



INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE DAS CHUVAS E DO CONSUMO PER CAPITA DE ESGOTO NA CONCENTRAÇÃO DE DQO AFLUENTE ÀS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ

Ruam Magalhães da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Saneamento pela Universidade Federal do Ceará (DEHA/UFC). Engenheiro de Controle Operacional da Companhia de Água e Esgoto do CEARÁ (Cagece).

Jane Mary Targino Moreira⁽²⁾

Tecnóloga em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental (Centec). Pós-graduação em Auditoria e Perícia Ambiental (Fafire) e em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos (IFCE). Técnica em Saneamento (Cagece).

Ana Carolina de Carvalho⁽³⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo IFCE, Engenheira Civil e especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Estácio FIC. Atuação durante 3 anos como Coordenadora de Controle e Desenvolvimento Operacional da Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE. Atualmente Coordenadora de Combate às Perdas de Água da Companhia.

Romildo Lopes de Oliveira Filho⁽⁴⁾

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC. Mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Faculdade Integrada do Ceará - FIC. Supervisor de Licenciamento Ambiental na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

César Augusto Chaves e Sousa Filho⁽⁵⁾

Engenheiro de Produção Mecânica pela Universidade do Ceará. Mestre em Logística e Pesquisa Operacional (GESLOG/UFC). Engenheiro I (Cagece).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Lauro Vieira Chaves, 1030 – Vila União - Fortaleza - CE - CEP: 60422-901 - Brasil - Tel: (85) 3101-1874 - e-mail: ruam.silva@cagece.com.br

RESUMO

A concentração dos parâmetros afluentes à estação de tratamento de esgoto e a oscilação desses valores ao longo do ano constituem fatores importantes a serem considerados na definição da tecnologia de tratamento do esgoto na etapa de projeto e posteriormente no controle operacional das estações. No Ceará, essas variações são ainda mais observadas dadas as particularidades do clima e a irregularidade pluviométrica. Diante disso, foram selecionadas 15 ETE's para verificar por meio da estatística descritiva e dos coeficientes de correlação se as variações sazonais na concentração da DQO em decorrência do consumo per capita e do regime de chuvas eram relevantes para ensejar melhorias nas estações. Concluiu-se que no primeiro semestre a concentração de DQO diminui com o aumento das infiltrações de água pluvial na rede coletora e com a diminuição do consumo per capita da população. Já no segundo semestre ocorre exatamente o oposto. Todavia, essas variações não foram relevantes para provocar melhorias na capacidade de tratamento das ETE's analisadas, uma vez que a tecnologia adotada atualmente está apta a trabalhar com variações dessa natureza.

PALAVRAS-CHAVE: Sazonalidade, Concentração de DQO, Estações de Tratamento de Esgoto

INTRODUÇÃO

A concentração dos parâmetros afluentes à estação de tratamento de esgoto e a oscilação desses valores ao longo do ano são fatores importantes a serem considerados na definição da tecnologia de tratamento na etapa de projeto e posteriormente no controle operacional das estações. Segundo Jordão e Pessoa (2017), esses parâmetros são afetados em grande medida pela região atendida, pelas atividades desenvolvidas, hábitos de higiene, nível socioeconômico e por inúmeras causas comportamentais.

Com especial relevância, a vazão de esgoto influi diretamente na massa de poluentes presentes no esgoto, assim como na eficiência das unidades de tratamento e na avaliação dos impactos no meio ambiente (VON SPERLING,



2014). Um dos principais constituintes da vazão, o consumo per capita de esgoto, é bastante variável, com fatores ligados aos hábitos higiênicos e culturais da comunidade, os controles exercidos sobre o consumo, o valor da tarifa e a existência ou não de subsídios sociais ou políticos, abundância ou escassez de mananciais, a intermitência ou regularidade de abastecimento, a temperatura média da região, a renda familiar, os índices de industrialização, a intensidade e tipo de atividade comercial, entre outros (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011).

Tsutiya e Alem Sobrinho (2011) salientam ainda que outro fator influente na determinação das vazões de esgoto são as contribuições indevidas originárias do subsolo ou do encaminhamento clandestino de águas de chuva. A NBR 9649 recomenda que apenas as contribuições originárias do subsolo sejam consideradas na elaboração dos projetos hidráulico-sanitários das redes coletoras. Conforme alerta Nuvolari *et al* (2011), a rigor, as águas pluviais não deveriam chegar aos coletores de sistemas do tipo separador absoluto. Mas, na realidade sempre chegam, não somente devido aos defeitos das instalações, mas devido às ligações clandestinas, à falta de fiscalização e à negligência. Jordão e Pessoa (2017) também observam a correlação entre a concentração de DBO e SST e a vazão de chuva e de infiltração na rede.

Dada a importância do acompanhamento da sazonalidade dos parâmetros afluentes às estações de tratamento e a relevância de fatores como pluviometria e consumo per capita, o Ceará possui particularidades que tornam análises como estas ainda mais necessárias. Segundo informações do IPECE (2017), o estado apresenta clima predominantemente Tropical Quente Semiárido ou Tropical Quente Semiárido Brando em 154 dos 184 municípios. Possui características de escassez e irregularidade pluviométrica associado a altas taxas de evapotranspiração, condições que tornam o estado susceptível ao fenômeno das secas. Os recursos hídricos apresentam-se, em sua maioria, insuficientes e intermitentes.

Além disso, o território cearense conta com um índice de cobertura de esgoto de 42,68%, atendendo aproximadamente 2,4 milhões de pessoas no estado. No total, os cearenses contam com 279 estações de tratamento de esgoto. Em Fortaleza, o índice de cobertura alcança 62,39% e a cidade possui cerca de 58% de todas as estações de tratamento de esgoto do estado (CAGECE, 2020).

Diante de um cenário com irregularidade pluviométrica, recursos hídricos intermitentes, problemas de abastecimento e um número elevado de ETE's para realizar serviços operacionais e de manutenção, faz-se necessário avaliar o impacto da oscilação dessas variáveis na eficiência de tratamento das estações e propor soluções adequadas à realidade cearense.

OBJETIVOS

Este trabalho visa analisar a relação existente entre o Índice Pluviométrico, o Consumo Per Capita de Esgoto da população e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) afluente às estações de tratamento de esgoto no período de 2017 a 2019 no Ceará. Constatada essa correlação, será verificado se as variações sazonais na concentração de DQO em decorrência dessas variáveis são relevantes para ensejar melhorias na tecnologia adotada atualmente no estado: reatores UASB seguidos de filtro aerado submerso e decantação secundária, projetados para tratamento de efluentes com DQO afluente média de 1.000 mg/L.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração desse estudo foram selecionadas 15 estações de tratamento com reatores UASB seguidos de filtro aerado submerso e decantadores secundários, distribuídas em 8 municípios do estado do Ceará: Fortaleza, Horizonte, Itaitinga, Jericoacoara, Juazeiro, Maracanaú, Pacajus e Quixadá. Além disso, foram selecionados 3 parâmetros para representar o regime de chuvas, a geração de esgoto sanitário e a quantidade de matéria orgânica no sistema. O período de abrangência dos dados variou de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.

Para representar o regime de chuvas no estado, adotou-se o Índice Pluviométrico médio mensal, fornecido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). Este índice é calculado em milímetros e indica a quantidade de chuva por metro quadrado em determinado local e em determinado período. Se o índice pluviométrico de um determinado local foi de 100 mm mensal, por exemplo, é o



equivalente a dizer que em uma caixa aberta com 1 m² de base o nível da água atingiu 100 mm de altura naquele mês.

Para representar a quantidade de esgoto produzida nos sistemas de esgotamento sanitário, foi utilizado como medida indireta o Consumo Per Capita de Esgoto em L/hab.dia. Os valores foram obtidos a partir da divisão entre o consumo mensal hidrometrado de água de cada município e o número de economias que cada um possuía, considerando ainda um coeficiente de retorno de 80%. Os dados necessários ao cálculo deste parâmetro foram obtidos na Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) e no Perfil Básico Municipal do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Para representar as variações na concentração de matéria orgânica no sistema, foi utilizada como parâmetro a Demanda Química de Oxigênio (mg/L) afluente às estações de tratamento de esgoto. Conhecida como DQO, mede a quantidade de oxigênio necessária para degradar quimicamente a matéria orgânica. Este é um dos constituintes de maior relevância no tratamento do esgoto e com maior número de dados coletados pela companhia de saneamento no período analisado.

Os dados dos dois primeiros parâmetros (Índice Pluviométrico e Consumo Per Capita) foram fornecidos por município, enquanto para o parâmetro DQO os dados estavam tabulados por estações de tratamento. A fim de uniformizar a base de comparação, as 15 ETE's do parâmetro DQO foram agrupadas pelos municípios onde estavam situadas. Do total de 8 municípios, 7 correspondiam a uma única estação. Apenas em Fortaleza foi necessário fazer uma média dos dados de suas 8 estações a fim de representar um único valor para o município.

Preliminarmente à estatística descritiva dos dados, foi necessário verificar se os parâmetros escolhidos apresentavam valores extremos, ou *outliers*. Para a identificação e exclusão desses dados, utilizou-se um teste empírico aplicado por Oliveira (2006) que consiste na determinação de limites inferior e superior, sendo estes calculados a partir do primeiro e do terceiro quartil da série de dados, denominados de quartil inferior e superior, respectivamente. Assim, para todos os municípios foram calculados os limites de cada parâmetro. Caso o valor observado ficasse abaixo do limite inferior ou acima do limite superior, era considerado um *outlier* e, portanto, eliminado do conjunto de dados analisados.

Após a remoção dos *outliers*, foram calculadas as principais medidas de tendência central e de dispersão dos dados de cada parâmetro e município, tais como: média aritmética, desvio padrão, coeficientes de variação, valores máximos e mínimos, quartis inferior e superior. A estatística descritiva além de ter fornecido um panorama dos valores médios e do grau de variabilidade dos dados, também serviu para auxiliar na comparação com valores comumente reportados pela literatura para os mesmos parâmetros.

Por fim, para avaliar o grau de relação entre os parâmetros foi calculado o coeficiente de correlação entre o Índice Pluviométrico e a DQO Afluente, e entre esta e o Consumo Per Capita para cada município, para cada ano e o total global. O coeficiente de correlação indica como estão relacionadas duas variáveis, mas não indica necessariamente uma relação de causa e efeito entre as variáveis.

O coeficiente fica situado entre -1,0 e 1,0. Quanto mais próximo de -1,0 mais próximo de uma correlação negativa perfeita (à medida que uma variável aumenta, a outra diminui proporcionalmente). Quanto mais próximo de 1,0 mais próximo de uma correlação positiva perfeita (à medida que uma variável aumenta, a outra também aumenta proporcionalmente). Um coeficiente de correlação 0,0 significa que não há absolutamente nenhuma correlação entre duas variáveis. Em seguida foram elaborados gráficos mostrando como foi o comportamento das variáveis ao longo dos meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva do índice pluviométrico mensal dos 8 municípios do estudo. A média global foi de 113,10 mm por mês, com valor mínimo de 0,00 mm e valor máximo de 782,80 mm. Fortaleza, Itaitinga e Jericoacoara apresentaram os maiores índices, com média de 151,22, 130,20 e 130,27 mm, respectivamente. Já Quixadá e Juazeiro do Norte apresentaram os menores índices, com médias de 68,49 e 76,60 mm, respectivamente.



O coeficiente de variação (CV) dos municípios, ou seja, a relação percentual entre o desvio padrão e a média dos valores, variou entre 102,62% e 136,23%. Isso indica que o grau de dispersão dos dados de chuva é bem elevado. Em Fortaleza, por exemplo, o desvio padrão de 156,50 mm representou 103,50% (CV) da média 151,22 mm. Assumindo-se que os dados seguem uma distribuição normal de probabilidades, constata-se que a maioria das ocorrências ficou situada entre um desvio padrão acima e abaixo da média, ou seja, entre 0,00 mm e 307,72 mm ($151,22 \pm 156,50$).

Tabela 1: Estatística descritiva do índice pluviométrico mensal dos municípios (mm)

Parâmetros	Fortaleza	Horizonte	Itaitinga	Jijoca de Jericoacoa	Juazeiro do Norte	Maracanaú	Pacajus	Quixadá
Média	151,22	121,48	130,20	130,07	76,60	128,40	90,36	68,49
Desvio Padrão	156,50	136,99	148,86	177,19	82,31	131,76	101,22	78,67
Coef. de Variação	103,50%	112,77%	114,33%	136,23%	107,45%	102,62%	112,01%	114,85%
1º Quartil	7,40	12,00	6,28	1,85	0,00	3,10	3,60	0,40
3º Quartil	238,50	194,50	209,98	206,63	137,40	207,90	161,40	117,30
Máximo	519,80	481,50	593,90	782,80	256,80	422,00	388,00	300,40
Mínimo	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ainda conforme Tabela 1, os valores mínimos indicaram ausência de chuvas em 7 dos 8 municípios. Como dito anteriormente, o Ceará apresenta clima predominantemente Tropical Quente Semiárido e uma irregularidade pluviométrica característica. Nos primeiros meses no ano (janeiro, fevereiro, março, abril e maio) as chuvas são mais acentuadas, mas no segundo semestre a ocorrência é quase inexistente, como é possível ver pela Figura 1.

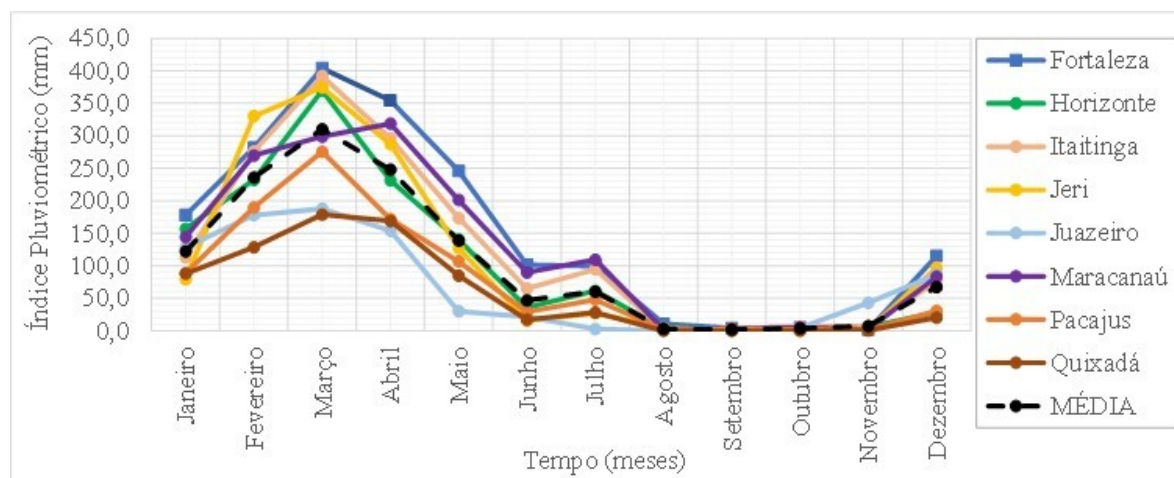


Figura 1: Gráfico de índice pluviométrico ao longo dos meses para os municípios

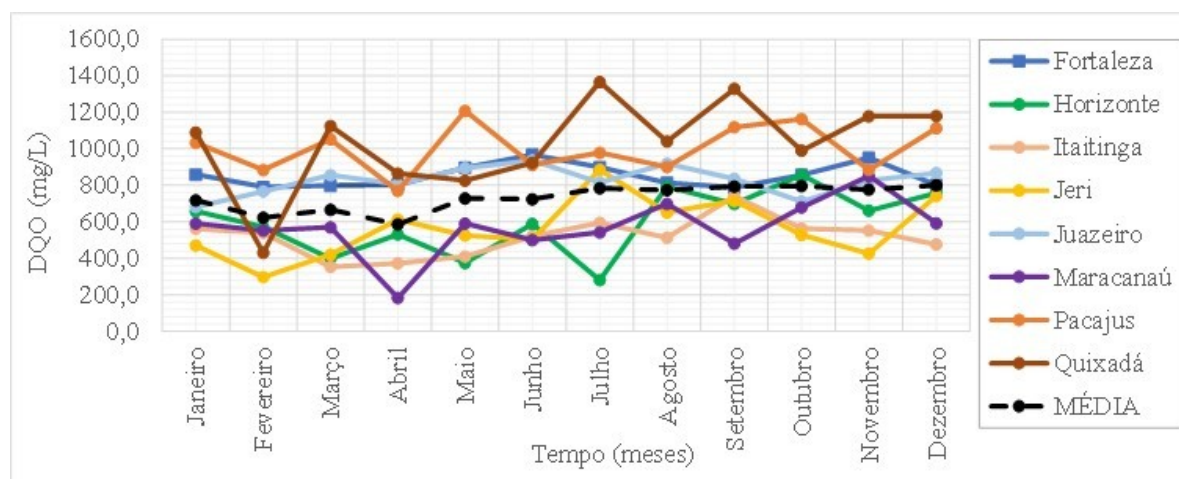
A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva da concentração de DQO afluente mensal para cada município. A média global foi de 731,29 mg/L, com valor mínimo de 133,95 mg/L e valor máximo de 1.664,84 mg/L. Pacajus e Quixadá apresentaram as maiores concentrações, com média de 1.002,19 e 1.064,87 mg/L, respectivamente. Itaitinga, Jericoacoara e Maracanaú apresentaram as menores concentrações, com média de 506,78, 572,36 e 563,29 mg/L, respectivamente. Esses valores obtidos estão acima do valor médio de 400 mg/L reportado por Jordão e Pessoa (2017) e 600 mg/L reportado por Von Sperling (2014). As faixas encontradas também são mais amplas que as faixas reportadas pelos mesmos autores: 200 a 800 mg/L e 450 a 800 mg/L, respectivamente.

O coeficiente de variação (CV) dos municípios variou entre 13,71% e 46,64%, indicando que para alguns a variabilidade das concentrações foi bem mais acentuada do que para outros. Utilizando Fortaleza novamente como exemplo, o desvio padrão de 136,71 mg/L representou 16,05% (CV) da média 851,96 mg/L. Assumindo-se novamente que os dados seguem uma distribuição normal de probabilidades, é possível afirmar que a maioria das ocorrências em Fortaleza ficou concentrada entre 715,25 mg/L e 988,67 mg/L, ou seja, entre um desvio padrão acima e abaixo da média ($851,96 \pm 136,71$).

**Tabela 2: Estatística descritiva da DQO Bruta mensal dos municípios (mg/L)**

Parâmetros	Fortaleza	Horizonte	Itaitinga	Jijoca de Jericoacoa	Juazeiro do Norte	Maracanaú	Pacajus	Quixadá
Média	851,96	611,72	506,78	572,36	827,43	563,29	1002,19	1064,87
Desvio Padrão	136,71	285,33	165,28	222,73	113,42	223,75	275,82	245,52
Coef. de Variação	16,05%	46,64%	32,61%	38,91%	13,71%	39,72%	27,52%	23,06%
1º Quartil	762,41	368,48	424,72	390,97	729,35	431,14	798,16	893,82
3º Quartil	929,25	825,45	619,18	689,99	915,44	712,52	1183,50	1201,63
Máximo	1217,60	1150,13	1010,46	1138,00	1028,63	981,05	1664,84	1528,29
Mínimo	594,99	133,95	171,84	241,60	630,39	174,73	556,91	430,05

A Figura 2 apresenta o comportamento da DQO Afluente durante os 12 meses do ano. Visualmente é possível notar uma leve tendência de aumento da concentração do primeiro para o segundo semestre em torno de 200 mg/L, como mostra a linha preta tracejada que representa a média em cada mês. Destaque para Quixadá, onde esse padrão foi mais pronunciado.

**Figura 2: Gráfico de DQO Afluente ao longo dos meses para os municípios**

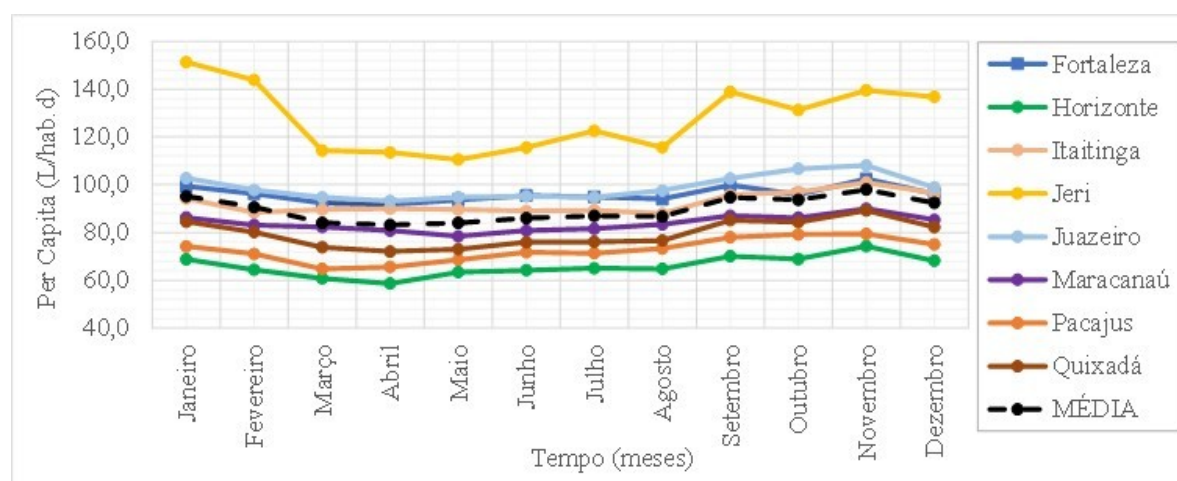
A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva do consumo per capita de cada município. A média global foi de 89,63 L/hab.d, com valor mínimo de 55,46 L/hab.d e valor máximo de 156,58 L/hab.d. Jericoacoara apresentou o maior per capita, com média de 127,79 L/hab.d. Horizonte e Pacajus apresentaram os menores consumos, com médias de 65,99 e 72,71 L/hab.d, respectivamente. É importante destacar que os consumos obtidos são hidrometrados. Neste tipo de consumo não são levadas em consideração as perdas no tratamento e no transporte do sistema de abastecimento, apenas os valores consumidos e medidos no hidrômetro de cada domicílio.

O coeficiente de variação (CV) dos municípios variou entre 3,56% e 17,29%, mostrando que os dados de consumo possuem uma baixa variabilidade se comparados às outras variáveis. Neste caso, o desvio padrão de 3,42 L/hab.d em Fortaleza representou 3,56% (CV) da média 96,02 L/hab.d. Assumindo-se mais uma vez que os valores seguem uma distribuição normal de probabilidades, então a maioria das ocorrências nesse município ficou localizada entre 92,60 L/hab.d e 99,44 L/hab.d, ou seja, entre um desvio padrão acima e abaixo da média ($96,02 \pm 3,42$).

**Tabela 3: Estatística descritiva do consumo per capita dos municípios (L/hab.d)**

Parâmetros	Fortaleza	Horizonte	Itaitinga	Jijoca de Jericoacoa	Juazeiro do Norte	Maracanaú	Pacajus	Quixadá
Média	96,02	65,99	92,37	127,79	98,91	83,77	72,71	79,46
Desvio Padrão	3,42	4,68	15,97	16,15	5,46	3,64	5,90	5,96
Coef. de Variação	3,56%	7,09%	17,29%	12,64%	5,52%	4,35%	8,11%	7,50%
1º Quartil	93,15	63,06	80,46	116,01	94,35	81,35	68,26	74,33
3º Quartil	97,43	69,60	107,80	140,34	103,57	86,35	76,02	84,98
Máximo	103,92	75,77	131,08	156,58	108,77	91,31	86,58	92,61
Mínimo	89,73	55,46	76,39	88,80	90,62	76,79	61,73	67,44

A Figura 3 apresenta o comportamento do consumo per capita durante os meses do ano. Assim como para a DQO Afluente, é possível notar uma leve tendência de aumento dos valores do primeiro para o segundo semestre, como mostra a linha preta tracejada que representa a média em cada mês. Destaque para Jericoacoara, com os maiores per capitas e padrão mais nítido.

**Figura 3: Gráfico de Consumo per capita ao longo dos meses para os municípios**

A Tabela 4 apresenta o coeficiente de correlação entre as variáveis do estudo: Índice Pluviométrico, DQO Afluente e Consumo Per Capita. A análise da relação entre DQO e Per Capita mostrou que as duas variáveis possuem uma correlação positiva, indicando que o aumento de uma é acompanhado pelo aumento da outra e vice-versa. O índice geral foi de 0,51 e os maiores valores foram obtidos para os municípios de Horizonte e Maracanaú (0,53 e 0,54, respectivamente). O ano que apresentou o maior índice foi 2019, em torno de 0,45.

Quando foram relacionados DQO Afluente e Índice Pluviométrico, notou-se uma correlação negativa elevada no valor de -0,88, indicando que as variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais chove, menor é a concentração de DQO e vice-versa. Destaque para os municípios de Itaitinga e Maracanaú, com -0,70 e -0,61, respectivamente. Dentre os três anos do estudo, 2018 foi o que apresentou a maior correlação negativa.

A correlação entre Índice Pluviométrico e Consumo Per Capita apontou também uma correlação negativa, só que menos acentuada e em torno de -0,54. Portanto, quanto mais chove menor é o consumo per capita dos municípios. Destaque para os municípios de Itaitinga e Maracanaú com -0,70 e -0,61, respectivamente. Dentre os três anos do estudo, 2017 foi o que apresentou a maior correlação negativa, cerca de -0,68.

Tabela 4: Coeficiente de correlação entre as variáveis

Municípios	DQO vs Per Capita	DQO vs Chuva	Chuva vs Per Capita
Fortaleza	0,30	-0,34	-0,61
Horizonte	0,53	-0,56	-0,68
Itaitinga	0,39	-0,70	-0,52
Jijoca De Jericoacoara	-0,20	-0,46	-0,17
Juazeiro Do Norte	-0,50	-0,31	-0,29
Maracanaú	0,54	-0,61	-0,61
Pacajus	0,26	-0,17	-0,83
Quixadá	0,29	-0,47	-0,56
MÉDIA GLOBAL	0,51	-0,88	-0,54
MÉDIA 2019	0,47	-0,63	-0,52
MÉDIA 2018	0,22	-0,75	-0,33
MÉDIA 2017	0,28	-0,29	-0,68

A Figura 4 apresenta a relação entre a DQO Afluente e o Consumo Per Capita ao longo dos meses. Como indicou o coeficiente de correlação positivo, as duas variáveis têm uma tendência de queda dos valores no primeiro semestre e de crescimento a partir do segundo semestre. Conforme Jordão e Pessoa (2017), a quantidade ou vazão de esgoto influi diretamente na massa de poluentes presentes no esgoto, assim como na eficiência das unidades de tratamento e na avaliação dos impactos no meio ambiente. Nesse sentido, o consumo per capita exerce papel importante por ser um dos principais componentes das vazões de esgoto sanitário do sistema.

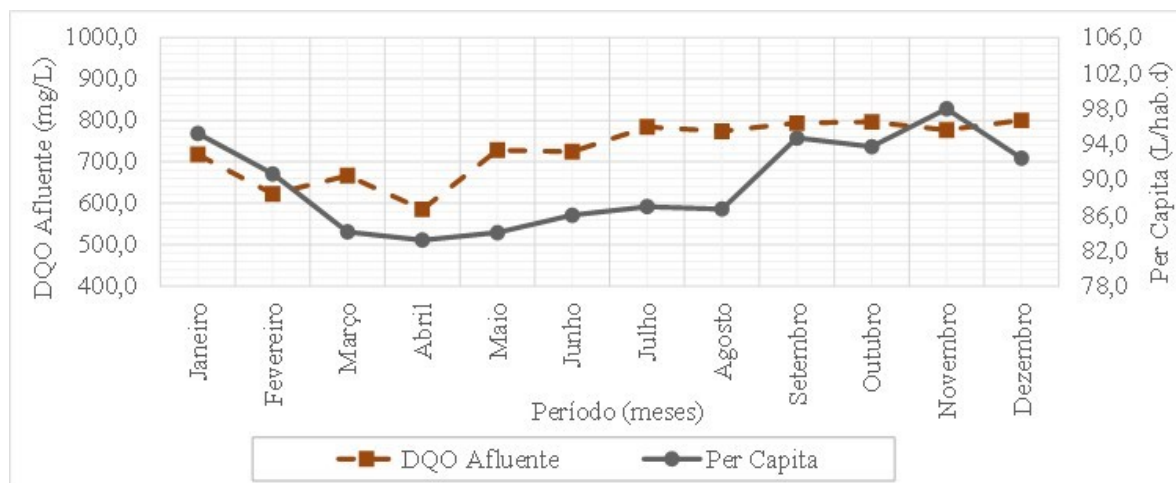


Figura 4: Correlação entre DQO Afluente e Consumo Per Capita

A Figura 5 apresenta a relação entre a DQO Afluente e o Índice Pluviométrico ao longo dos meses do ano. O coeficiente de correlação apontou uma relação inversamente proporcional entre ambas, o que é possível de ser notado pelo comportamento dos dados de cada variável. No primeiro semestre constata-se uma incidência maior de chuvas no estado, enquanto as concentrações de DQO são as menores do ano, invertendo-se no segundo semestre. Como enfatizaram Tsutiya e Alem Sobrinho (2011), as águas pluviais chegam aos coletores devido aos defeitos das instalações, às ligações clandestinas, à falta de fiscalização e à negligência. Essa vazão extra tende a diluir a concentração de DQO quando é incorporada ao efluente sanitário.

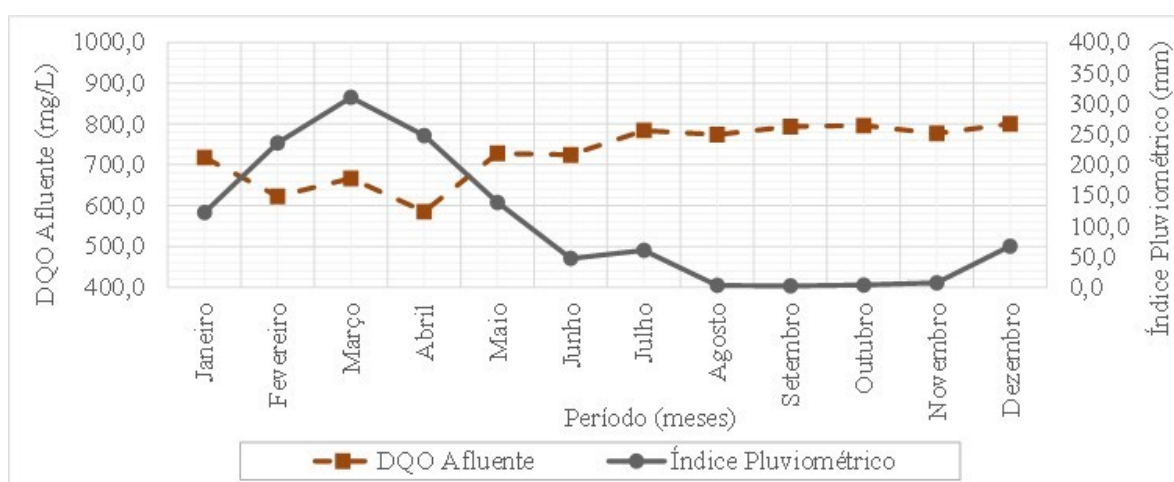


Figura 5: Correlação entre DQO Afluente e Índice Pluviométrico

A Figura 6 apresenta a relação entre o Consumo Per Capita e o Índice Pluviométrico ao longo dos meses. O coeficiente de correlação também apontou uma relação inversamente proporcional entre essas duas variáveis. Como visto anteriormente, nos primeiros meses do ano há uma incidência maior de chuvas no estado, mas que não é acompanhada pelo aumento do consumo per capita, como poderia se supor em um estado acostumado a conviver com a seca. Na verdade acontece o fenômeno contrário, com o aumento das chuvas os habitantes tendem a consumir menos a água fornecida pela Cagece. Isso pode ser explicado pela presença de um clima menos seco nos primeiros meses do ano e pelo fato dos moradores desses municípios passarem a utilizar água oriunda de outras fontes, tais como cisternas e poços artesianos.

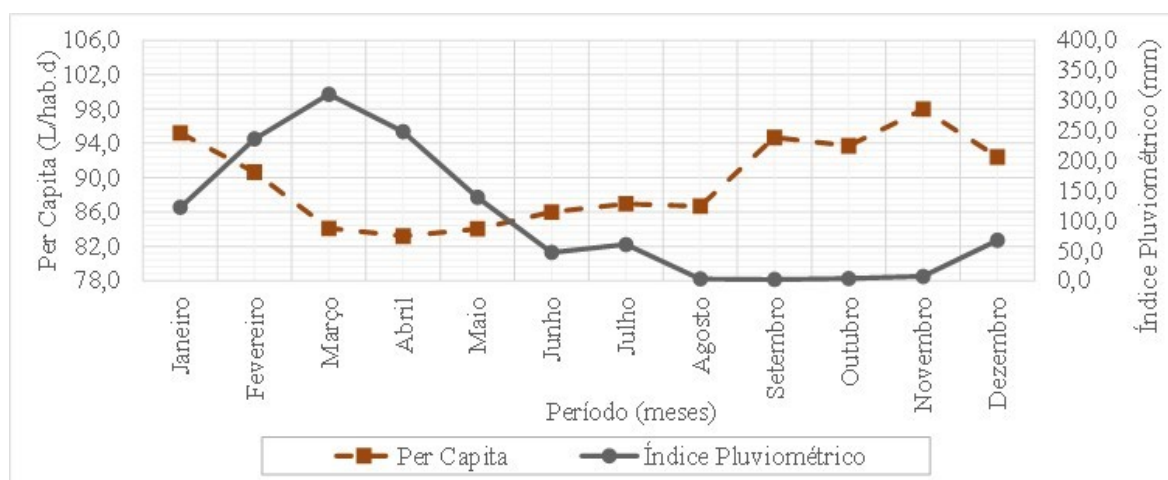


Figura 6: Correlação entre Consumo Per capita e Índice Pluviométrico

CONCLUSÕES

A análise estatística dos dados apresentou coeficientes de variação com magnitudes diferentes entre os três parâmetros analisados. Para o Índice Pluviométrico, a alta irregularidade de chuvas no estado foi a causa fundamental da elevada dispersão dos valores, com CV's acima de 100%. A DQO Afluente demonstrou um grau menor de variabilidade nas concentrações, mas a amplitude ficou acima da reportada pela bibliografia. Já o Consumo Per Capita variou em uma escala bem menor que a dos demais parâmetros, indicando mudanças mais discretas nos hábitos de consumo da população no período estudado.

Do estudo foi possível concluir que a DQO Afluente possui uma correlação negativa com o Índice Pluviométrico e positiva com o Consumo Per Capita. Portanto, no primeiro semestre e período mais chuvoso, a concentração de DQO diminui com o aumento das infiltrações de água pluvial na rede coletora e com a

diminuição do consumo per capita da população. No período mais seco, segundo semestre, a concentração de DQO aumenta com a diminuição das chuvas/infiltrações e com o aumento do consumo per capita.

Portanto, a sazonalidade no regime de chuvas e no consumo per capita de água no estado do Ceará interferem na concentração de DQO do esgoto sanitário afluente às estações de tratamento de esgoto, porém essas mudanças não são relevantes a ponto de ensejar melhorias na capacidade de tratamento das ETE's analisadas. A tecnologia adotada atualmente, reatores UASB seguidos de filtro aerado submerso e decantador secundário, está apta a trabalhar com variações dessa natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Esgoto. Portal Cagece, 2020. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/esgoto/>. Acesso em: 03 de abril de 2020;
2. FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Calendário de Chuvas. Portal Funceme, 2020. Disponível em: <http://www5.funceme.br/app/calendario/>. Acesso em: 04 de abril de 2020;
3. IPECE. Governo do Estado do Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal - Fortaleza. Fortaleza, CE, 2017;
4. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 8ª. ed. Rio de Janeiro, 2017;
5. NUVOLARI, A.; *et al.* Esgoto sanitário, coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011;
6. OLIVEIRA, S. M. A. C. O. Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. 2006. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006;
7. TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. Coleta e transporte de esgoto sanitário. 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2011;
8. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).