; BERNARDO, Roberto; BERNARDO, Cristiane Hengler Corrêa. Necessidade de estudos de redimensionamento diante de inundações urbanas: um estudo de caso do córrego Afonso XIII em Tupã/SP. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, Tupã, v. 8, n. 65, p. 17-32, 06 dez. 2020.
13. ARAUJO, Rafael Silva de. **Microbacia do Ribeirão Cambé - Londrina - PR**: levantamento ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. 2004. 140 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Geografia, Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.