

## **II-1242 - ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO, A CARGA AFLUENTE E A EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS EM ETES DE DIFERENTES PORTES E TIPOLOGIAS DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - GO**

**Núbia de Deus dos Reis Almeida<sup>(1)</sup>**

Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins. Graduanda em Química Industrial pela Universidade Estadual de Goiás – Campos Anápolis – GO. Estagiária da Saneago.

**Susane Campos Mota Angelim<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (PPGEMA/UFG). Engenheira Civil da Saneago.

**Pedro Lindstron Wittica Cerqueira<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Positivo. Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (PPGERHA/UFPR). Gerente de tratamento de esgotos na SANEAGO-GO.

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Rua 90-A, s/n, Setor Sul, Goiânia - GO - CEP: 74175-120 - Brasil - Tel: (62) 3283-5719 - e-mail: [pedrolwc@saneago.com.br](mailto:pedrolwc@saneago.com.br).

### **RESUMO**

As características do esgoto afluente às Estações de Tratamento variam em função de diversos aspectos das bacias de contribuição e interferem diretamente nas condições operacionais dessas estações, especialmente no que tange aos Sólidos Suspensos Totais (SST). No presente trabalho teve-se como objetivo encontrar relações entre a vazão e a carga de SST afluentes, bem como entre a vazão e a eficiência de remoção de SST, nas ETES do município de Goiânia-GO, esperando-se que essas relações fossem diretamente e inversamente proporcionais, respectivamente. Utilizou-se, como método, análise gráfica e do coeficiente do Pearson para comparação dessas variáveis. Encontraram-se resultados de correlação positiva variando de fraca (0,12) a moderada (0,69) para a relação vazão x carga de SST afluente e correlações negativas fracas (-0,12) a médias (-0,41) para a relação da vazão com a eficiência de remoção de SST. Concluiu-se que existem relações lineares entre essas variáveis, porém, há uma série de fatores que interferem na força dessas relações, tais como tipologia de tratamento e grau de saturação das ETES.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgoto; Concentração de sólidos; Parâmetros de dimensionamento.

### **INTRODUÇÃO**

O município de Goiânia-GO possui cerca de 80 % de atendimento com coleta e tratamento de esgotos. Esse esgoto é tratado em 05 estações de tratamento de esgotos (ETEs) distribuídas na cidade, de diferentes tipologias e portes, variando de 4 a 2.290 L/s de capacidade instalada. As características dos esgotos que chegam às ETES variam em função de diversos fatores, tais como hábitos e condições econômicas da população, região atendida, atividades industriais, condições climáticas, entre outros. Nesse contexto, destaca-se que os sólidos presentes no esgoto detêm especial relevância, pois todos os contaminantes presentes no esgoto são atrelados à presença deles, seja na forma dissolvida, coloidal ou em suspensão (VON SPERLING, 2014).

Os sólidos suspensos totais (SST), particularmente, costumam possuir uma relação direta com o teor de matéria orgânica presente no esgoto. A depender dos fatores citados acima, destacando-se a ocorrência de chuvas, a concentração de SST no esgoto bruto pode variar, com uma faixa típica de 120 a 360 mg/L (JORDÃO E PESSÔA, 2017). Por consequência, varia-se também a carga de sólidos que chega às estações.

A remoção dos sólidos nas estações de tratamento de esgotos torna-se, portanto, o principal objetivo das mesmas, já que ao removê-los, purifica-se a água que será devolvida ao meio ambiente. A remoção dos sólidos em suspensão é, na maioria das vezes, realizada pelo processo de sedimentação e costuma ser o principal aspecto no controle operacional de ETES. Nesse sentido, destaca-se a relevância da vazão, pois a mesma

determinará o tempo de detenção e, por conseguinte, poderá influenciar na eficiência da sedimentação (DACACH, 1991).

Uma das formas de verificar se existem relações entre as variáveis é através do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), que indica se há uma relação linear diretamente proporcional ( $r > 0$ ) ou inversamente proporcional ( $r < 0$ ). Quanto mais o valor se aproxima de 1 ou -1, mais forte é essa correlação, ao passo que valores próximos de zero indicam fraca ou nula correlação; já valores entre 0,3 e 0,7 indicam correlações médias ou moderadas (FIGUEIREDO FILHO; DA SILVA JÚNIOR, 2009).

Com base no exposto, no presente trabalho buscou-se analisar, para as ETEs do município de Goiânia, duas questões principais: a) Se há relação linear direta (positiva) entre a vazão e a carga de sólidos afluente às ETEs; b) Se há relação linear indireta (negativa) entre a vazão e a eficiência de remoção de SST nessas estações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho consistiu em analisar graficamente os dados de vazão, carga afluente e eficiência de remoção de SST de cinco ETEs do município de Goiânia – GO, bem como utilizar o coeficiente de Pearson ( $r$ ), para encontrar correlações entre essas variáveis. Quanto à vazão, utilizou-se a vazão relativa, calculada pelo percentual entre a vazão operacional e a vazão de projeto de cada ETE, possibilitando assim uma análise mais ampla, em que se leva em conta as condições hidráulicas das estações. Avaliaram-se, portanto, as seguintes relações:

- ✓ Vazão relativa e carga de sólidos suspensos totais afluente;
- ✓ Vazão relativa e eficiência de remoção de sólidos suspensos totais.

Foram utilizados os dados de vazão e sólidos suspensos totais (SST) do período de janeiro/2020 a julho/2022 (30 meses), de cada uma das ETEs. Entretanto, entre março e outubro de 2020 houve dados de SST afluente apenas da ETE Dr. Hélio Seixo de Britto, uma vez que as amostragens nas demais ETEs foram suspensas devido à situação de pandemia do COVID-19. As características principais de cada ETE estão resumidas na Tabela 1, a seguir.

**Tabela 1 – Informações gerais das Estações de Tratamento de Esgoto de Goiânia-GO**

ETE	Dr. Hélio Seixo de Britto	Parque Atheneu	Aruanã	Campos Dourados	Buena Vista
<b>Tipologia</b>	Primário Quimicamente Assistido	Lagoas de Estabilização	Lagoas de Estabilização	UASB + FBAS (compacta)	UASB + FBAS (compacta)
<b>Vazão de projeto (L/s)</b>	2.290	90	36	9	4

Notas: UASB = Upflow Anaerobic Sludge Blanket; FBAS = Filtro Biológico Aerado Submerso

Utilizou-se o software LibreOffice para os cálculos e a plotagem das relações acima mencionadas. As coletas de amostras nas ETEs foram realizadas pelos operadores das mesmas e encaminhadas ao Laboratório Central de Esgotos da SANEAGO, o qual possui implementada a ISO IEC/17025. As vazões foram anotadas também pelos operadores das estações e disponibilizadas para a elaboração do trabalho.

## RESULTADOS OBTIDOS

A seguir são apresentados os gráficos obtidos a partir dos dados de cada ETE e, em seguida, uma tabela resumo com os coeficientes de Pearson obtidos para as relações em análise.

A ETE HSB (Figura 1) operou, no período de estudo, com vazões relativas entre 50% e 77%, com média de 65%.

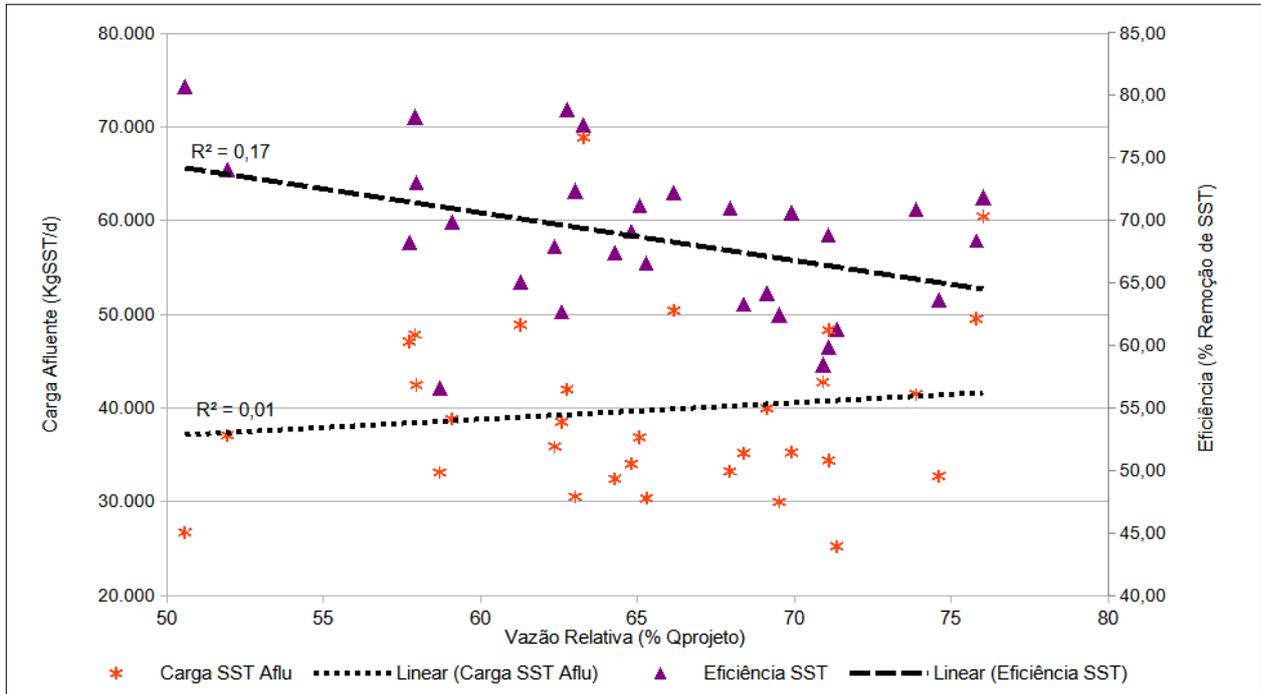


Figura 1 – Carga afluente e eficiência de remoção de sólidos em função da vazão relativa da ETE HSB.

A ETE Parque Atheneu (Figura 2) operou, no período de estudo, com vazões relativas entre 91% e 128%, com média de 107%.

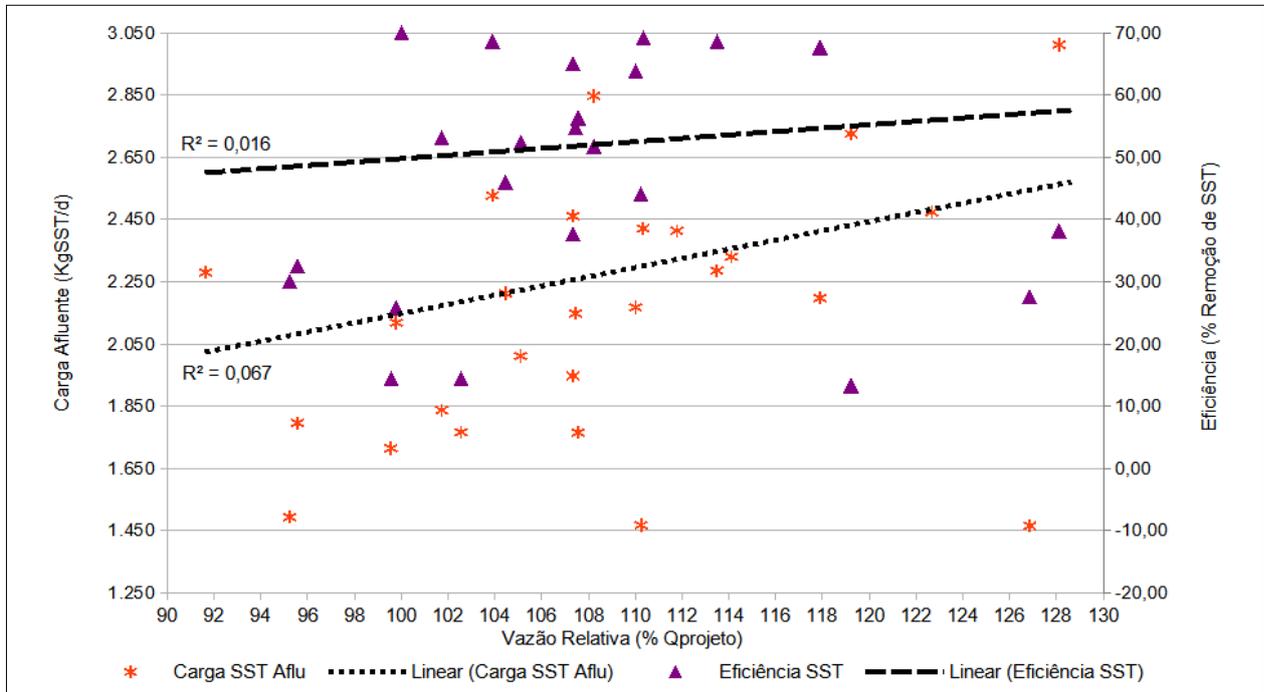
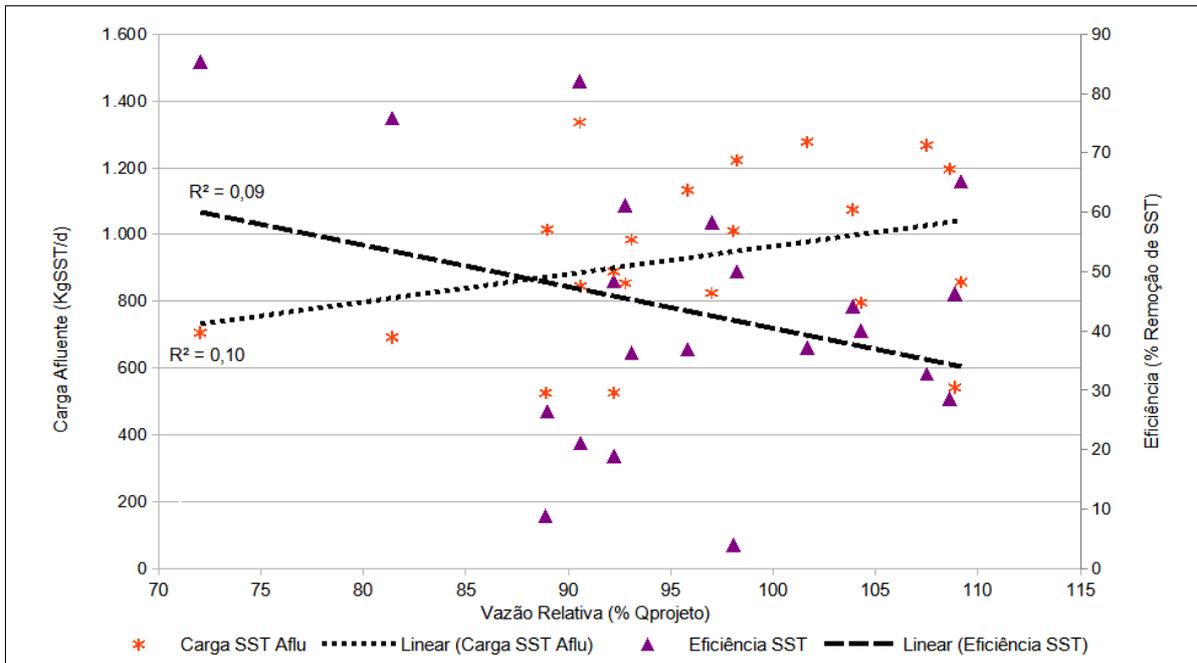


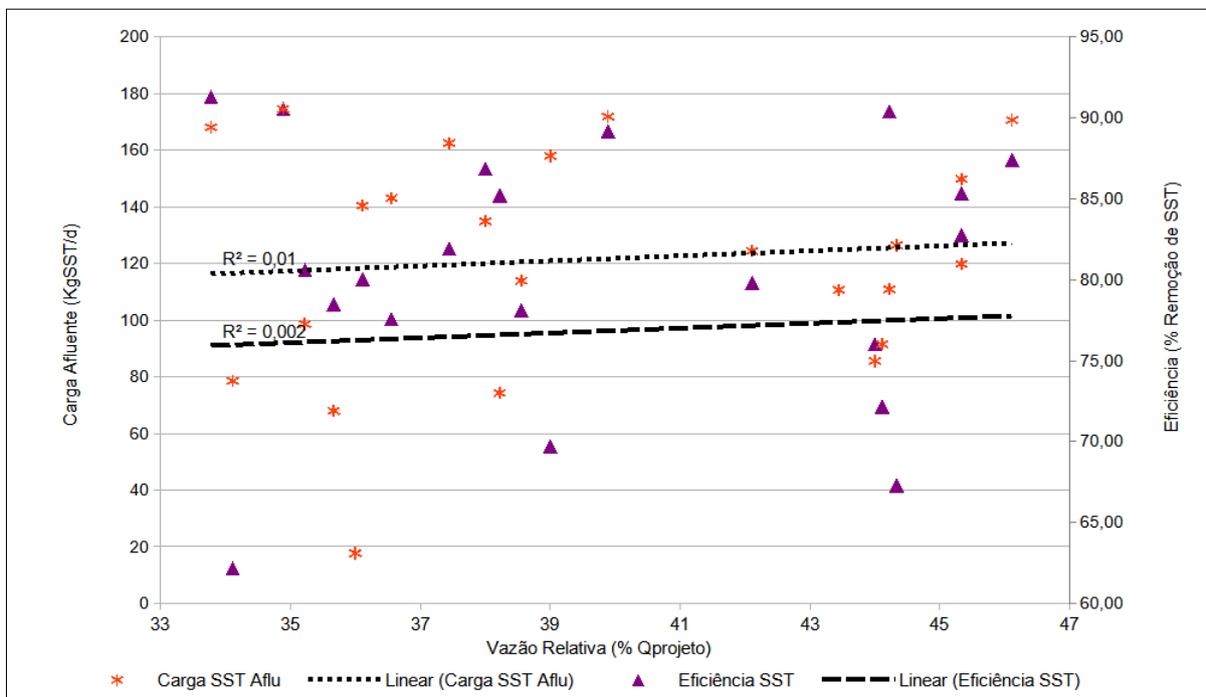
Figura 2 – Carga afluente e eficiência de remoção de sólidos em função da vazão relativa da ETE Parque Atheneu.

A ETE Aruanã (Figura 3) operou, no período de estudo, com vazões relativas entre 72% e 113%, com média de 98%.



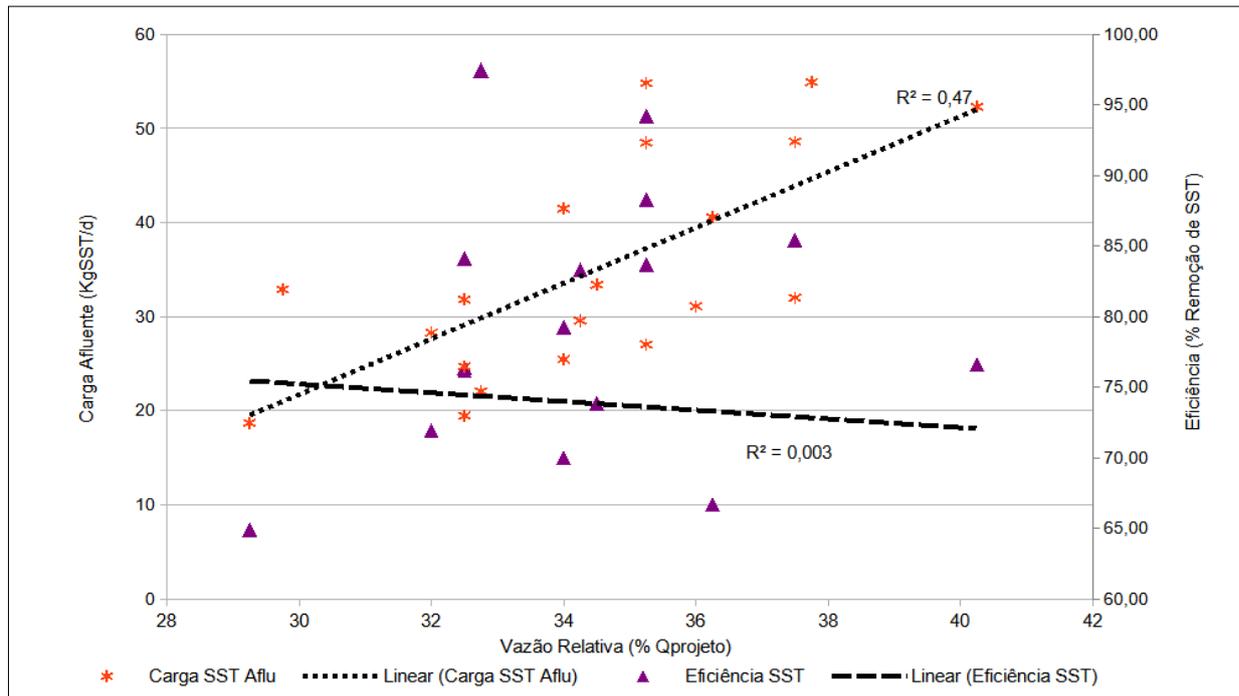
**Figura 3 – Carga afluente e eficiência de remoção de sólidos em função da vazão relativa da ETE Aruanã.**

A ETE Buena Vista (Figura 4) operou, no período de estudo, com vazões relativas entre 34 % e 46 %, com média de 40 %.



**Figura 4 – Carga afluente e eficiência de remoção de sólidos em função da vazão relativa da ETE Buena Vista.**

Por fim, a ETE Campos Dourados (Figura 5) operou, no período de estudo, com vazões relativas entre 29% e 40%, com média de 34%.



**Figura 5 – Carga afluente e eficiência de remoção de sólidos em função da vazão relativa da ETE Campos Dourados.**

Na Tabela 2, a seguir, apresentam-se os resultados obtidos dos coeficientes de correlação de Pearson entre a vazão relativa e as variáveis analisadas, bem como as vazões relativas de cada ETE.

**Tabela 2 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis de estudo.**

Coeficiente de Person (r)	ETE				
	HSB	Parque Atheneu	Aruanã	Buena Vista	Campos Dourados
Vazão relativa média no período (%)	65	107	98	40	34
(a)	0,12	0,26	0,32	0,09	0,69
(b)	-0,41	0,13	-0,30	0,04	-0,06

Notas: (a) Correlação da vazão relativa com a carga de SST afluente à ETE; (b) Correlação da vazão relativa com a eficiência da ETE.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 1. ETE HSB

No período avaliado a correlação da carga de SST afluente com a vazão relativa (correlação CxQ) para a ETE HSB foi positiva fraca ( $r=0,12$ ), mostrando que é pouco relacionada linearmente. Faz-se necessário considerar outros fatores que também influenciam a carga de sólidos suspensos afluente à estação, tais como aumento da população, variação do per capita de SST, variações do consumo de água e lançamentos de água pluviais.

Embora haja aplicação de produtos químicos auxiliares da decantação nessa ETE, o que pode ser preponderante na eficiência de remoção de sólidos, a correlação da eficiência de remoção de SST com a vazão relativa (correlação ExQ) foi relativamente expressiva, com coeficiente negativo moderado ( $r=-0,41$ ) para operação a 65 % de sua capacidade hidráulica.

## 2. ETE PARQUE ATHENEU

A ETE Parque Atheneu também apresentou correlação CxQ positiva fraca ( $r=0,26$ ), para vazão relativa média de 107 %. Quanto à correlação ExQ, o resultado foi positivo fraco ( $r=0,13$ ), contrariando os resultados das demais ETEs, mesmo com vazão relativa da mesma ordem.

## 3. ETE ARUANÃ

Na ETE Aruanã a carga de SST afluyente também foi influenciada pela vazão, com correlação CxQ linear positiva moderada ( $r=0,32$ ). Quanto à correlação ExQ, verificou-se coeficiente negativo moderado ( $r=-0,30$ ), o que pode estar associado ao fato da ETE operar em seu limite de capacidade, com vazão relativa de 98%.

## 4. ETE BUENA VISTA

As correlações CxQ e ExQ foram ambas desprezíveis (respectivamente, 0,09 e 0,04) para a ETE Buena Vista, com vazão relativa média de 40 %, indicando não haver boas relações lineares entre cada uma delas.

Quanto à carga de SST afluyente, podem ser considerados os pontos mencionados para a ETE HSB. Já para a eficiência, pode-se inferir que, devido à ETE ter operado com folga, possui maior capacidade de absorver picos de vazão, não sofrendo assim perdas de eficiência linearmente ao aumento do caudal.

## 5. ETE CAMPOS DOURADOS

A ETE Campos Dourados apresentou correlação CxQ positiva moderada ( $r= 0,69$ ), operando com vazão relativa de 34%. Acredita-se que o coeficiente mais forte dessa ETE deve-se ao fato do sistema ser do tipo condomínio fechado de pequeno porte, com área de abrangência bem definida, população constante e próximo da ETE, onde há baixa interferência de outros fatores na carga de sólidos e indicativo de pouca contribuição de água de chuva.

A correlação ExQ mostrou-se desprezível ( $r=-0,06$ ), o que também pode ser associado à ETE operar abaixo da sua capacidade, como na ETE Buena Vista.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pela análise gráfica e do coeficiente do Pearson entre as variáveis encontraram-se resultados de correlação positiva entre vazão e carga de SST afluyente, conforme esperado, mas variando de fraca ( $r=0,12$ ) a moderada ( $r=0,69$ ), havendo um caso de correlação desprezível ( $r=0,09$ ), não tendo-se observado uma relação direta com o porte da bacia de contribuição.

Já as correlações entre vazão e eficiência de remoção de SST oscilaram entre coeficientes de Pearson negativos para 2 ETEs, com resultados de correlação moderada ( $r= -0,30$  e  $r= -0,41$ ), associadas a maiores vazões relativas, e correlações praticamente nulas para 2 ETEs ( $r= -0,06$  e  $r=0,04$ ), associadas a menores vazões relativas. Também foi encontrada correlação positiva fraca ( $r=0,13$ ) para uma ETE. Concluiu-se que, embora existam relações lineares entre essas variáveis, há uma série de outros fatores que interferem na força dessas relações, tais como tipologia de tratamento e principalmente o grau de saturação das ETEs.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DACACH, N. G. Tratamento primário de esgotos. Rio de Janeiro: Editora Didática e Científica, 1991.
2. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 8ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 2017. 916 p.
3. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4ª edição. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Volume 1)
4. FIGUEIREDO FILHO, D. B.; DA SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ )\*. Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009.