

Ocupação urbana e escoamento superficial em cidades: estudo de caso de Piracicaba - SP

Leonardo da Silva Granziera

Mestre, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Brasil

Marcus Fabius Henriques de Carvalho

Professor Doutor, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Brasil
marcius.carvalho1951@gmail.com

Lia Toledo Moreira Mota

Professora Doutora, Pontifícia Universidade Católica de Campinas - SP - Brasil
lia.moreira.mota@gmail.com

Cláudia Cotrim Pezzuto

Professora Doutora, Pontifícia Universidade Católica de Campinas - SP - Brasil
claupezzuto@gmail.com

RESUMO

O crescimento da ocupação humana, quando não planejado adequadamente, pode resultar em impactos sobre as condições de escoamento superficial no meio urbano. Este estudo tem como objetivo avaliar a correlação entre a precipitação pluviométrica, vazão do Rio Piracicaba e o crescimento da ocupação urbana na ocorrência de enchentes na cidade de Piracicaba - SP. Teve como questão de pesquisa: o aumento de enchentes é causado pelo aumento do adensamento populacional? Para tanto foram utilizados: dados de vazão e precipitação no perímetro urbano, obtidos junto ao Departamento de Água e Energia Elétrica de Piracicaba; dados populacionais e adensamento de cinco bairros a partir de imagens trabalhadas no software "Google Earth Pro", para dezesseis anos de estudo. Os resultados indicaram aumento das ocupações urbanas de três bairros e inundações nestes locais. Outros dois bairros, por serem áreas consolidadas desde o início do período de estudo, não tiveram alterações significativas na ocorrência de inundações.

PALAVRAS-CHAVE: Escoamento superficial. Ocupação urbana. Inundação. Vazão.

1 INTRODUÇÃO

À medida que as cidades expandem seus perímetros, cresce a demanda por serviços de habitação, infraestrutura, saneamento, saúde e educação, aumenta a complexidade dos problemas e da gestão urbana. O uso do solo passa a ser resultado da busca pelo desenvolvimento e expansão das atividades econômicas. Em consequência, há incorporação de novos espaços às cidades e, quando não há estudos e planejamentos que reconheçam as potencialidades e fragilidades do ambiente, esses novos espaços podem ter como consequência a degradação ambiental (BRASIL, 2016).

Sem planejamento, córregos e lagos são aterrados, margens de rios e áreas naturais ocupadas, loteamentos irregulares aparecem contribuindo para o aumento da impermeabilização das superfícies, causando a degradação progressiva de áreas de mananciais, influenciando as condições de escoamento superficial. Consequentemente, aumentam os picos de vazão e a poluição das águas pluviais no meio urbano (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019; SALVIANO; GROppo; PELLEGRINO, 2016).

Um planejamento adequado deve considerar as alterações físicas nas camadas mais superficiais do solo, na cobertura vegetal e na topografia, buscando conservar a capacidade de infiltração no terreno e a retenção por vegetais e reconhecer que a densidade de ocupação do meio urbano reflete no aumento de áreas impermeabilizadas, altera o escoamento superficial, impacta nos sistemas de drenagem e contribui para inundações cada vez maiores e mais frequentes nos núcleos urbanos (HOLANDA; SOARES; OLIVEIRA, 2020).

Outro fator a ser analisado quanto a ocorrência de inundações é o aumento das precipitações nas estações chuvosas verificando se houve maior frequência de chuvas intensas, com consequente aumento da vazão dos cursos d'água sobrecarregando os sistemas de drenagem urbana, podendo resultar em elevação do risco de perdas materiais (DE SABÓIA *et al.*, 2017).

Neste sentido, Murara e Mendonça (2019) afirmam que quanto maior a intensidade da precipitação nos espaços urbanos, maiores são os danos e perdas nesses espaços.

Considerando todas as referências consultadas dentro do contexto deste estudo, tem-se as questões de pesquisa:

(1) A variação da precipitação é relevante para o aumento da ocorrência de eventos de inundações nas áreas consideradas para estudo do centro urbano da cidade de Piracicaba?

(2) O avanço da ocupação urbana e sua densidade são os maiores motivadores para os eventos de inundações?

Com as respostas a estas questões, busca-se entender como o desencadeamento de fenômenos como enchentes e inundações relacionam-se a uma conjunção de fatores naturais e da ação humana. Dentre os fatores naturais, considera-se a precipitação, o comportamento fluvial e a morfometria. Dentre os fatores antrópicos, considera-se a ocupação como um grande desafio em núcleos urbanos de países em desenvolvimento que, devido à escassez de recursos, ocorre muitas vezes de forma inadequada.

Nesse contexto, este trabalho tem como objeto de análise o centro urbano da cidade de Piracicaba que, pelas suas características hídricas somadas ao crescimento urbano no entorno do Rio Piracicaba e seus afluentes, vem se tornando cada vez mais vulnerável aos eventos de enchentes e inundações.

2 METODOLOGIA

No sentido de avaliar o reflexo da ocupação urbana e da precipitação no escoamento superficial e associar estes eventos a riscos de inundação em cinco áreas do centro da cidade de Piracicaba, propõe-se: levantar e analisar os dados pluviométricos e fluviométricos disponíveis no perímetro do município e das séries históricas de 2007 a 2020; levantar e analisar os dados de crescimento populacional, densidade populacional e grau de urbanização, a partir de dados disponíveis nas bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2021), durante o horizonte de estudo; por fim, avaliar a contribuição do crescimento urbano, identificado por análise de fotointerpretação de imagens históricas do município. A partir da aquisição destes dados, procura-se questionar a influência do aumento da impermeabilização do solo e sua consequência na ocorrência de cheias verificadas no perímetro urbano da cidade de Piracicaba. A partir das análises conclui-se sobre áreas de alagamento no espaço urbano da Cidade de Piracicaba para o período em estudo. A seguir apresenta-se a caracterização da área de estudo além da identificação da localização dos pontos de coleta de dados vazões e precipitações.

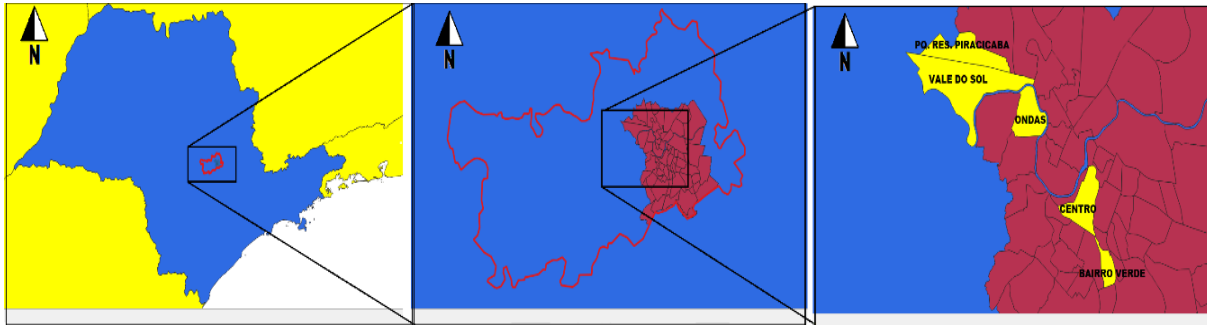
2.1 Caracterização da área de estudo

O objeto de estudo desta pesquisa é o perímetro urbano do município de Piracicaba, seccionado pelo rio Piracicaba, que está localizado à Longitude: $-47,64685^{\circ}$ e Latitude: $-22,72372^{\circ}$; possui uma área territorial de $1.378,069 \text{ km}^2$, área urbanizada de $110,83 \text{ km}^2$ e população estimada em 423.323 habitantes (IBGE, 2022). A densidade populacional do município é de 293,18 habitantes por km^2 , com grau de urbanização de 98,20 % e taxa geométrica de crescimento anual, entre 2010 e 2021, de 0,66 (SEADE, 2021).

O município está localizado a 152 km da capital do Estado de São Paulo, integra a região administrativa de Campinas e é servido pelas Rodovias SP 127, SP 147, SP304 e SP 308. Faz divisa com os municípios de Rio Claro, Limeira, Santa Bárbara D'Oeste, Laranjal Paulista, Iracemápolis, Anhembi, São Pedro, Charqueada, Rio das Pedras, Tietê, Conchas, Santa Maria da Serra, Ipeúna e Saltinho (IPPLAP, 2022).

Cinco bairros foram escolhidos para estudo, adotando-se como critérios: proximidade com as margens do Rio Piracicaba, características de ocupação ao longo do período de estudo e potencial vulnerabilidade a inundações, de acordo com os apontamentos que constam do Plano Diretor do município. A localização das áreas é apresentada na Figura 1 e detalhada na Figura 2.

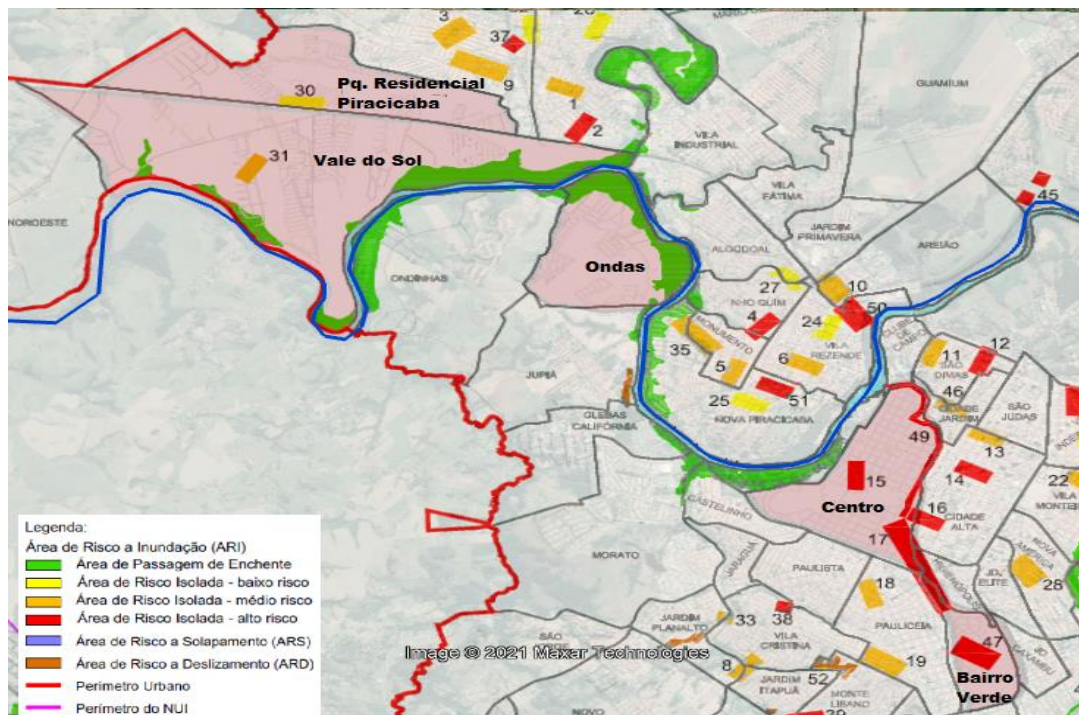
Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado de PMP (2023).

A imagem à esquerda da Figura 1 ilustra a localização do município de Piracicaba dentro do Estado de São Paulo. A imagem central indica a região da cidade a ser analisada e a imagem à direita ilustra os 5 bairros a serem estudados (Parque Residencial Piracicaba, Vale do Sol, Ondas, Centro e Bairro Verde).

Figura 2 - Mapa de Zona Especial de Risco (ZER).



Fonte: Adaptado de PMP (2023).

O levantamento realizado pelo Departamento de Defesa Civil do Estado identifica como pontos de risco à inundação as áreas em cores verde e amarela, localizadas às margens do Rio Piracicaba com na Figura 2 (GOVERNOSP, 2023).

2.2 Localização dos pontos amostrais

A Figura 3 apresenta a localização dos dois pontos relacionados a coleta dos dados de vazões do Rio Piracicaba (ponto 1 a montante e ponto 2 a jusante da cidade). Já o ponto 3 refere-se ao ponto de coleta dos dados de precipitação.

Vale ressaltar que os três pontos estão situados no perímetro do município de Piracicaba e que os dados telemétricos de precipitações diárias e vazão (para a série histórica de 2003 a 2018) foram extraídos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2022).

Figura 3 - Localização dos pontos relacionados aos dados pluviométricos e de vazão- Piracicaba, SP.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

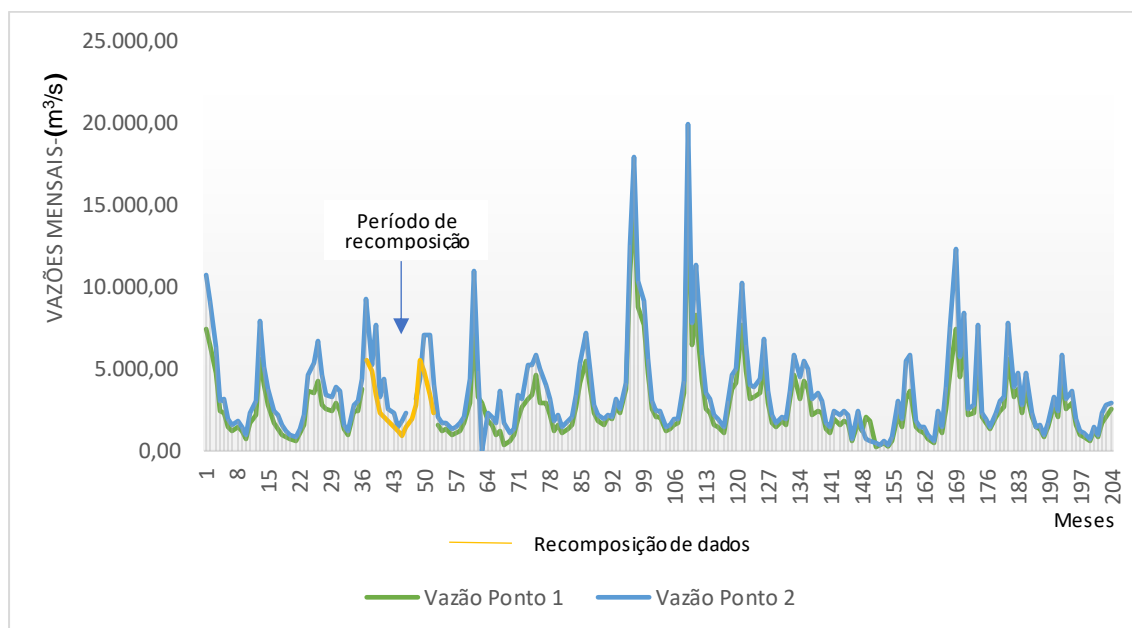
3 RESULTADOS

A seguir serão apresentados e analisados os dados coletados para vazões, precipitações, enchentes, ocupação urbana, no período considerado para o estudo de 2003 a 2018.

3.1 Análise dos dados de vazões ao longo do tempo de estudo

Foram realizadas análises estatísticas para avaliar a consistência dos dados, tendências e comportamentos eventuais no decorrer dos anos. A falta de dados de vazão neste ponto, para os meses de 01/2005 a 04/2006 e meses do ano de 2014 do período de estudo (2003 a 2018) foi recomposta aplicando o modelo de previsão de séries temporais para dados sazonais (LEVINE *et al.*, 2012). O das vazões ao longo do tempo de estudo para os dois postos é apresentado na Figura 4, sendo identificadas em azul (Ponto 2) e verde (Ponto 1). As vazões do período de recomposição para o Ponto 1 estão representadas em amarelo.

Figura 4. Representação no tempo do comportamento das vazões para os postos de coleta.



A Figura 5 apresenta a diferença de vazão entre os pontos a jusante e montante. Espera-se com esta informação, chamada de delta de vazão, avaliar o impacto ao longo do período de estudo das variações de vazões dentro do perímetro urbano.

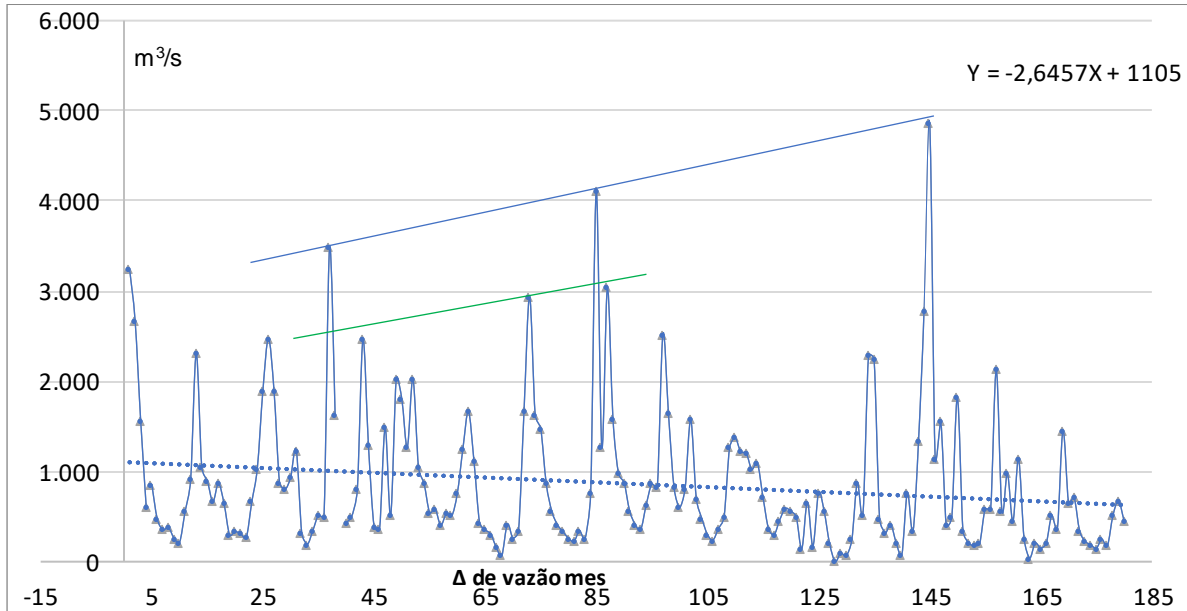
A análise da variável delta de vazão é representada pela linha de tendência definida pela Equação 1.

$$Y = -2,6457 \cdot X + 1105 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde o valor $-2,657$ indica um comportamento decrescente ao longo do período de estudo, representado pela linha pontilhada. Entretanto, a mesma Figura 5 mostra uma tendência no aumento dos picos de primeira e segunda ordem, linha sólida reta em azul e linha sólida reta em verde respectivamente.

Ou seja, quando considerado o período de estudo de dezesseis anos, verifica-se um aumento do pico do Delta de vazão, ao longo do período analisado entre o mês trinta e sete e o mês cento e quarenta e cinco, de 39,9%. Certamente, estes resultados podem contribuir para o aumento das inundações. Entretanto, deve-se analisar se a causa é de um aumento de precipitações ou do uso inadequado do solo. A precipitação passa a ser analisada.

Figura 5. Avaliação da tendência do delta de vazão ao longo do período de estudo.



3.2 Análise das precipitações no período

A Tabela 2 mostra um estrato dos dados de precipitações mensais para os meses de janeiro e fevereiro, no período de 2003 a 2018. Verifica-se que as precipitações mensais do mês de janeiro são as mais elevadas. O gráfico das precipitações de janeiro e fevereiro é apresentado na Figura 6. A seguir, o ajuste do comportamento da precipitação é representado por uma reta de tendência pontilhada como descrito pela Equação 2. Neste ajuste, a variável (x) representa o ano considerado e (y) a precipitação.

$$Y = -3,2821.X + 294,09 \quad \text{Eq.2}$$

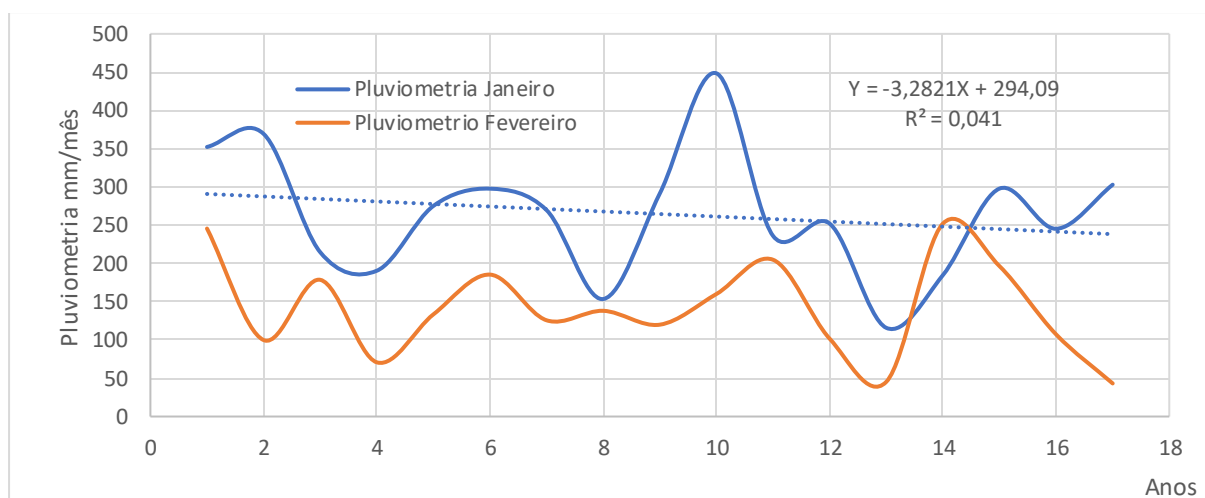
Observa-se que a equação apresenta uma inclinação levemente negativa (-3,2821). Este resultado aponta para um comportamento estável ao longo do período de estudo e está de acordo com o encontrado por Salviano, Groppo e Pellegrino (2016), para a região sudeste do Brasil, ou seja, precipitação levemente descendente.

Tabela 2 - Dados de Precipitação mensal (mm) para os anos de 2002, 2007, 2011, 2016 e 2018, considerando o período de verão (Dezembro a Março).

Ano	Precipitação acumulada no Mês (mm)			
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
2002	150,4	352,2	245,6	323,3
2007	309,1	297,7	185,4	54,9
2011	145,4	448,4	160,1	245
2016	184,4	297,8	196,5	152,6

O resultado de leve decréscimo nas precipitações ao longo dos anos de estudo contrapõe-se a tendência de crescimento acentuado do delta de vazão para o mês de janeiro como apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Precipitação dos meses de Janeiro e Fevereiro, entre 2002 e 2018.



3.4 Variação da Vazão nos meses críticos

O primeiro passo no sentido de concluir sobre a razão da ocorrência dos alagamentos foi avaliar se houve variação significativa da vazão para os períodos críticos de estudo que pudesse influenciar na ocorrência de eventos adversos. A Tabela 1 apresenta a diferença de vazões entre o posto à Jusante e o posto à Montante. Foram selecionados para o estudo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e os anos 2002, 2007, 2011, 2016 e 2018. Estes quatro meses representam o período de maior vazão dentro do perímetro urbano da cidade, portanto, o de maior interesse para avaliações de inundações.

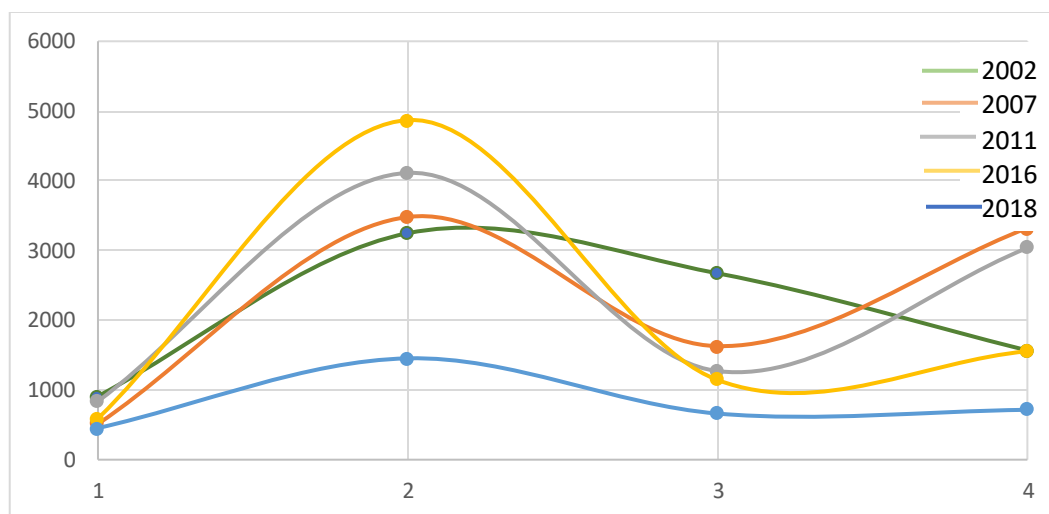
Tabela 1 – Delta de Vazões para o período de estudo (m³/s).

Ano	Mês			
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
2002	910,74	3247,88	2.672,10	1.566,36
2007	513,12	3480,28	1628,14	3321,74
2011	837,7	4.112,22	1270,16	3036
2016	591,67	4869,42	1142,7	1554,96
2018	453,37	1.453,08	660,99	715,07

O comportamento dos incrementos de vazões entre os postos de montante e jusante, para os quatro meses e os cinco anos considerados pelo estudo, é apresentado na Figura 7.

A análise aponta para o mês de janeiro como o de maior incremento de vazão ao longo do período de estudo, portanto este mês se torna o período de maior interesse para identificação de enchentes. Verifica-se que a vazão ao longo do período de 2002 a 2016 passou, neste mês, de 3.247,88 m³/s em 2002 para 4.869,42 m³/s em 2016, representando um aumento de volume de 49%.

Figura 7 – Incrementos de vazão mensal de 2002 a 2018. Período (Dezembro a Março).



3.5 Análise da Precipitação no período

A Tabela 2 mostra um estrato dos dados de precipitações mensais para os meses de janeiro e fevereiro, no período de 2002 a 2018. Verifica-se que, na média, as precipitações mensais do mês de janeiro são as mais elevadas. O gráfico das precipitações de janeiro e fevereiro, para todos os anos de 2002 a 2018, é apresentado na Figura 8.

Tabela 2 - Dados de Precipitação mensal (mm) para os anos de 2002, 2007, 2011, 2016 e 2018, considerando o período de verão (Dezembro a Março).

Ano	Precipitação do Mês (mm)			
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
2002	150,4	352,2	245,6	323,3
2007	309,1	297,7	185,4	54,9
2011	145,4	448,4	160,1	245
2016	184,4	297,8	196,5	152,6
2018	164,2	302,9	43,20	110,1

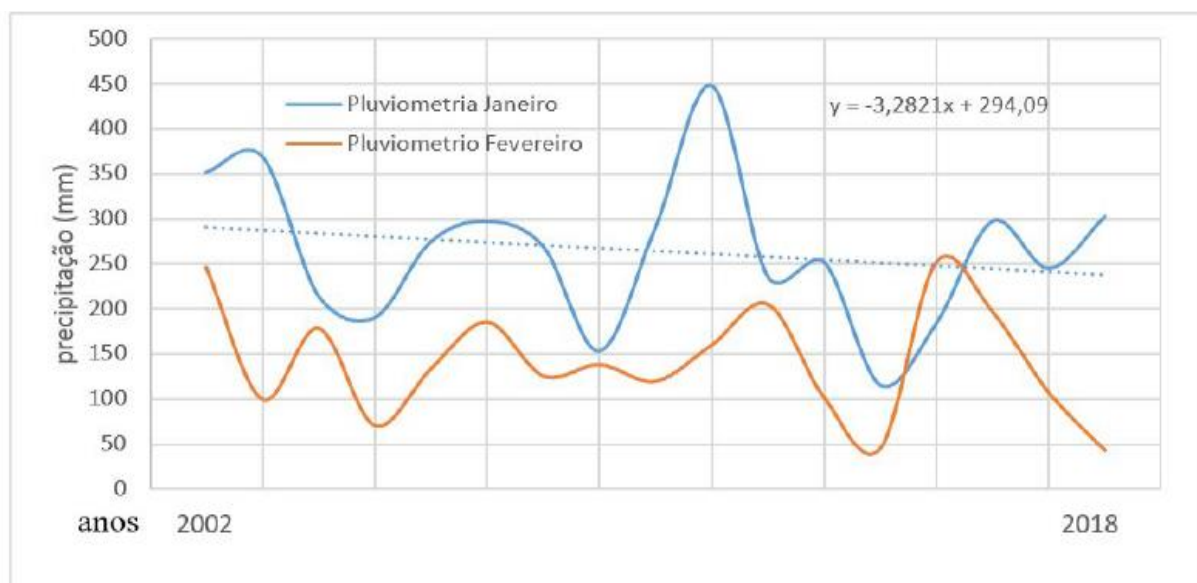
Neste ajuste, a variável (x) representa o ano considerado e (y) a precipitação. O ajuste do comportamento da precipitação ao longo do período pode representado por uma linha de tendência, como descrito pela Equação 3.

$$Y = -3,2821.X + 294,09 \quad \text{Eq.3}$$

Observa-se que a equação apresenta uma inclinação levemente negativa (-3,2821). Este resultado aponta para um comportamento estável ao longo do período de estudo e está de acordo com o encontrado por Salviano, Groppo e Pellegrino (2016), para a região sudeste do Brasil, precipitação levemente descendente.

O resultado de leve decréscimo nas precipitações contrapõe-se a tendência acentuada de crescimento da vazão mensal de janeiro ao longo dos anos de estudo, apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Precipitação Mensal de Janeiro e Fevereiro para os anos entre 2002 e 2018.



3.6 Classificação da Ocupação urbana

Para as análises qualitativa e quantitativa do uso do solo, foi realizada uma classificação em três níveis: alta, média e baixa ocupação, utilizando a técnica de fotointerpretação, a partir de imagens históricas, e seguindo a proposta de (FERREIRA, 1995 *apud* TARGA *et al.*, 2012).

I - Classe Baixa Ocupação – adotada em situações de ocorrência de áreas em que há presença de árvores nas ruas, gramados nas áreas de passagem, casas com jardim e quintal, os recuos entre as edificações são mais amplos e estas não se unem umas às outras, permitindo uma maior ventilação. Além disso, há uma menor concentração de pessoas.

II – Classe Média Ocupação – adotada quando a urbanização não é tão adensada, mas já se observa uma maior aproximação entre as moradias e uma diminuição das áreas verdes.

III – Classe Alta Ocupação – adotada quando se observa que as construções ficam encostadas umas às outras e praticamente não se tem área verde, as calçadas são estreitas, as ruas asfaltadas e existem estivas dando acesso à margem do igarapé. Além de uma maior concentração de pessoas na classe alta ocupação, em geral há pouca ventilação e o conseqüente aumento de temperatura.

Esta classificação visa associar a ocupação urbana ao contexto das enchentes.

3.7 Crescimento da população versus grau de urbanização

A taxa de crescimento urbano do município foi obtida a partir de dados do Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba (IPPLAP, 2021) e, a seguir, foi associá-la ao índice de ocupação do solo da malha urbana para os bairros: Vale do Sol, Residencial Parque Piracicaba, Ondas, Centro e Bairro Verde.

Quanto à evolução da ocupação urbana do município, bem como do grau de urbanização (quociente entre a população urbana e a população total do município), verificou-se uma tendência do avanço da malha urbana no período de 2002 a 2018 como observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Crescimento da População x Urbanização - Piracicaba- SP.

ANO	No. Habitantes	Grau de Urbanização %
2002	336.473	96.21
2007	354.214	97.06
2011	367.004	97.91
2016	380.494	98.10
2018	400.949	98.51

3.8 Classificação das ocupações das áreas de estudo

Este item analisa a ocupação das cinco áreas em estudo, a partir da análise das imagens, segundo a nomenclatura proposta Ferreira (1995) *apud* TARGA *et al.*, (2012) para os anos 2007, 2011, 2016 e 2020, conforme a Tabela 4:

Tabela 4 – Taxa de ocupação dos bairros.

Bairros	Ocupação	Taxa de Ocupação de Bairros			
		2007	2011	2016	2020
Ondas	Baixa	92,8%	90,41%	68,30%	66,9%
	Média	7,2%	9,59%	23,97%	23,97%
	Alta	0,0%	0,0%	7,73%	9,04%
Parque Residencial Piracicaba	Baixa	77,7%	69,83	64,89%	64,89%
	Média	0,0%	0,0	3,44%	3,44%
	Alta	22,28%	30,17	31,67%	31,67%
Vale Do Sol	Baixa	97,15%	89,23	88,6%	87,32%
	Média	2,69%	4,85	6,12%	6,12%
	Alta	0,16%	5,92	6,55%	6,55%
Centro	Baixa	9,14%	8,79	8,1%	8,10%
	Média	0,00%	0,0	0,0%	0,0%
	Alta	90,86%	91,21	91,9%	91,9%
Verde	Baixa	18,97%	18,97	18,97%	18,97%
	Média	0,0%	0,0	0,0%	0,0%
	Alta	81,03%	81,03	81,0%	81,03%

Embora as análises de vazão e precipitação tenham sido realizadas e comparadas até o ano de 2018, estendeu-se a avaliação do crescimento da população até 2020 no sentido de mostrar que estes dados não sofreram decréscimo nem acréscimo percentual significativo, como apresentado na Tabela 4.

O Bairro Ondas, região Oeste do município, apresentou um aumento significativo de ocupação a partir do ano de 2016, com as ocupações entre média e alta densidade perfazendo um aumento de 25,74%.

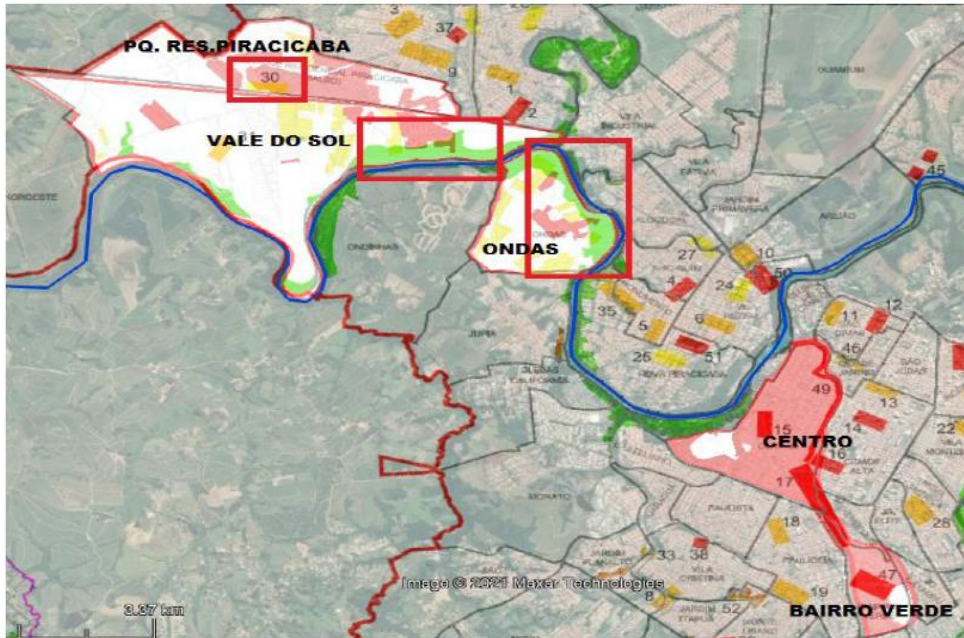
Para o Bairro Parque Residencial Piracicaba, situado na região Norte do município, verificou-se um aumento de ocupações em sua maioria de alta densidade de 9,39% que, somada à ocupação de média densidade, chega a 12,84% até 2020. Já no Bairro Vale do Sol, também na região Norte do município, verificou-se a partir do ano 2007, um aumento menos significativo entre média e alta ocupação, com alterações totalizando 9,82% até 2020.

Para o bairro Centro, verificou-se que as características já o classificavam como de alta ocupação desde o ano 2007, com pouco espaço para alterações no período abordado. Este resultado já era esperado por se tratar da área central da cidade, consolidada, com muitos edifícios de característica vertical.

O Bairro Verde, região Sul do município, o último bairro analisado, também foi caracterizado em sua maioria como de alta ocupação, sem características intermediárias de média ocupação. Este bairro encontra-se consolidado desde o ano 2007, com aproximadamente 81,23%, permanecendo com 18,97% de sua área territorial com baixa ocupação até o ano 2020.

Conclui-se que, dos cinco bairros, três tiveram variações consideráveis de densidade populacional (Ondas, Parque Residencial Piracicaba, Vale do Sol) e dois não tiveram (Centro e Bairro Verde). A Figura 9 relaciona os bairros às áreas de risco, destacadas por retângulos vermelhos.

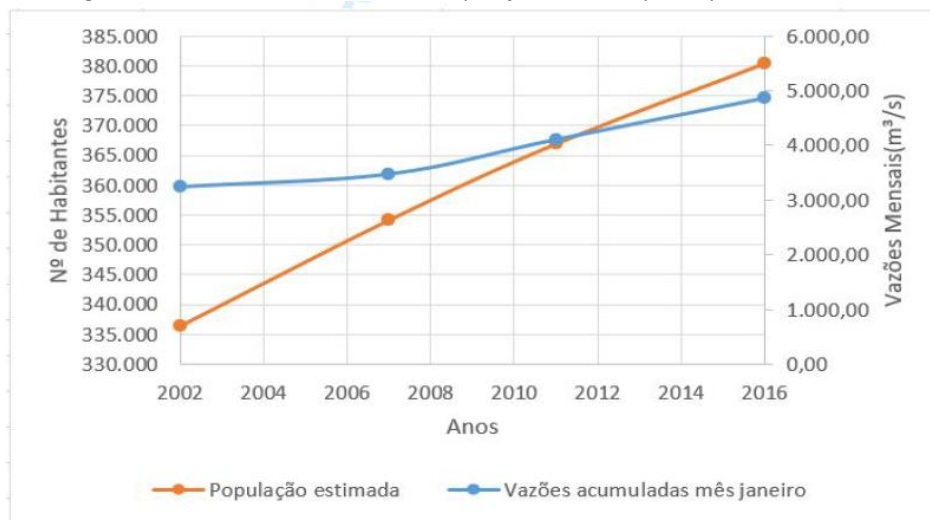
Figura 9 – Ocupação sobre Áreas de risco a inundações.



Fonte: Adaptado de PMP (2023).

A análise dos dados históricos entre os anos de 2002 e 2018 indica que os índices de precipitação, de acordo com os pontos de coleta, não sofreram variações significativas, observando-se um leve decréscimo. Contudo, o incremento de vazões do rio entre montante e jusante foi significativo. Como na Figura 10, o crescimento urbano nos anos 2007, 2011, 2016 e 2020, aponta para avanços das ocupações urbanas sobre as áreas de recarga hídrica do Rio Piracicaba, contribuindo para o incremento de vazão do rio Piracicaba dentro da área urbana e, portanto, contribuindo para o aumento das enchentes.

Figura 10 - Vazão do Mês de Janeiro X População Estimada para o período de estudo.



O crescimento populacional no período foi de 13,1%, enquanto o crescimento de vazão para o mês de janeiro no mesmo período foi de 49,9%. Verifica-se que ambos apresentam um crescimento acentuado, sendo que a vazão do mês de janeiro apresentou um crescimento mais significativo dentro do perímetro urbano, conforme Figura 9. Outro fato a ser analisado é que o crescimento populacional não ocorreu de forma uniforme como apresentado a seguir.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O incremento de vazão, diferença entre a vazão do ponto de coleta situado a jusante e o ponto de coleta situado à montante do centro urbano da cidade de Piracicaba, apresentou um aumento significativo de 49,91% no período de 2002 e 2016. Contrapondo-se a este aumento, os dados pluviométricos no mesmo período demonstraram um pequeno decréscimo (ou constância) representado por sua linha de tendência no mês de janeiro, mês da ocorrência de maior precipitação e de vazão. Por outro lado, os dados da evolução populacional do município demonstraram um aumento de 13,1 % na população, entre os anos 2002 e 2016. Este aumento populacional foi mais pronunciado quando avaliada a ocupação dos bairros Ondas, Vale do Sol e Parque Residencial Piracicaba. Esta ocupação ocorreu sobre as áreas de risco e áreas de proteção ambiental, principalmente no Bairro Ondas. Portanto, pode-se concluir que o acréscimo de vazão não se dá pela variação da precipitação.

Considerando a pequena variação nas precipitações mensais durante o período de estudo e o significativo aumento populacional, pode-se concluir que o acréscimo de vazão não se dá pela variação da precipitação, mas é principalmente provocada pela ocupação mal planejada do leito do Rio Piracicaba, aliada ao sufocamento das drenagens naturais dos bairros ao seu entorno, levando à maior ocorrência de inundações nas áreas de risco.

Espera-se que este estudo contribua para a gestão municipal propor um plano de mitigação dos efeitos adversos hoje observados considerando a drenagem urbana pela implantação de experiências exitosas com o jardim de chuva, que tem como objetivos reduzir a velocidade da água, direcioná-la pelo terreno por meio de arborização e ampliação da capacidade de infiltração no solo, entre outras ações desassoreamento de cursos d'água.

REFERÊNCIAS

BRASIL, J. L. S. **Eventos Pluviais Extremos e Risco de Inundações na Cidade de Aracaju / SE**. 2016. Universidade Federal de Sergipe (UFS), 2016.

DAEE. **Departamento de Águas e Energia Elétrica: Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://sibh.daee.sp.gov.br>>.

DE SABÓIA, M. A. M.; DE SOUZA FILHO, F. de A.; DE ARAÚJO JÚNIOR, L. M. de; SILVEIRA, C. da S. Avaliação do impacto das mudanças climáticas no sistema de drenagem urbana em localidades situadas em baixas latitudes: Um estudo de caso em Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, 2017.

GOOGLE-EARTH. **Mapa**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

GOVERNOSP. **Governo do Estado de São Paulo São Todos. Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade, Aptidão à Urbanização e Risco**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>>.

HOLANDA, M. A. C. R. de; SOARES, W. de A.; OLIVEIRA, D. B. C. de. Predição do escoamento superficial e consequentes alagamentos em centros urbanos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 5, p. 1–11, 2020.

IBGE. Cidades e Estados. **Ibge**, p. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/cuiab>, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ac/.html%0Ahttps://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/santarem.html>>.

IPPLAP. **Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba. Piracicaba em Dados**. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <<https://ipplap.com.br/site/piracicaba-em-dados/>>. Acesso em 12-2021

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D. F.; KREHBIEL, T. C.; BERENSON, M. L. **Estatística: teoria e aplicações**. [s.l.:s.n.]752 p.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–16, 2019.

MURARA, P.; MENDONÇA, M. Variabilidade e Tendências das Precipitações Pluviais em Rio do Sul – SC. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 06, p. 1996–2007, 2019.

PMP. **Prefeitura do Município de Piracicaba. Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba - Revisão do Plano Diretor**. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://planodiretor.piracicaba.sp.gov.br/plano-diretor-de-desenvolvimento-de-piracicaba/>>.

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64–73, 2016.

SEADE. **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Produtos**. [s.l.:s.n.]. Disponível em: <<https://www.seade.gov.br/lista-produtos/>>. Acesso em 11-2021.

TARGA, M. dos S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. de. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente e Agua**, v. 7, n. 2, 2012.