



## **AValiação da Influência do Índice Pluviométrico na Quantidade de Obstruções Registradas no Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Avaré-SP**

**Eduardo Lucas Feres Garcia**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil. MBA em Saneamento Ambiental.

**Jorge Narciso de Matos Junior**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Civil, Pós Graduação em Administração de Empresas.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Anacleto Pires, 1655 -Três Marias - Avaré - SP - CEP: 18710-050 - Brasil - Tel: +55 (14) 98121-2687 - e-mail: [elfgarcia@sabesp.com.br](mailto:elfgarcia@sabesp.com.br).

### **RESUMO**

A ocorrência de obstrução e refluxo de esgoto devido ao lançamento irregular de água de chuva nas redes de esgoto são um dos problemas enfrentados pelas operadoras de saneamento no Brasil. Os objetivos deste artigo foram analisar se há aumento dos registros de desobstrução de esgoto no município de Avaré (SP) nos períodos chuvosos e verificar a intensidade da correlação entre pluviosidade e desobstruções de esgoto. Para tanto, foram usados os dados de pluviosidade, fornecidos pelo DAEE, e os registros de desobstrução de esgoto do sistema, referentes ao mesmo período, obtidos através da SABESP. O teste Wilcoxon-Mann-Whitney foi empregado para comparar as quantidades de desobstruções de esgoto realizadas ao longo do ano. Além disso, a correlação de Pearson foi adotada para verificar o grau de correlação entre as variáveis pluviosidade e desobstrução. Os resultados evidenciaram que a estação chuvosa apresentou quantidade significativamente maior de desobstrução de esgoto quando comparada a estação seca. Além disso, observou-se uma correlação moderada e moderada-forte para os dados mensais e anuais, respectivamente. Concluiu-se que, para o município de Avaré, há um aumento de obstruções de esgoto durante a estação chuvosa e os dados mensais das variáveis estudadas neste trabalho apresentaram correlação moderada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pluviosidade, Esgoto, Desobstrução.

### **1 INTRODUÇÃO**

Saneamento básico é o conjunto de ações socioeconômicas que têm como objetivo melhorar as condições de vida da população. Dentre as ações estão o abastecimento de água potável, a coleta e tratamento de esgotos, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (FUNASA, 2015).

As práticas de saneamento são um dos instrumentos para a promoção da saúde, visto que dados divulgados pelo Ministério da Saúde do Brasil apontam que para cada um real investido no setor de saneamento, há uma economia de quatro reais na área da medicina curativa. Além disso, em uma esfera mais abrangente, a maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente (FUNASA, 2007).

A coleta e o tratamento de esgotos exercem um papel relevante na qualidade de vida da população e do meio ambiente. O esgoto sanitário é definido pela norma brasileira NBR 9648 como “o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária”

(ABNT,1986).

Os sistemas de coleta e tratamento de esgotos evitam a contaminação e a transmissão de doenças, além de impedir a poluição de córregos, rios e mares, preservando assim os recursos hídricos e as fontes de abastecimento de água. Basicamente, eles coletam o esgoto sanitário gerado pelos usuários e o transporta, por meio de tubulações, até as estações de tratamento de esgotos para que ocorra a retirada de poluentes, antes que essa água seja devolvida aos cursos d'água (SABESP, 2021).

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser concebidos de três maneiras: o sistema de esgotamento unitário (ou combinado), o sistema de esgotamento separador parcial e o sistema separador absoluto. A principal diferença entre esses sistemas é a quantidade de águas pluviais permitidas para veiculação em seu interior. No Brasil, utiliza-se basicamente o sistema separador absoluto (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011). A escolha desse tipo de sistema no Brasil deve-se ao fato de que o país apresenta elevados índices pluviométricos, inviabilizando o uso de uma única tubulação para a coleta tanto de esgoto quanto de água de chuva, que é o caso dos sistemas do tipo esgotamento unitário e separador parcial.

Dentre os problemas encontrados nos sistemas de esgoto sanitário, há as obstruções das redes coletoras, os extravasamentos, o mau cheiro e os refluxos. Tais problemas têm como uma de suas origens o lançamento indevido de água de chuva no sistema de esgotamento sanitário fazendo com que o sistema trabalhe de forma sobrecarregada (REVISTA DAE, 2016). A sobrecarga do sistema pode levar a obstruções e extravasamentos de esgoto, o que poderia causar vários inconvenientes tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana e de outros animais (FUNASA, 2019).

O sistema de drenagem urbana pode exercer grande influência no sistema de esgotamento sanitário, principalmente quando esse sistema de drenagem é bastante insuficiente. Esse sistema tem como objetivo controlar inundações e outros impactos gerados pelas chuvas devido ao aumento das áreas impermeáveis causados pela urbanização (TUCCI, 2016).

O indicador IN021, do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), demonstra "a extensão de vias urbanas com redes ou canais subterrâneos, que transportam as águas pluviais, em relação à extensão total de vias públicas urbanas no município". O município de Avaré apresenta uma taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana em torno de 0,6%. Esse valor está muito aquém da taxa média do Brasil, 14%, do estado de São Paulo, 21%, e daquela observada para outros municípios de mesmo porte e pertencentes à mesma unidade de negócios de Avaré (Alto Paranapanema - RA), como Itapetininga (43,7%) e Itapeva (40,2%) (SNIS, 2019).

O município de Avaré possui um sistema de esgotamento sanitário complexo com quantidade significativa de estações elevatórias e uma malha predominantemente constituída de redes em tubo cerâmico no centro da cidade. Atualmente, há pouca preferência pelo uso deste tipo de material, visto que diversos problemas operacionais são detectados devido a infiltração causada nas juntas cerâmicas, que na maioria das vezes são executadas inadequadamente com mistura de solo-cimento (BEVILACQUA, 2006). Somando-se a isto, há a baixa cobertura do sistema de drenagem que contribui para a frequente ocorrência de pontos de alagamento no município de Avaré. Na ocorrência destes eventos, parte do volume das águas pluviais se infiltra no sistema de esgotamento sanitário. No município de Avaré, assim como em vários outros, é senso comum a percepção do aumento dos casos de obstruções e refluxos de esgoto especialmente durante os períodos de chuva.

Obstruções no sistema de esgotamento sanitário geram uma série de transtornos, tais como refluxo de esgoto para os imóveis, colapso das tubulações, interferência no processo de tratamento do esgoto, danos ambientais, dentre outros. Dessa forma, o conhecimento dos fatores que influenciam a ocorrência das obstruções no sistema de esgotamento sanitário é de fundamental importância para a proposição de medidas a fim de mitigar os problemas sociais, econômicos e ambientais causados no sistema de esgotamento sanitário.

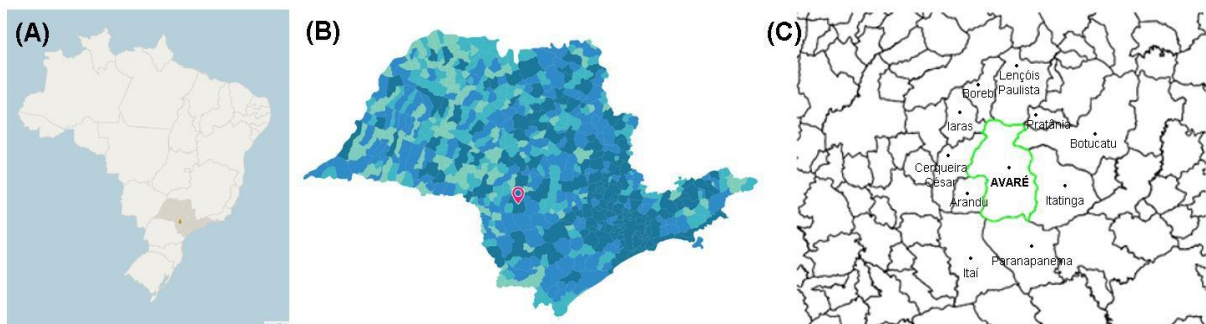
Diante disso, o presente trabalho teve como objetivos: (i) analisar a influência da contribuição indevida da água pluvial no sistema de coleta e afastamento de esgotos no município de Avaré (SP) na quantidade de obstruções neste sistema; e (ii) verificar a intensidade da relação entre essas duas variáveis. Esse trabalho partiu da premissa de que o aumento da pluviosidade provoca um aumento na quantidade de obstruções no sistema de coleta de esgotos do município de Avaré.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

#### 2.1.1 Município de Avaré

Avaré é um município localizado no interior do estado de São Paulo, Brasil, distante cerca de 260 quilômetros da capital paulista. Encontra-se na latitude de 23° 05' 56" sul e longitude 48° 55' 33" oeste, portanto, está localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, fazendo divisa com os seguintes municípios: ao norte, Borebi, Lençóis Paulista, Iaras e Pratânia; ao leste, Botucatu e Itatinga; a oeste, Cerqueira César e Arandu; e ao sul, Itai e Paranapanema (Figura 1). Possui área de 1.213,055 km<sup>2</sup> e população de 82.934 pessoas, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2010; 2017). Em 2002 foi transformada em estância turística através da Lei nº 11.162, de 21 de junho de 2002.



**Figura 1 – Localização da área de estudo: (A) Localização do município de Avaré no Brasil; (B) Localização do município de Avaré no estado de São Paulo; e (C) Municípios limítrofes ao município de Avaré. Fonte: IBGE, 2017.**

Outro dado relevante diz respeito ao elevado índice de obstruções de esgoto no município de Avaré quando comparado a municípios do mesmo porte e pertencentes à mesma unidade de negócios (Alto Paranapanema - RA), como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Comparação entre número de desobstruções e número de ligações de esgoto no período de 2018 a 2019 em três municípios de mesmo porte pertencentes a unidade de negócios Alto Paranapanema - RA.**

Municípios	Número de ligações de esgoto	Número de desobstruções realizadas	Relação entre número de desobstruções e número de ligações por 1.000 ligações
Avaré	34.673	4.758	137,22
Itapetininga	52.368	5.381	102,75
Itapeva	27.580	2.602	94,34

Fonte: Isodados, SABESP.

Além disso, o município de Avaré possui um problema crônico de alagamentos na ocorrência de fortes chuvas em algumas áreas da cidade. Esses alagamentos ocorrem tanto na região central (Figuras 2A-D) quanto em áreas periféricas do município (Figuras 2E-F). Tais ocorrências são frequentemente divulgadas nos canais de comunicação local e regional e acompanhadas de relatos dos munícipes relacionando a ocorrência das chuvas com o extravasamento de esgotos no meio fio (A VOZ, 2020; G1, 2020). Parte dessa água infiltra pelo sistema de esgotamento sanitário através das tampas de poços de visita (PV's) e de pontos onde há o rompimento da tubulação. A causa desses alagamentos se dá por diversos fatores, tais como a ocupação de áreas de inundação e impermeabilização de solo devido a expansão de área urbana, além dos baixos índices sistema de drenagem subterrânea.



**Figura 2 – Registro fotográfico de alagamentos no município de Avaré (SP). (A) Temporal deixou ruas alagadas e carros ilhados na região central do município. (B) Ruas localizadas na região central de Avaré ficaram alagadas e bombeiros foram acionados para atender ocorrências dos munícipes. (C) Rua Maranhão, localizada na região central, totalmente alagada. (D) Bombeiros se preparando para fazer um resgate durante um alagamento na região central. (E) Ruas localizadas no bairro Água Branca totalmente alagadas. (F) Pontos de alagamento na rua Armando Assato, bairro Jardim Brabância.**

Fonte: Imagens A-E, G1; Imagem F, A Voz.

### 2.1.2 O clima de Avaré

O município de Avaré está situado a 781 m acima do nível do mar e possui clima quente e temperado, sendo classificado como Cfa (clima subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen e Geiger (CLIMATE-DATA.ORG, 2021). Como pode ser observado na figura 3, os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro apresentam precipitação acima da média de pluviosidade anual (média = 112,5 mm/mês). Por outro lado, os meses de abril a setembro apresentam uma incidência de chuvas menor em relação à média.

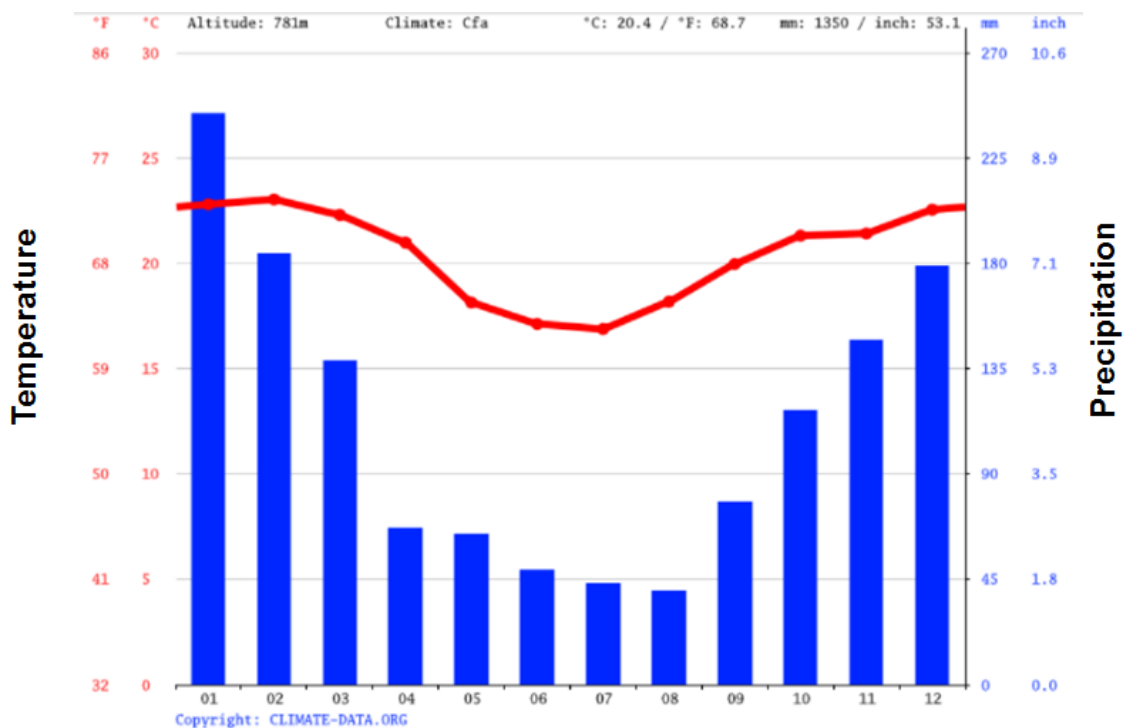


Figura 3 – Dados climatológicos do município de Avaré-SP. Fonte: CLIMATE-DATA.ORG.

### 2.2 Levantamento de dados

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os dados pluviométricos diários e os registros de desobstruções de esgoto no município de Avaré referentes ao período de 01/01/2011 a 30/09/2020.

Os dados diários de pluviosidade foram fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), através da estação pluviométrica E5-014 (23° 05' 58", 48° 54' 44"), localizada dentro da área administrada pelo Horto Florestal do município de Avaré (Figura 4). Os registros diários de desobstrução de esgoto, por sua vez, foram obtidos a partir do banco de dados de serviços executados da SABESP (Isodados).



**Figura 4 – Localização da estação pluviométrica E5-014. Área destacada em vermelho corresponde ao Horto Florestal do município de Avaré, enquanto a indicação em amarelo mostra a localização da estação pluviométrica E5-014. Fonte: Google Earth.**

### 2.3 Análise dos dados

Para os dados de desobstrução foi calculada a média móvel de três dias. Optou-se em realizar essa transformação devido aos seguintes motivos: 1- tempo necessário para a ocorrência da obstrução devido ao carregamento de material estranho ao sistema de esgoto pela água pluvial; 2- intervalo de tempo existente entre a ocorrência da chuva e a percepção da obstrução pelo usuário; e 3- tempo necessário para a desobstrução ser acatada e realizada.

A influência da contribuição indevida de água pluvial que chega ao sistema de coleta e afastamento de esgotos no município de Avaré (SP) na quantidade de obstruções geradas neste sistema foi analisada em duas etapas: primeiramente verificou-se se há diferenças significantes no índice de pluviosidade e na quantidade de registros de desobstruções do sistema de coleta e afastamento de esgoto deste município nos períodos seco e chuvoso; em seguida, verificou-se se essas duas variáveis estão correlacionadas.

A comparação entre os períodos seco e chuvoso foi realizada mediante a aplicação do teste de rank não paramétrico Wilcoxon para duas amostras independentes (Teste Wilcoxon-Mann-Whitney). Para a análise de correlação foi adotada a correlação de Pearson com os dados diários transformados, conforme explicado acima, mensais e anuais.

As análises estatísticas foram realizadas no programa R (versão 4.0.0) e os gráficos foram construídos no programa GraphPad Prism (versão 8.0.2).

### **3 RESULTADOS**

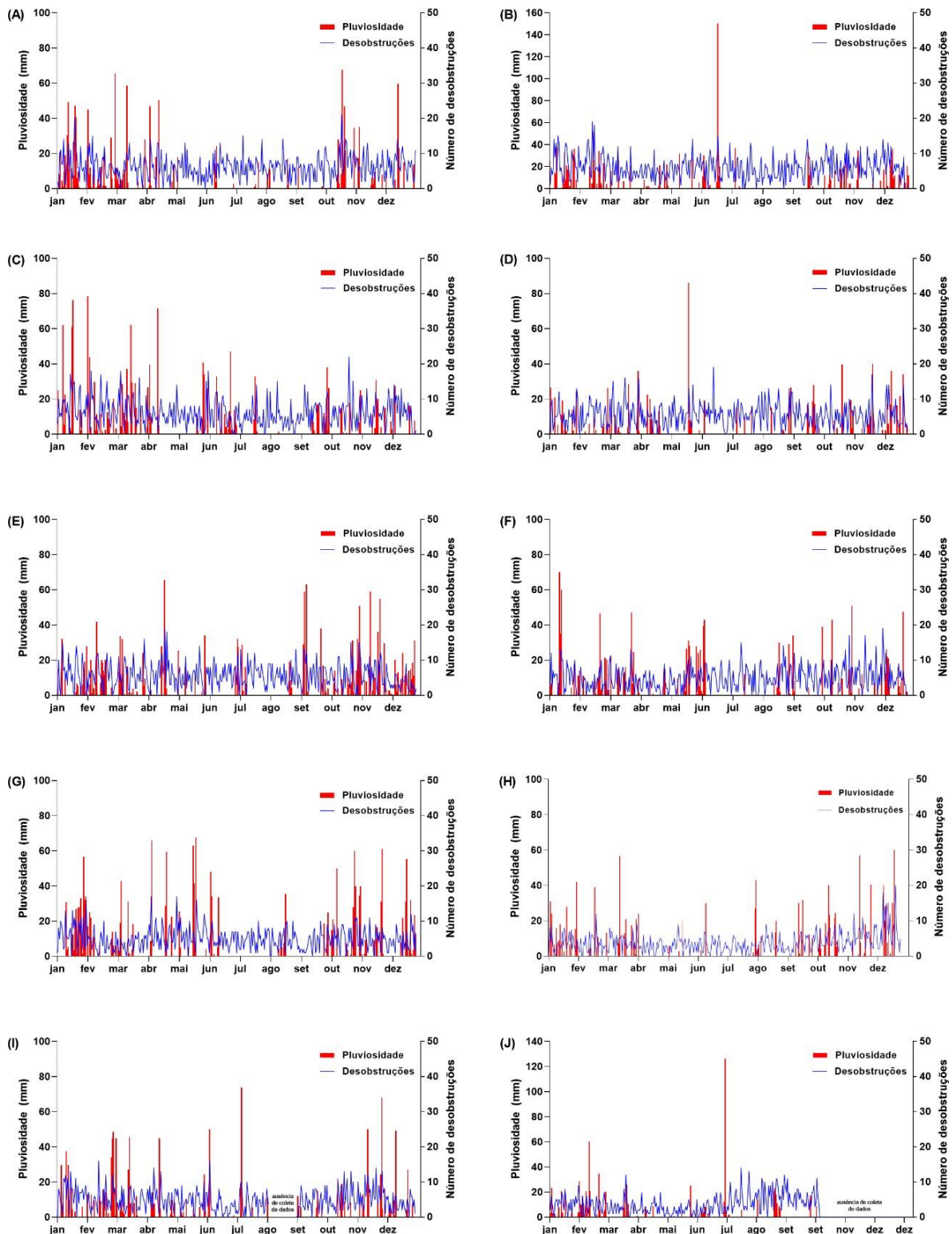
#### **3.1 Influência da pluviosidade na quantidade de desobstruções do sistema de esgotamento sanitário realizadas no município de Avaré – SP**

O município de Avaré é caracterizado por apresentar um sistema de esgotamento sanitário complexo, apresentando uma malha predominantemente constituída por redes em tubo cerâmico. Além disso, o município é carente em infraestrutura de drenagem urbana. Esses fatores em conjunto contribuem para a frequente ocorrência de problemas na rede de esgoto deste município. Como mencionado anteriormente, é de senso comum a observação do aumento dos casos de obstruções e refluxos de esgoto especialmente durante os períodos com maior precipitação. Uma possível explicação para esse evento é o lançamento de água de chuva na rede de esgoto, fato frequentemente observado em campo.

O lançamento indevido das águas pluviais no sistema de coleta de esgotos, além de causarem o desgaste precoce do material da tubulação devido a entrada de material arenoso, faz com que ocorra a obstrução das redes por conta da entrada de materiais sólidos, tais como plásticos, pedras e madeira. A obstrução das redes de esgoto, por sua vez, pode provocar extravasamentos de PV's e refluxos de esgoto nos imóveis (GOMES, 2010).

Na figura 5 foram compilados os dados diários de pluviosidade e de registros de desobstruções de esgotos realizados no período de 2011 a 2020 no município de Avaré. É possível observar que, geralmente, os dias em que houve maior quantidade de registros de desobstruções de esgoto foram aqueles em que anteriormente também foram registrados os maiores volumes de chuva.





**Figura 5 – Comparação dos dados diários de pluviosidade e registros de desobstrução de esgoto no município de Avaré no período de 2011 a 2020. (A) 2011, (B) 2012, (C) 2013, (D) 2014, (E) 2015, (F) 2016, (G) 2017, (H) 2018, (I) 2019 e (J) 2020. Fonte: Elaborado pelo autor.**

Dessa forma, os dados de pluviosidade e de registros de desobstrução de esgoto das estações seca e chuvosa foram comparados com o objetivo de verificar se há diferença entre esses dois períodos. De acordo com a análise dos dados pluviométricos do município de Avaré (Figura 3), os meses de outubro a março correspondem ao período com maior precipitação, enquanto os meses de abril a setembro correspondem ao período com menor precipitação. Neste trabalho, os períodos citados como aqueles com maior precipitação e menor precipitação corresponderam as estações chuvosa e seca, respectivamente.

A tabela 2 apresenta os dados anuais de pluviosidade e de desobstruções de esgoto dos períodos chuvoso e de estiagem.

**Tabela 2 – Comparação dos dados anuais de pluviosidade (mm) e do número de registros de desobstrução do sistema de esgotamento sanitário do município de Avaré (SP) durante as estações chuvosa e seca.**

Ano	Estação chuvosa		Estação seca	
	Pluviosidade acumulada (mm)	Desobstruções acumuladas	Pluviosidade acumulada (mm)	Desobstruções acumuladas
2011	1129,8	1185	269,4	1058
2012	949,9	1201	513,3	989
2013	1137,7	1250	592,3	958
2014	622,7	974	448,0	1015
2015	1218,6	986	596,5	1056
2016	968,8	909	472,8	850
2017	1305,4	881	616,4	925
2018	1005,1	843	336,2	544
2019	975,5	975	392,2	660

Fonte: Os dados de pluviosidade foram registrados pela estação pluviométrica E5-014 e fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Os dados de registros de desobstrução de esgoto foram obtidos do banco de dados de serviços executados da SABESP (Isodados).

Com relação à pluviosidade, a estação chuvosa apresentou índices pluviométricos cerca de duas vezes maior que aqueles observados na estação seca, exceto para o ano de 2014 em que a precipitação durante a estação chuvosa foi apenas 39% maior que na estação seca. Este foi o ano da crise hídrica (EL PAÍS, 2014), em que os índices pluviométricos durante a estação chuvosa foram muito baixos. Na tabela 2, pode-se observar que durante a estação chuvosa de 2014 a pluviosidade acumulada ficou um pouco acima de 600 mm, enquanto nos demais anos ela ultrapassou o acumulado de 900 mm.

No que diz respeito à quantidade de registros de desobstruções do sistema de esgoto, no geral, a estação chuvosa apresentou uma maior quantidade de desobstruções que a estação seca, sendo que em 2016 houve uma diferença de apenas 6,5%, enquanto que em 2018 e em 2019 o aumento foi de 35% e 32%, respectivamente. Contudo, o mesmo padrão não foi encontrado para 2014, 2015 e 2016. Nestes anos houve maior número de desobstruções na estação seca - em torno de 3-7% - que na estação chuvosa (Tabela 2). Uma possível explicação para esse evento é que nestes anos houve picos de chuva fora do padrão durante a estação seca (Figuras 5D, 5E e 5G) o que pode ter levado a um maior número de casos de obstrução no sistema de esgoto durante esse período.

A fim de verificar se as diferenças observadas nas estações chuvosa e seca eram significantes, foi realizado o teste de rank Wilcoxon para duas amostras independentes (Teste Wilcoxon-Mann-Whitney). Para tanto, foram os usados os dados mensais.

O valor médio da pluviosidade mensal durante a estação seca foi de 78 mm, enquanto na estação chuvosa foi de 171 mm. A comparação entre as duas estações revelou que elas são significativamente diferentes ( $p < 0,001$ ), demonstrando que a estação chuvosa apresenta maior pluviosidade que a estação seca.

No que diz respeito aos dados de desobstrução de esgoto, durante a estação seca a média de registros de desobstrução de esgoto corresponderam a 149 registros, enquanto para a estação chuvosa esse valor correspondeu a 167 registros. Novamente, foi encontrado que as duas estações são significativamente diferentes ( $p = 0,019$ ). Esses resultados demonstraram que os períodos com maiores índices pluviométricos foram aqueles em que houve maior quantidade de registros de desobstrução de esgoto.

Segundo a SABESP, com o início da temporada de chuvas, os casos de obstrução aumentam em média 22% em relação à média mensal (SABESP, 2017). A situação é semelhante nas cidades localizadas no oeste baiano, operadas pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA), onde a ocorrência de fortes chuvas no mês de janeiro de 2020 fez com que o número de obstruções se elevasse em 40% (EMBASA, 2020).

### **3.2 Intensidade da correlação entre pluviosidade e quantidade de desobstruções do sistema de esgotamento sanitário do município de Avaré - SP**

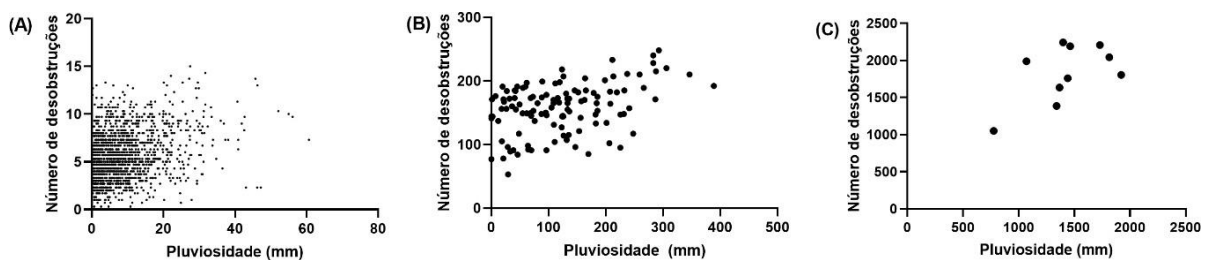
Uma vez que foi verificado que de fato o período com maior pluviosidade é aquele em que há maior quantidade de obstruções no sistema de esgotamento sanitário, decidiu-se verificar a intensidade da correlação dessas duas variáveis. Para tanto, foram realizadas análises de correlação de Pearson entre os dados diários (média móvel de três dias), mensais e anuais de pluviosidade e de registros de desobstrução de esgoto. A Tabela 3 resume os dados obtidos para todas as análises de correlações realizadas no presente trabalho.

**Tabela 3 – Coeficientes de correlação simples de Pearson e valores de  $p$  para dados de pluviosidade e quantidade de serviços de desobstrução de esgoto realizados no município de Avaré no período de 01/01/2011 a 30/09/2020.**

Dados analisados	Valor de $p$	Valor de $r$
Dados diários (média móvel de três dias)	< 0,001	0,27
Dados mensais	< 0,001	0,40
Dados anuais	0,08	0,57

Interpretação dos valores de  $r$  (+ ou -): correlação fraca, 0,10 a 0,29 ou -0,29 a -0,10; correlação moderada, 0,30 a 0,49 ou -0,49 a -0,30; e correlação forte, 0,50 a 1,00 ou -1,00 a -0,50 (COHEN, 1988).

Considerando-se os dados diários, verificou-se uma correlação fraca entre as variáveis ( $p < 0,001$  e  $r = 0,27$ ). Na figura 6A é possível observar a fraca correlação entre as duas variáveis.



**Figura 6 – Gráfico de dispersão dos dados de pluviosidade (mm) e da quantidade de serviços de desobstruções realizadas no município de Avaré – SP no período de 01/01/2011 a 30/09/2020. (A) Dados diários (média móvel de 3 dias), (B) Dados mensais e (C) Dados anuais. Fonte: Elaborado pelo autor.**

No entanto, ao considerar os dados mensais, foi encontrada uma correlação moderada ( $p < 0,001$  e  $r = 0,40$ ). Na figura 6B, pode-se notar uma tendência de correlação positiva entre as variáveis analisadas.

No que diz respeito aos dados anuais, observou-se uma correlação positiva de moderada a forte ( $p = 0,08$  e  $r = 0,57$ ), como é possível na figura 6C.

Uma das hipóteses para o coeficiente de correlação ter se elevado de 0,27 para 0,40 entre a análise diária (média móvel de 3 dias) e a mensal, pode ser pelo fato de que parte das obstruções são percebidas pelos usuários somente após o término das chuvas, pois a ocorrência de enxurradas pode sobrepor os extravasamentos de esgoto nos PV's, tornando-os imperceptíveis no período de chuvas. Outra possibilidade seria o tempo decorrido entre o refluxo ou ocorrência de obstrução de esgotos no imóvel e a percepção do usuário. Por último, pode ser considerado que há um tempo entre a ocorrência de chuvas e o acúmulo de materiais carregados pelas águas pluviais que infiltram no sistema de esgotamento sanitário de maneira irregular.

Como foi observado no presente estudo, durante o período chuvoso há uma maior quantidade de obstruções de esgoto. A água pluvial pode entrar por diferentes vias, sendo que uma das principais é através de

ligações clandestinas da água de chuva captadas nos telhados e quintais das moradias. Esse tipo de contribuição indevida de água pluvial é mais comum em áreas mais antigas das cidades, como é o caso da região central do município de Avaré (FESTI, 2005). Segundo Festi (2005), algumas ações que podem ser adotadas visando a redução dessa contribuição indevida e, conseqüentemente, dos transtornos em decorrência desse evento, especialmente durante o período chuvoso, são: programas de conscientização da população, intensificação da fiscalização impedindo essa prática, adoção de sistemas de bombeamentos em imóveis de soleira baixa para escoamento de águas pluviais e pavimentos permeáveis. Essas práticas são cabíveis no município de Avaré, ajudando a reduzir o lançamento de água de chuva nas redes coletoras de esgoto.

#### **4 CONCLUSÃO**

O município de Avaré apresenta uma baixa cobertura de drenagem e um elevado índice de obstrução de esgoto, quando comparado com outros municípios do mesmo porte. Esses fatores causam uma série de transtornos aos munícipes, à empresa responsável pelo saneamento do município e ao meio ambiente. Nota-se que durante os períodos de chuva ocorre um aumento do número de casos de obstrução no sistema de esgotamento sanitário de Avaré, provocando vários transtornos à população avareense. Portanto, partindo-se da premissa de que o aumento da pluviosidade provoca um aumento na quantidade de obstruções no sistema de coleta de esgotos, esse trabalho teve como objetivos analisar a influência da pluviosidade na quantidade de registros de desobstrução de esgoto no município de Avaré, além de verificar a intensidade da relação entre essas duas variáveis. Para tanto, foram realizadas análises estatísticas comparando os dados de pluviosidade e da quantidade de registros de desobstrução de esgotos realizadas durante as estações chuvosa e seca. Além disso, foi aplicado um teste de correlação a fim de avaliar a intensidade da relação entre essas variáveis.

A aplicação do teste não paramétrico Wilcoxon-Mann-Whitney, assim como a análise de correlação de Pearson confrontando os dados de serviços de desobstruções com os dados de pluviosidade do município de Avaré, corroboram com a hipótese deste trabalho em que se observa uma maior quantidade de obstruções no sistema de esgoto nos períodos em que há maior ocorrência de precipitação. No entanto, avaliando-se a alteração da correlação obtida nos períodos diários, mensais e anuais, percebe-se a existência de um *delay* entre a ocorrência de chuvas e o acatamento do evento de obstrução de esgoto. Isso, provavelmente, se deve ao fato de que as enxurradas se sobrepõem aos extravasamentos ocorridos nas redes coletoras de esgoto, dificultando a percepção do problema pela população, e da demora na percepção e no registro da ocorrência da obstrução no imóvel pelo usuário.

Por fim, espera-se que esse trabalho auxilie na tomada de decisão para a realização de ações que visem a prevenção de obstruções do sistema de esgoto, além da otimização do sistema de esgotamento sanitário do município, trazendo uma melhor qualidade de vida a população ao mesmo tempo em que se preserva o meio ambiente.



## REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
2. BEVILACQUA, N. **Materiais de tubulações utilizadas em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários. Estudo de caso da área norte de São Paulo**. 2006. 169 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
3. CASONATO, Heloísa. Chuva forte deixa ruas alagadas e carros ficam 'ilhados' em Avaré. **G1 Itapetininga e região**, Itapetininga, 30 de jan. de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/noticia/2020/01/30/ruas-de-avare-ficam-alagadas-durante-temporal.ghtml>. Acesso em: 18 abr. 2021.
4. CLIMATE-DATA.ORG. **Avaré clima**. 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/avare-34912/>. Acesso em: 14 mai. 2021.
5. COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 567 p.
6. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Coleta de esgotos**. 2021. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=50>. Acesso em: 26 abr. 2021.
7. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Entupimentos em tubulações de esgoto crescem 26 % durante período de chuva**. 2017. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=7329>. Acesso em: 02 mai. 2021.
8. EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA). **Ações indevidas aumentam obstruções da rede de esgoto no período chuvoso**. 2020. Disponível em: <http://www.embasa.ba.gov.br/index.php/conteudo-multimidia/noticias/2555-acoes-indevidas-aumentam-obstrucoes-da-rede-de-esgoto-no-periodo-chuvoso>. Acesso em: 25 abr. 2021.
9. FESTI, A. V. Águas de chuva na rede de esgoto sanitário—suas origens, interferências e consequências. *In*: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Campo Grande, 2005.
10. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: Funasa, 2007. 408 p.



11. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015. 642 p.
12. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.
13. GOMES, F. C. **Decantação acelerada: alternativa para o tratamento de vazão excedente de esgoto - estudo na ETE Martim de Sá (Caraguatatuba/SP)**. 2010. 197 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Avaré**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/avare/panorama>. Acesso em: 26 abr. 2021.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índices de nomes geográficos**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 399 p.
16. MORADORES convivem com esgoto a céu aberto em rua da Brabância. **A voz do vale**, Avaré, 19 de ago. de 2020. Disponível em: <https://avozdovale.com.br/online/moradores-convivem-com-esgoto-a-ceu-aberto-em-rua-da-brabancia/>. Acesso em: 15 mar. 2021.
17. REVISTA DAE. **Água da chuva e esgoto devem escoar por caminhos diferentes**. 2016. Disponível em: <http://revistadae.com.br/site/noticia/11876-Agua-da-chuva-e-esgoto-devem-escoar-por-caminhos-diferentes>. Acesso: 27 abr. 2021.
18. ROSSI, Marina. Crise hídrica no Estado de São Paulo: “Resta água para apenas 38 dias”. **El país**, São Paulo, 26 de set. de 2014. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2014/09/26/politica/1411739708\\_069324.html?outputType=amp](https://brasil.elpais.com/brasil/2014/09/26/politica/1411739708_069324.html?outputType=amp). Acesso em: 02 jun. 2021.
19. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Mapa de indicadores de águas pluviais urbanas**. 2019. Disponível em: [http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/aguas\\_pluviais/mapa-aguas-pluviais](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/aguas_pluviais/mapa-aguas-pluviais). Acesso: 27 abr. 2021.
20. TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. 548 p.
21. TUCCI, C. E. M. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **REGA**, Porto Alegre, v.13, n.1, p.29-42, 2016.