

ANEXO 6 - RELATÓRIO TÉCNICO

Simulação do decaimento do número de coliformes do efluente da Nova ETE Castelo no rio Castelo

Este relatório apresenta as simulações para o decaimento da concentração de coliformes no Rio Castelo durante o lançamento da futura ETE Castelo. Os dados utilizados nas simulações são provenientes do projeto e da série histórica de monitoramento da ETE Castelo atual.

1. Simulações de decaimento de coliformes

1.1 Dados gerais considerados:

- Coordenada do ponto de lançamento projetado: 270272 E / 7715505 N (WGS 84)
- Vazão média diária de esgoto tratado (final de plano) = 100,00 L/s
- Q90 Rio Castelo no ponto de lançamento = 4.917 L/s
- Q90 do Rio Itapemirim na confluência com o Rio Castelo = 20.473 L/s
- Concentração média de coliformes no esgoto tratado = 1,91E + 07 NMP/ 100 ml
- Limite do número de coliformes da Resolução Conama 357/2005 para rios Classe II = 1000 NMP/100 ml
- Concentração de coliformes no rio a montante do lançamento = 0 NMP/ 100 ml
- Eficiência máxima de redução de coliformes (UASB + Bio filtro) = 99%



Figura 1 – Localização do ponto de lançamento da ETE no Rio Castelo

Para a simulação do decaimento de coliformes ao longo do Rio Castelo, após o lançamento dos efluentes tratados da ETE, foram utilizadas as equações descritas por Von Sperlin (2005)¹ para ambientes lóticos (Regime Hidráulico em Fluxo Pistão - Rios). A seguir são apresentadas as equações utilizadas nas simulações deste relatório.

Equação 1 Concentração de coliformes na mistura esgoto-rio (equação da mistura)	Equação 2 Concentração máxima permissível de coliformes nos esgotos	Equação 3 Mínima Eficiência de remoção de coliformes requerida no tratamento de esgotos
$N_o = \frac{Q_r.N_r + Q_e.N_e}{Q_r + Q_e}$	$N_{ep} = \frac{N_{op}.(Q_r+Q_e) - (Q_r.N_r)}{Q_e}$	$E = \frac{N_e - N_{ep}}{N_e}$
Equação 4 KBT (Coeficiente de decaimento)	Equação 5 Decaimento Bacteriano no Rio (org/100ml)	Equação 6 Distância e tempo
$K_{bt} = K_b 20.e^{(23-20)}$	$N = N_o .e^{-k_{bt}}$	$D = V.t$

Onde :

- No = Concentração de coliformes no ponto de mistura (NMP/100ml)
- Qr = Vazão do rio a montante do lançamento (m³/s)
- Qe = Vazão de esgotos (m³/s)
- Ne = Concentração de coliformes nos esgotos (NMP/100ml)
- Nr = Concentração de coliformes no rio (NMP/100ml)
- Nep= Concentração máxima permissível de coliformes nos esgotos (NMP/100 ml)
- Nop= Concentração máxima permissível de coliformes no ponto de mistura em função da legislação ambiental (NMP/100 ml)
- N = Numero de coliformes (NMP/100ml, ou NMP/100ml)
- Kb = coeficiente de decaimento bacteriano (d-1)
- t = tempo

1.2 Resultados da simulação de decaimento de coliformes

Para coliformes, a concentração crítica, do ponto de vista ambiental, se situa no ponto de mistura esgoto – rio. A partir desse ponto, a concentração tende a decrescer.

¹ VON SPERLING, Marcos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v.01, 3 ed.. Minas Gerais: ABES, 2005.

Como ainda não foi homologado o enquadramento, o Rio Castelo é classificado em Classe II, sendo o limite de coliformes estabelecido pela resolução Conama 357/2005, no valor de $10E+03$ Org/100ml.

Considerando esse limite, aplicando inicialmente a equação 1, chega-se ao resultado de que a concentração na mistura esgoto-rio, após o lançamento do efluente tratado da ETE Castelo, é de $3,81 E+05$ org/ 100ml, ou seja, valor acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA para rios Classe II.

Considerando o não atendimento do limite, na zona de mistura, foi avaliado o comportamento do decaimento microbiológico ao longo do rio Castelo. Foi verificado em qual momento o limite de $10E+03$ Org/100ml pode ser alcançado, sendo utilizadas as equações 4, 5 e 6 e os seguintes dados:

- Velocidade média do Rio Castelo = $0,62 \text{ m/s}^2$
- $K_b = 1 \text{ d}^{-1}$ a 20° (valor típico água doce)
- Ângulo $\theta = 1,07$ (coeficiente de temperatura típico água doce)
- Temperatura da água = 23°

Como resultado desta simulação, demonstrado no gráfico abaixo, foi verificado que ao longo dos aproximadamente 18 km do rio Castelo até a sua confluência com o rio Itapemirim a concentração de coliformes fica em torno de $2,52 E+05$ NMP/100ml, ou seja valor ainda acima do limite da resolução.

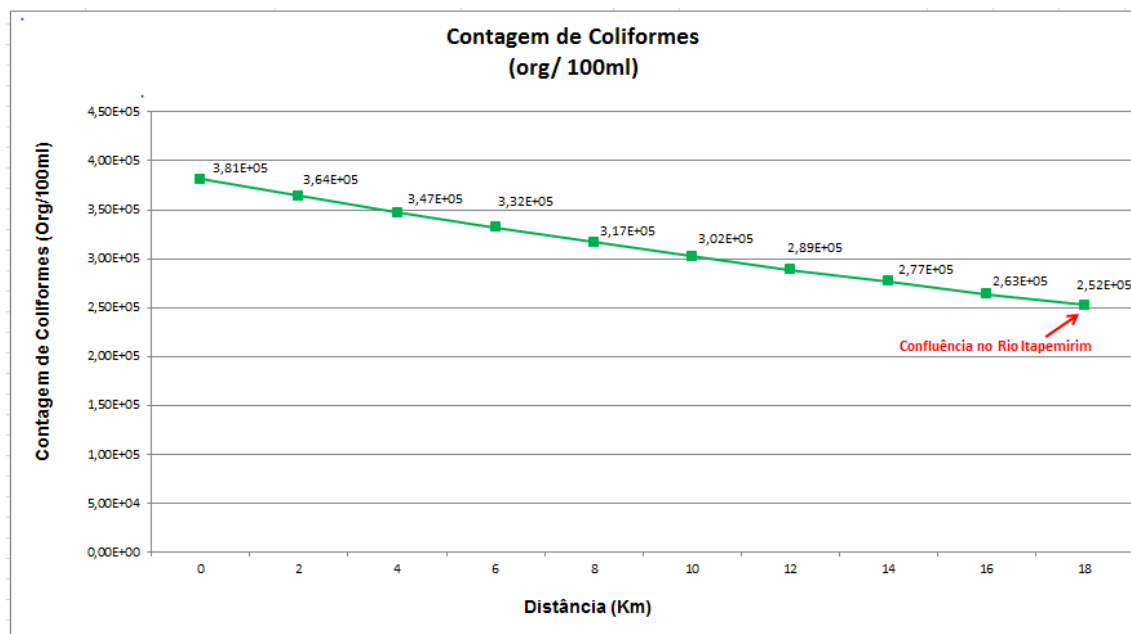


Gráfico 1 –

Decaimento do número de coliformes ao longo de 18 Km a jusante do ponto de lançamento

² Valor médio referente ao monitoramento da velocidade realizado na Estação Fluviométrica da PCH São João - Jusante do Rio Castelo

Buscando avaliar a concentração de coliformes na zona de mistura, logo após o lançamento do córrego do rio Castelo no rio Itapemirim, foi utilizada a equação 1, considerando os seguintes dados:

- Q90 do rio Castelo no ponto de confluência com o rio Itapemirim = 9.105 L/s
- Q90 do rio Itapemirim na confluência com o rio Castelo = 20.473 L/s
- Concentração de coliformes antes do ponto de confluência do rio Castelo com o Itapemirim = 2,52E + 05 NMP/ 100 ml

Como resultado é verificado que a concentração de coliformes na zona de mistura entre estes dois corpos d'água, rio Castelo e rio Itapemirim, é de 7,76E + 04 NMP/ 100 ml, estendendo assim o impacto do lançamento do efluente da ETE Castelo, em relação a concentração de coliformes, até o rio Itapemirim.

2. Identificação dos usos a jusante do ponto de lançamento

Fazendo uma avaliação mais específica dos usos a jusante deste corpo d'água, foram identificados os principais usos de acordo com os dados do Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA. Na Figura 2 são mostradas as atividades licenciadas, localizadas as margens do rio Castelo do ponto de lançamento da ETE Castelo até sua foz na cidade de Cachoeiro de Itapemirim.

De acordo com os dados disponíveis no sistema I3Geo – IEMA a maioria dos empreendimentos localizados a jusante é de atividades voltada à mineração, sendo a extração e beneficiamento de rochas ornamentais a principal categoria identificada.

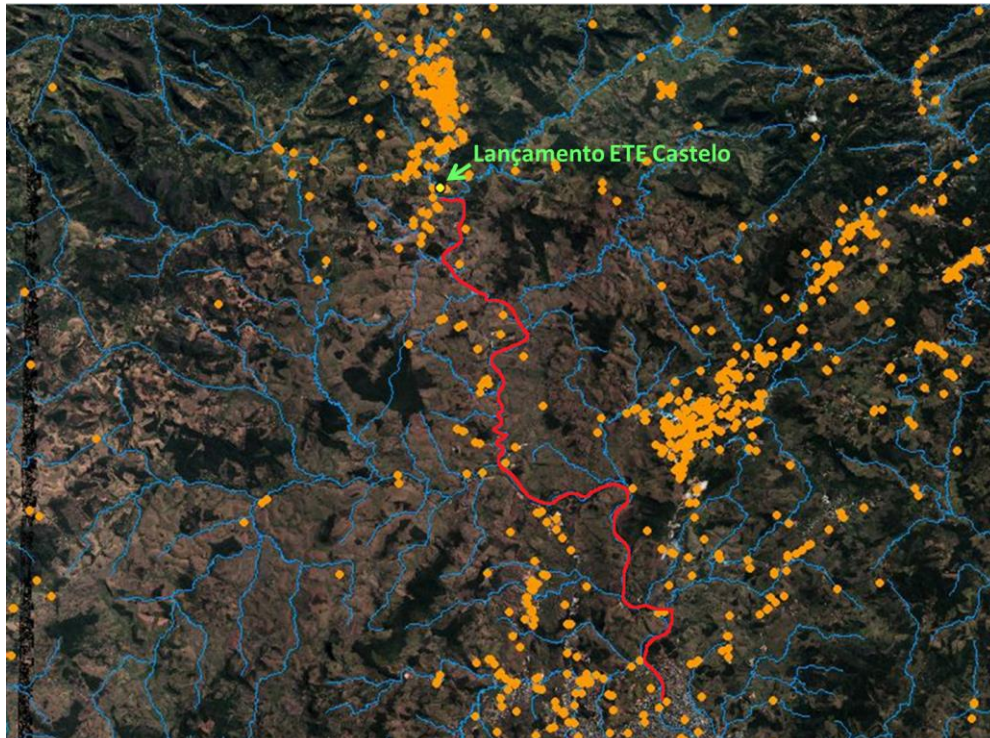


Figura 2 – Atividades licenciadas localização as margens do Rio Castelo

3. Avaliação Final

Conforme demonstrado neste estudo, o limite padrão de 1000 NMP/100 ml não é alcançado na zona de mistura logo após o lançamento da ETE Castelo no rio Castelo, não é atingido ao longo dos 18 km de extensão do rio até sua confluência com o rio Itapemirim, e também não é atingido na zona de mistura onde os dois rios se encontram, estendendo assim o impacto do lançamento da ETE até o rio Itapemirim.

Foi identificada a presença de um número significativo de empreendimentos instalados a jusante nas margens do rio Castelo, que possivelmente podem fazer uso deste corpo d'água, mas que não deve exigir em seus processos água com baixa carga bacteriana, também não foi identificado uso recreacional significativo no trecho do rio à jusante do lançamento.

Diante do exposto neste relatório, entende-se que a implantação de um sistema terciário de tratamento, contemplando a desinfecção do efluente final da ETE Castelo pode ser considerado como um ganho ambiental.

Vitória, 13 de setembro de 2018.