



AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA ÁGUA DE CHUVA NA VAZÃO AFLUENTE EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA CIDADE DE PALMAS (TO)

Maurício Alves de Paiva ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA (2018). Servidor público da Universidade Federal do Tocantins desde 2015.

Dalton Cardozo Bracarense ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela École Nationale des Ponts et Chaussées e Universidade Federal de Minas Gerais (2012). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (2016). Professor no Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA e Responsável de Engenharia na BRK Ambiental | Saneatins.

Wendel da Silva Vieira de Sousa ⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Tocantins (2016). Assistente Técnico de Engenharia a serviço da BRK Ambiental | Saneatins.

Endereço: ⁽¹⁾ Quadra 207 Sul, Alameda 02, QI 03 Lote 29 Apto 07 – Plano Diretor Sul – Palmas – Tocantins. CEP: 77000-000 – Brasil – Tel: +55 (63) 99225-5125 - e-mail: mauricioapaiva@gmail.com.

RESUMO

O presente trabalho discute o impacto da água de chuva na vazão afluente à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Norte, em Palmas (TO), tendo em vista os problemas causados pela interferência de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário. Este trabalho foi realizado por meio do levantamento dos dados da vazão afluente à ETE Norte e de dados pluviométricos da cidade de Palmas (TO), ambos entre os períodos de janeiro de 2015 a dezembro de 2017. Dessa forma buscou-se relacionar o aumento da vazão afluente à estação com a incidência de chuvas na região. A metodologia empregada foi dividida nas seguintes fases: coleta de dados pluviométricos; histórico de vazão afluente à ETE Norte; seleção e caracterização dos dados coletados; determinação dos eventos pluviométricos; estimativa da contribuição pluviométrica na ETE e, por fim, a definição de uma equação matemática que relacionasse a precipitação e a vazão afluente à estação. Os resultados desta pesquisa permitiram a obtenção de hidrogramas representativos da situação da ETE em diferentes eventos pluviométricos, o estabelecimento da contribuição pluviométrica no sistema de tratamento e a obtenção de uma equação matemática que permitiu correlacionar a precipitação com a vazão afluente à estação.

PALAVRAS-CHAVE: Vazões Afluentes, Águas pluviais, Tratamento de Esgoto.

INTRODUÇÃO

O esgoto é definido como uma mistura contendo água e matéria orgânica, caracterizado pelos produtos gerados durante os processos de transformação da água potável em água de serviço e pela presença de dejetos. Sua composição volumétrica predominante é composta por 99,9% de água e 0,1% de matéria orgânica. O esgoto caracteriza-se, portanto, como a forma de retorno de uma água tratada após ser utilizada para um determinado fim. Para restabelecer o balanço hídrico e retornar a água utilizada para o corpo hídrico, faz-se o tratamento dos efluentes. Este processo tem como objetivo desfazer essa mistura de água e matéria orgânica devolvendo à natureza um líquido que não polua ou contamine o meio ambiente (VON SPERLING, 1996).

Contudo, a implantação do tratamento de esgoto, que inclui os processos de coleta, transporte, tratamento e disposição final do efluente tratado, depende de investimentos a curto, médio e longo prazo em toda a infraestrutura urbana. Nos últimos anos, essa política pública manteve-se em foco devido a aprovação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) proposto pelo Ministério das Cidades (2015) que estabelece, para um horizonte nos próximos 15 anos, o atendimento de 92% dos domicílios com serviços de rede coletora ou fossa séptica.



Além disso, deve-se ressaltar que o atendimento ao saneamento básico no Brasil ainda está longe da meta estabelecida pelo PLANSAB, haja vista que apenas 50,7 % da população, o que representa 102,7 milhões de pessoas, estão conectadas às redes de coleta de esgoto. Desse total coletado, apenas 42,67% são efetivamente tratados (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

Da mesma forma, paralelamente aos investimentos realizados, o sistema implantado também deve garantir a eficiência na prestação dos serviços. Nesse aspecto é importante que seja estabelecido uma rede de esgotamento sanitário que se adeque à realidade local com uma relação custo-benefício aceitável. Atualmente esses sistemas são distinguidos em três formas: o sistema combinado, parcialmente combinado e sistema separador absoluto. A principal diferença existente entre esses sistemas refere-se ao transporte de águas de chuva e das águas residuais em uma mesma rede coletora. No sistema combinado, são transportadas as águas de chuva e as águas residuais em uma mesma tubulação; no sistema parcialmente combinado apenas uma parcela da água de chuva escoia junto com o esgoto; e no sistema separador absoluto existem tubulações distintas para conduzir a água pluvial e as águas residuais (AZEVEDO NETTO ET AL., 1998; TSUTIYA E BUENO, 2005).

O Brasil, desde 1912, utiliza o sistema separador absoluto como modelo ideal para dimensionamento das estações de tratamento de esgoto. Com a independência entre as tubulações para as diferentes águas de serviço, este sistema não considera o lançamento das águas de chuva no dimensionamento das redes. Entretanto, mesmo que as águas pluviais não devessem chegar às redes de sistemas separadores absolutos, por vezes estão presentes, refletindo diretamente no aumento das vazões nas redes e estações de tratamento, devido à fatores como: defeitos nas instalações, ligações clandestinas e falta de fiscalização (AZEVEDO NETTO, 1979; AZEVEDO NETTO ET AL., 1998). Dessa forma tem-se que, embora dimensionados para um sistema separador absoluto, os sistemas brasileiros atuam, na realidade, no regime parcialmente combinado, o que gera refluxos, sobrecarga nas estações elevatórias e prejudicam o funcionamento das estações de tratamento (TSUTIYA E BUENO, 2004; FESTI, 2005).

Os danos no tratamento causado pelo lançamento de água de chuva na rede coletora de esgoto trazem problemas na infraestrutura de rede sanitária e nas esferas ambientais e de saúde pública. Esse prejuízo pode ser traduzido no desgaste prematuro dos componentes do sistema e no seu colapso devido à sobrecarga ao qual fica submetido. São esses os distúrbios responsáveis pela extravasão e a consequente redução da eficiência no tratamento, caracterizada por um lançamento do efluente excedente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) sem tratamento adequado no corpo receptor (PEREIRA ET AL., 2003; SILVA ET AL., 2009).

Baseado nesse princípio, o estudo proposto partiu do princípio de que um aumento inesperado verificado na vazão afluente à ETE devido a água da chuva, faz com que essa estação trabalhe em situações de sobrecarga, comprometendo a eficiência no tratamento efetuado. Consequentemente, essas ocorrências seriam observadas nos dias de maiores vazões de esgoto que coincidiriam com os dias de maiores índices pluviométricos.

Desse modo, foi imprescindível que fosse conhecida a influência das águas pluviais na vazão afluente à ETE, de forma a criar subsídios que auxiliassem a tomada de decisão para ações mitigadoras desse aporte indevido. A presente pesquisa procurou mensurar o impacto dessa contribuição indevida na vazão afluente à uma Estação de Tratamento de Esgotos, especificamente na área da ETE Norte na cidade de Palmas (TO) e contribuir para uma melhor compreensão e do impacto desse fenômeno no Sistema de Esgotamento Sanitário local, tendo em vista a inexistência de realização de pesquisas semelhantes.

OBJETIVOS

No presente artigo, buscou-se avaliar o impacto da água de chuva na vazão afluente à Estação de Tratamento de Esgotos ETE Norte na cidade de Palmas (TO). A partir desta avaliação foi possível analisar em paralelo: os hidrogramas dos eventos pluviométricos, calcular a taxa de contribuição de águas pluviais na vazão efluente à ETE e o coeficiente de variação para esta vazão e, com base nos dados coletados, foi possível estabelecer uma relação entre a precipitação e a vazão afluente à Estação de Tratamento de Esgoto.



METODOLOGIA

O trabalho é baseado em um estudo de caso da Estação de Tratamento de Esgoto Norte, em Palmas (TO). Esta estação é operada pela BRK Ambiental/Saneatins e localiza-se no município de Palmas (TO), nas coordenadas geográficas 10°08'50" S e 48°21'29 W. A ETE encontra-se em operação desde o ano 2000 quando possuía um sistema composto por um módulo com reator anaeróbico e lagoa facultativa. Em 2013, com o aumento da população atendida, passou por uma ampliação e teve a adoção de um novo processo de tratamento, baseado em uma associação entre Reatores UASB e o sistema de Lodos Ativados. A Figura 1 apresenta uma vista aérea com a atual conjuntura da ETE Norte.



Figura 1: Vista aérea da ETE Norte (GOOGLE, 2018).

Coleta de dados pluviométricos e de vazão de efluente

O início dos trabalhos deu-se a partir da obtenção dos índices pluviométricos da região de estudo. A pesquisa considerou os dados fornecidos por uma estação pluviométrica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada nas coordenadas 10°11'24.0"S e 48°18'00.0"W, na região sul de Palmas (TO). Posteriormente, foram classificados os eventos de chuva em períodos de tempo seco e chuvoso, conforme apontado no método desenvolvido por Metcalf e Eddy (1991 apud FESTI, 2006).

Essa classificação de parâmetros pluviométricos foi necessária para que se determinasse a vazão média na estação de tratamento no tempo seco e no tempo chuvoso. A escolha por esta metodologia deu-se por ser um procedimento usualmente utilizado nas pesquisas similares realizadas no Brasil (TSUTYIA e BUENO, 2004). Metcalf e Eddy (1991 apud FESTI, 2006), a partir de um levantamento de dados de eventos de chuva, desenvolveram uma classificação diária dos dias chuvosos significativos, chuvosos não-significativos, úmidos e secos de acordo com o índice pluviométrico precipitado, conforme indicado na Tabela 1 abaixo.



Tabela 1: Classificação de eventos de chuva segundo Metcalf e Eddy (1991 apud FEST, 2006).

Evento	Simbologia	Descrição
Chuvoso	C	Ocorrência de precipitação total diária superior a 10 mm
Úmido	U	Dois dias subsequentes às datas de ocorrência de qualquer evento chuvoso significativo
Chuvoso não-significativo	N	Ocorrência de precipitação diária inferior a 10mm
Seco	S	Todos os períodos que não se enquadram nos três casos anteriores e que apresentam ocorrência de precipitação inferior a 4 mm

Representando uma outra parcela de fatores essenciais para o desenvolvimento deste estudo, as vazões afluentes à ETE Norte foram obtidas junto à BRK Ambiental/Saneatins, a partir dos registros das rotinas operacionais diárias disponíveis.

Tanto os dados de precipitação como as vazões do sistema de esgoto foram coletados em períodos semelhantes, compreendidos entre 01 de janeiro de 2015 e 13 de dezembro de 2017. Após a confecção do espaço amostral, os dados foram tratados e, em seguida, foi realizada uma associação entre os eventos de chuva registrados com os eventos de vazões medidos na ETE.

Contribuição pluviométrica na vazão da ETE

Como forma de estimar a contribuição pluviométrica na vazão da ETE adotou-se a proposição de Tsutiya e Bueno (2004). Este método estabelece que a contribuição pluviométrica é resultado da subtração das vazões médias decorrentes no tempo seco com as vazões que ocorrem no tempo chuvoso, conforme pode ser verificado na Equação 1 abaixo.

Da mesma forma, a Equação 2, Equação 3 e Equação 4 são correlações oriundas da Equação 1 que representam, respectivamente, a contribuição pluviométrica, o seu percentual em relação a vazão de tempo seco, a taxa de contribuição pluviométrica por km de rede coletora e o coeficiente de variação de vazão.

$$\bar{Q}_{cp} = \bar{Q}_{chuvoso} - \bar{Q}_{seco} \quad \text{equação (1)}$$

$$Q_{cp\%} = \left(\frac{\bar{Q}_{cp}}{\bar{Q}_{seco}} \right) * 100 \quad \text{equação (2)}$$

$$T_{cp} = \frac{\bar{Q}_{cp}}{L} \quad \text{equação (3)}$$

$$C_{\Delta Q} = \frac{\bar{Q}_{chuvoso}}{\bar{Q}_{seco}} \quad \text{equação (4)}$$

Relação entre precipitação e vazão afluente à ETE

Para a avaliação da relação entre as variações de vazões na Estação de Tratamento de Esgoto e os índices pluviométricos obtidos com os parâmetros calculados, foram realizadas as análises dos parâmetros com base na correlação de Pearson. Desse modo, procurou-se estabelecer uma equação que mostrasse a relação direta entre as duas variáveis envolvidas a partir de análises de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De posse dos índices pluviométricos do período de estudo, iniciou-se a classificação dos eventos segundo a metodologia de Metcalf e Eddy. A Figura 2 apresenta o resultado do levantamento quantitativo dos dias em que foram registrados cada um dos eventos pluviométricos citados.

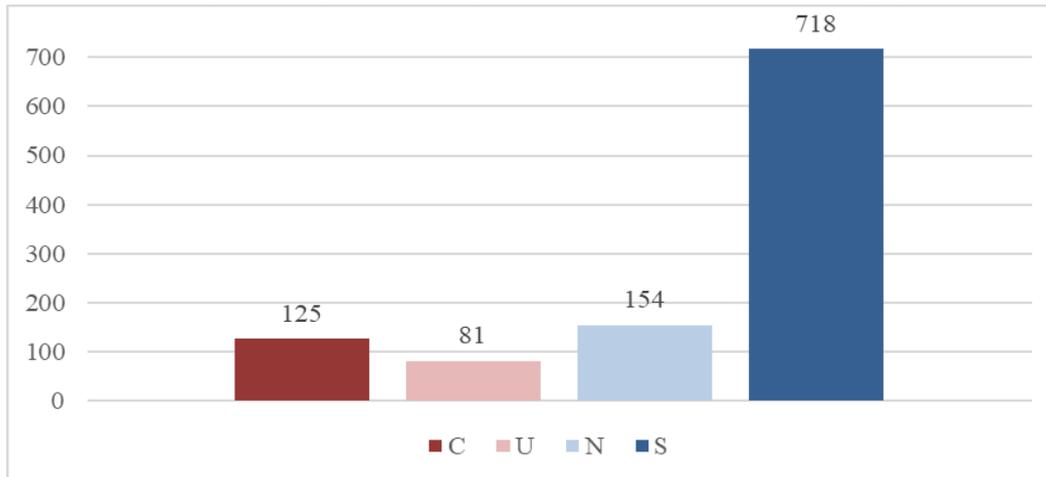


Figura 2: Registro dos eventos pluviométricos segundo metodologia proposta por Metcalf e Eddy (1991 apud FESTI, 2006).

Com base nos dados encontrados concluiu-se que, dos dias compreendidos no período de 01 de janeiro de 2015 a 13 de dezembro de 2017, apenas 11,6% dos eventos foram chuvas com índices pluviométricos superiores a 10 mm. Por outro lado, em 66,6% dos dias, houve a ocorrência do período seco, ou seja, sem chuva ou com chuva de até 4 mm. Um outro fator importante a ser destacado dentre as ocorrências registradas foi que o evento de chuva mais significativo teve uma precipitação acumulada de 132,20 mm.

Vazão afluente à ETE Norte

Após classificar cada evento compreendido no período de estudo foi então possível montar os hidrogramas de tempo seco e de tempo chuvoso. Esses dados foram consolidados ao longo do tempo, utilizando de dados horários de vazão afluente à ETE em épocas secas e, separadamente, em épocas chuvosas. A Figura 3 mostra o hidrograma de tempo seco da ETE Norte ao longo do dia.

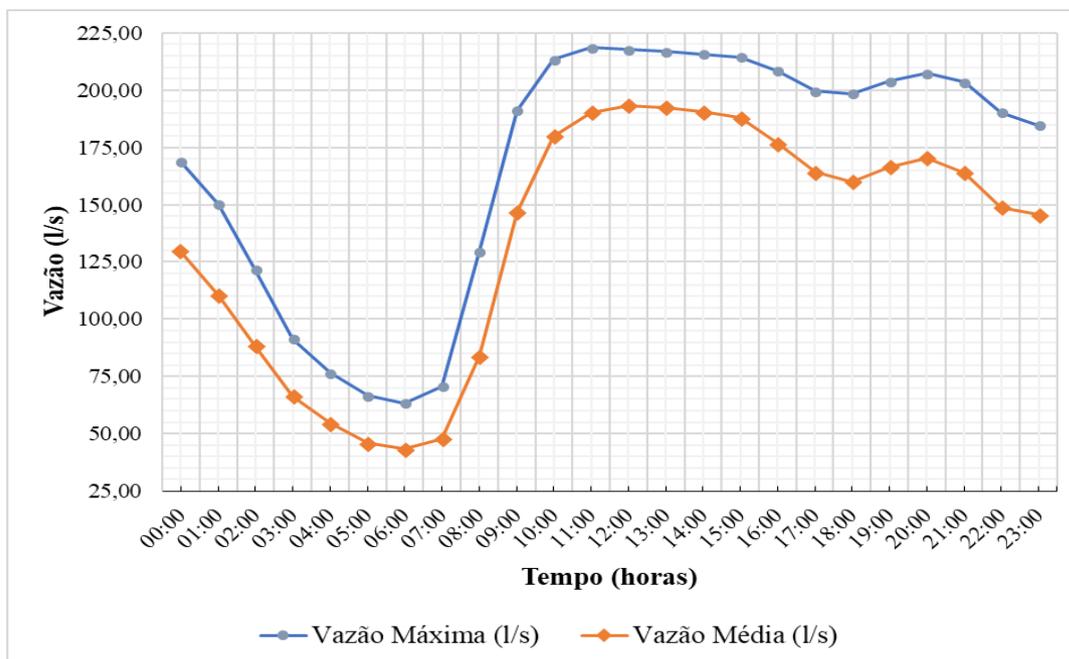


Figura 3: Hidrograma de vazões médias e máximas da ETE Norte no período seco.

O hidrograma apresentado tem o formato semelhante aos hidrogramas de variação de vazão típicos em uma Estação de Tratamento de Esgoto. A vazão atinge valores máximos por volta do meio dia, caracterizando a



hora de maior consumo e, no período noturno, apresenta valores mínimos nas primeiras horas da madrugada, caracterizando a hora de menor consumo.

Da mesma forma, utilizando os dados obtidos durante os dias registrados como chuvosos, foi construído um hidrograma específico deste evento pluviométrico. A variação de vazão do período chuvoso é apresentada na Figura .

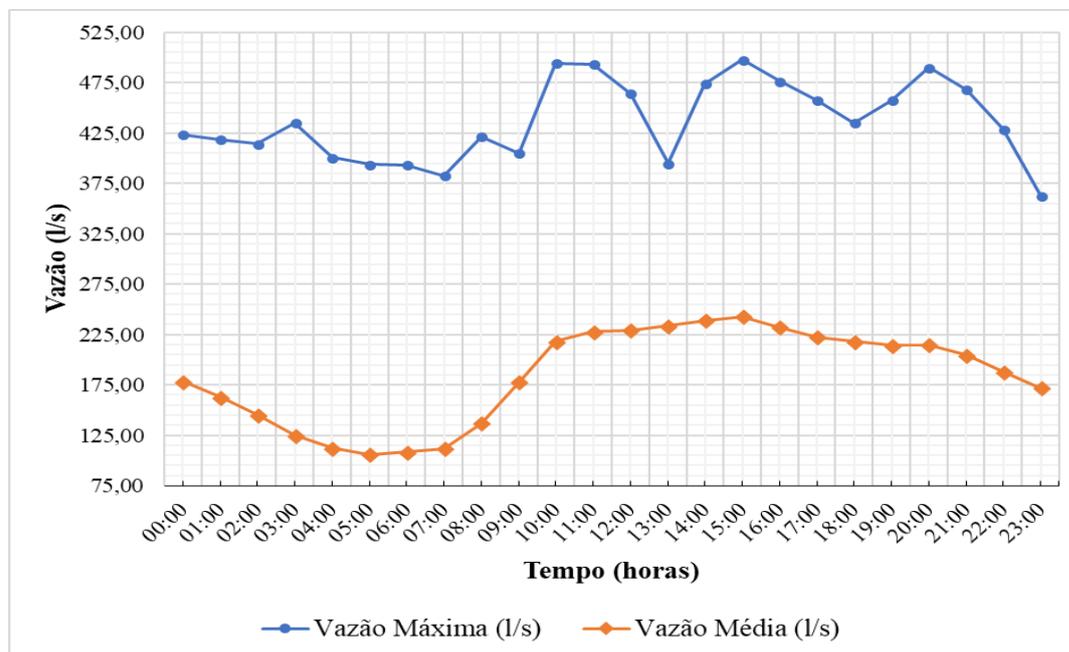


Figura 4: Hidrograma de vazões médias e máximas da ETE Norte no período chuvoso.

Diferentemente do hidrograma de tempo seco, observou-se que o hidrograma para os períodos de chuva não possui um comportamento típico da variação diária de vazões em uma estação de tratamento. Esse hidrograma apresentou, na verdade, uma curva média sem grandes oscilações de vazões do efluente incidido na ETE. Este intervalo existente entre as vazões médias do período chuvoso e o período seco contribuíram com a suspeita de um aporte indevido de água de chuva na rede coletora de esgotos.

Em termos de demanda tem-se que a vazão máxima do período seco registrou o valor de 218,52 l/s, sendo que a média diária deste mesmo período foi de 135,30 l/s. Por outro lado, a vazão máxima registrada no período chuvoso foi de 497,80 l/s enquanto que a sua vazão média diária obtida é de 184,16 l/s. Essa diferença pode ser melhor representada pelos hidrogramas da Figura 5 abaixo, apresentado as vazões médias na estação nos períodos seco e chuvoso.

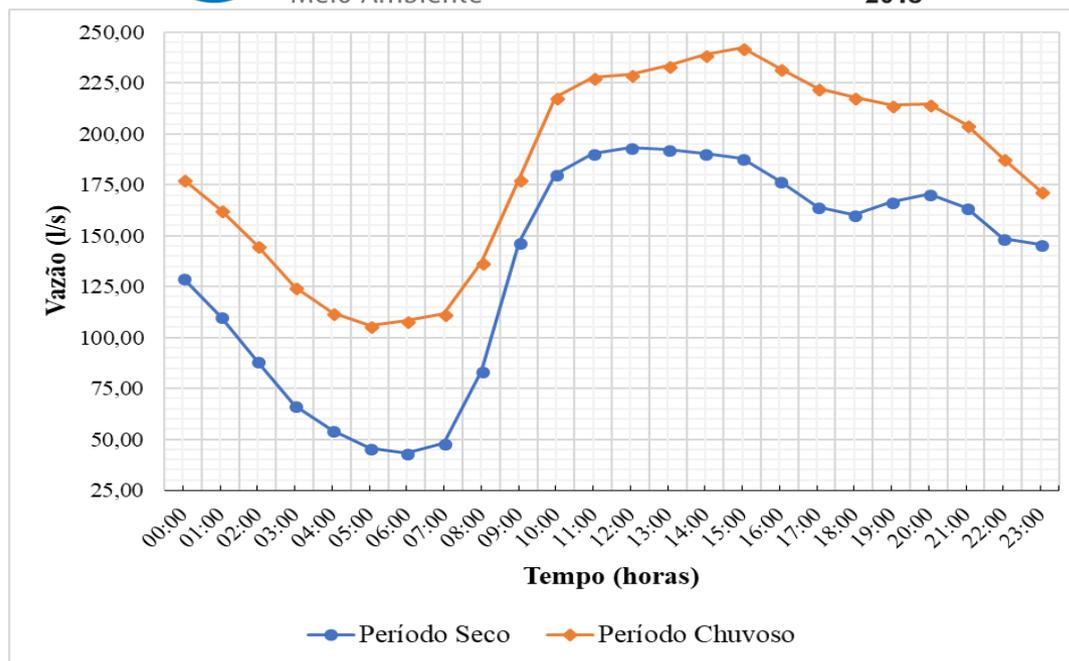


Figura 5: Hidrograma de vazões médias da ETE Norte nos períodos seco e chuvoso.

Após uma análise simultânea entre as curvas de vazões de tempo seco e chuvoso, foi possível perceber a existência de contribuição pluvial na vazão medida na entrada da ETE Norte, mostrando que o sistema de esgotamento sanitário contribuinte para a ETE Norte de Palmas (TO) não funciona como separador absoluto, assim como inúmeros outros sistemas distribuídos por todo o país. Essa condição foi certificada a partir das altas variações de contribuição pluviométrica encontradas nesses períodos, atingindo picos de 58,72% e índices médios de 36,11% ou 48,8 l/s na vazão final afluente à estação.

Contribuição pluviométrica na vazão da ETE

Conforme as equações anteriormente apresentadas, foram calculadas a contribuição pluviométrica na vazão afluente à estação e o seu percentual em relação à vazão média do tempo seco, o coeficiente de variação da vazão de contribuição e a taxa de contribuição das águas pluviais, admitindo-se uma rede coletora com comprimento total de 1.266 km, segundo informações fornecidas pela BRK Ambiental/Saneatins. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Parâmetros de Vazão Contribuinte calculados

Parâmetro	Unidade	Valor
Qcp méd	l/s	46,86
Qcp	%	36,11
Tcp	l/s*km	0,038
CΔQ		1,36

A partir desses resultados concluiu-se que, em média, o aporte de água de chuva contribuinte para o aumento da vazão de esgoto sanitário é de 36,11% ou cerca de 48,9 l/s. Dessa contribuição foi possível identificar uma taxa média de contribuição de águas pluviais de 0,038 l/s*km.

Por sua vez, a análise de todos os dados obtidos durante o evento citado apresentou variações compreendidas entre 6% e 58,72%, o que resultou em um intervalo de vazões contribuintes entre 8,02 e 79,45 l/s com uma taxa de contribuição pluviométrica podendo alcançar cerca de 0,063 l/s*km. É importante destacar que, por se trabalhar com vazões médias, esses dados não destacaram os picos de vazões que eventualmente tenham ocorrido. Dessa forma, os dados médios de vazão amortizam quaisquer registros discrepantes que, para um estudo mais complexo, poderiam representar períodos de retorno do evento pluviométrico.



Relação entre a precipitação e a vazão afluente à ETE

Para a determinação da relação entre precipitação e vazão afluente à ETE, foram calculadas as contribuições pluviométricas dos dias chuvosos, com base na variação do índice pluviométrico registrado em cada evento e plotados conforme apresentado na Figura 6.

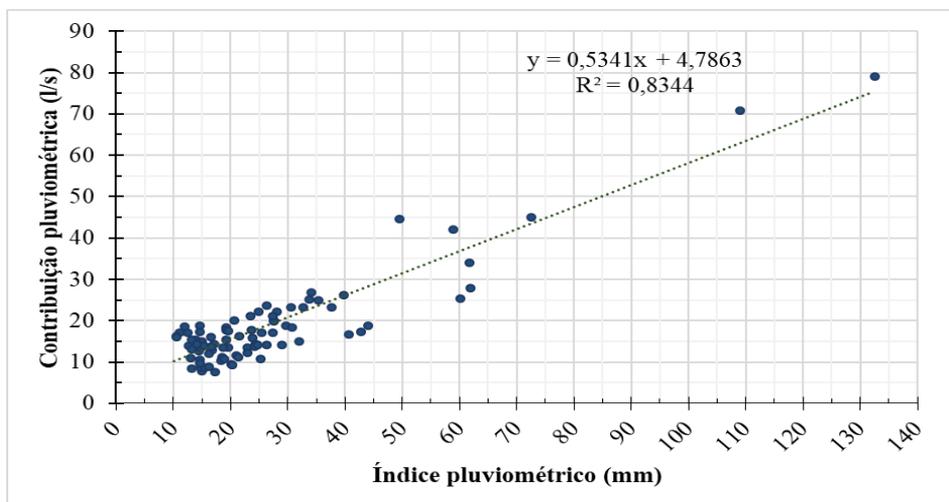


Figura 6: Qcp em relação ao índice pluviométrico para a ETE Norte na cidade de Palmas (TO).

Analisando os resultados, pôde-se observar, a aceitabilidade das duas hipóteses levantadas inicialmente. Pois a primeira é que, de fato, a água de chuva aumentou consideravelmente a vazão afluente à ETE e, conseqüentemente, os dias de maiores vazões de esgotos foram coincidentes com os dias de maiores índices pluviométricos

Assim, verificou-se uma relação linear existente entre Qcp e a altura precipitada, conforme apresentado na Equação 5 abaixo. Esta análise apresentou coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,8344, isto significa que 83,44% da variável dependente (y) consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo (x).

$$y = 0,5341x + 4,7863$$

equação (5)

CONCLUSÃO

A avaliação do aporte indevido de águas pluviais às redes coletoras de esgotos revelou-se importante devido às ligações clandestinas no sistema consistirem um problema da maioria das redes de esgotos sanitários no Brasil, o que traz prejuízos significativos na operação do sistema, uma vez que o efeito da mistura (águas pluviais + esgotos sanitários) repercute nas condições físicas e biológicas do tratamento.

A aquisição dos dados e a confecção dos hidrogramas permitiram que se fizessem as análises de vazões da estação nos períodos seco e chuvoso, que apresentaram em média, vazões de 135,30 l/s e 184,16l/s, respectivamente. Do mesmo modo, as vazões máximas apresentadas foram de 218,52 l/s no período seco e 497,80 l/s no período chuvoso. Essa diferença registrada entre as vazões, em diferentes eventos pluviométricos, reforçou o indício de uma contribuição de vazões pluviométricas na rede coletora da ETE Norte.

Apesar dos resultados da pesquisa constatarem uma grande variação da contribuição pluviométrica na vazão afluente à ETE Norte, com picos de 58,72% e índices médios de 36,11% ou 48,8 l/s, esses valores ainda são baixos quando comparados com os sistemas de outras cidades. Esse fator aponta que a rede possuiria baixo número de ligações clandestinas ou poucos danos estruturais ao longo da rede coletora.

Para comprovar a contribuição pluviométrica em diferentes eventos climáticos, foi estabelecida uma relação entre a elevação da Vazão de Contribuição Pluviométrica (Qcp) e o aumento da altura precipitada, que apontou uma relação direta de proporcionalidade entre as duas variáveis. A partir dessa condição foi possível



estabelecer uma relação linear que conseguiu representar, em mais de 80%, os eventos de variação das vazões a partir dos diferentes índices pluviométricos da região.

Com as observações e os resultados obtidos neste trabalho, concluiu-se que há um aumento de contribuição de esgoto afluente à ETE Norte no período chuvoso, mostrando que o sistema de esgotamento sanitário da ETE Norte de Palmas (TO) não trabalha como separador absoluto – mesmo que dimensionado para tal –, assim como inúmeros outros sistemas distribuídos pelo país, conforme pesquisas realizadas.

Percebeu-se então que, o acréscimo percentual sobre a vazão máxima em tempo seco, iria depender da atuação da prestadora de serviços de saneamento em controlar as ligações de águas pluviais no sistema de esgoto sanitário. Conforme citado por Azevedo Netto (1979), sem esse controle o sistema separador absoluto perderia muito de sua razão de existir.

No intuito de proporem soluções mitigadoras para os impactos causados pela chuva na operação das Estações de Tratamento de Esgoto, sugerem-se ações a curto, médio e longo prazo. Dentre elas, podemos destacar a realização de um amplo trabalho investigativo de ligações clandestinas de águas pluviais na rede de esgotos, campanhas de conscientização da comunidade em relação ao lançamento das águas de chuvas na rede de esgoto sanitário, realização de inspeções estruturais na rede coletora para identificação de danos e avarias no trecho, separação tarifária da água e do esgoto como fator inibidor do descarte irregular nas redes e a realização de melhoria no sistema de drenagem pluvial pelo poder público, por meio da implantação da macro e micro drenagem.

Por fim, sugere-se que outros trabalhos sejam realizados de forma similar nas demais ETES a nível municipal, com o objetivo de possibilitar um diagnóstico completo da influência da água de chuva na vazão de esgotos coletada pelo sistema de esgotamento de Palmas (TO).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R. DE; ITO, A. E. Manual de hidráulica, v. 8a Ed., 669 p., 1998.
2. AZEVEDO NETTO, J. M. Contribuições Indevidas para a Rede de Esgotos. Revista DAE, v. no 120, 3 p., 1979.
3. BRASIL, Instituto Trata Brasil. Estudo Trata Brasil “Ranking do Saneamento – 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 15/9/2017.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, mais saúde, qualidade de vida e cidadania. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/plansab>>. Acesso em: 09 maio 2018.
5. FESTI, A. V. Águas de chuva na rede de esgoto sanitário – suas origens, interferências e consequências. 23o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Campo Grande/MS, 16 p., 2005.
6. PEREIRA, C. E. B.; SOARES, S. R. A.; SAMPAIO, S. P.; BERNARDES, R. S. Efeito do aporte de águas pluviais ao sistema de esgotos sanitários: Variação da vazão afluente à estação de tratamento de esgotos. 22o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville/SC, n. 1, 2003.
7. SILVA, É. V.; SILVA, E. H. B. C.; SANTOS, Q. R. DOS. Avaliação do lançamento de águas pluviais na rede de esgoto: estudo de caso no bairro serraria Brasil – Feira de Santana – BA. XVI Seminário de Iniciação Científica - Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana - BA, p. 664–672, 2009.
8. TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil. Seminários Redes de Esgoto Sanitários e Galerias de Águas Pluviais: Interferências e Interconexões - São Paulo, n. 1, 6 p., 2004
9. TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Estado de São Paulo. 23o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Campo Grande/MS, n. 1, 12 p., 2005
10. VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2a ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG., 1996.