

## ANEXO 4 - RELATÓRIO TÉCNICO

### Simulação do decaimento do número de coliformes do efluente ETE Afonso Cláudio no Rio Guandu

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

#### 1. Simulações de decaimento de coliformes

##### 1.1 Dados gerais considerados:

- Coordenada do ponto de lançamento da ETE: 276181 E / 7779369 N (WGS 84)
- Vazão média diária de esgoto tratado (final de plano) = 40,2 L/s
- Q90 rio Guandu no ponto de lançamento = 3147,58 L/s
- Concentração média de coliformes no esgoto tratado = 1,96 E + 06 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 + Lagoas de Estabilização) = 99%



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

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

<b>Equação 1</b>	<b>Equação 2</b>	<b>Equação 3</b>
Concentração de coliformes na mistura esgoto-rio (equação da mistura)	Concentração máxima permissível de coliformes nos esgotos	Mínima Eficiência de remoção de coliformes requerida no tratamento de esgotos
$N_o = \frac{Q_r \cdot N_r + Q_e \cdot N_e}{Q_r + Q_e}$	$N_{ep} = \frac{N_{op} \cdot (Q_r + Q_e) - (Q_r \cdot N_r)}{Q_e}$	$E = \frac{N_e - N_{ep}}{N_e}$
<b>Equação 4</b>	<b>Equação 5</b>	<b>Equação 6</b>
KBT (Coeficiente de decaimento)	Decaimento Bacteriano no Rio (org/100ml)	Distância e tempo
$K_{bt} = K_{b20} \cdot \theta^{(23-20)}$	$N = N_o \cdot e^{-k_{bt}}$	$D = V \cdot t$

<sup>1</sup> 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.

Onde :

- $N_0$  = Concentração de coliformes no ponto de mistura (NMP/100ml)
- $Q_r$  = Vazão do rio a montante do lançamento ( $m^3/s$ )
- $Q_e$  = Vazão de esgotos ( $m^3/s$ )
- $N_e$  = Concentração de coliformes nos esgotos (NMP/100ml)
- $N_r$  = Concentração de coliformes no rio (NMP/100ml)
- $N_{ep}$  = Concentração máxima permissível de coliformes nos esgotos (NMP/100 ml)
- $N_{op}$  = 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)
- $K_b$  = 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.

Como ainda não foi homologado o enquadramento, o Rio Guandu 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 que a concentração na mistura esgoto-rio, após o lançamento do efluente tratado da ETE, é de  $2,46 E+04$  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 Guandu. 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 Guandu =  $0,40 m/s^2$
- $K_b = 1 d^{-1}$  a  $20^\circ$  (valor típico água doce)
- Ângulo  $\theta = 1,07$  (coeficiente de temperatura típico água doce)
- Temperatura da água =  $23^\circ$

Como resultado desta simulação, demonstrado no gráfico abaixo, foi verificado que o limite da resolução somente é atingido em aproximadamente 80 Km após o ponto de lançamento.

---

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

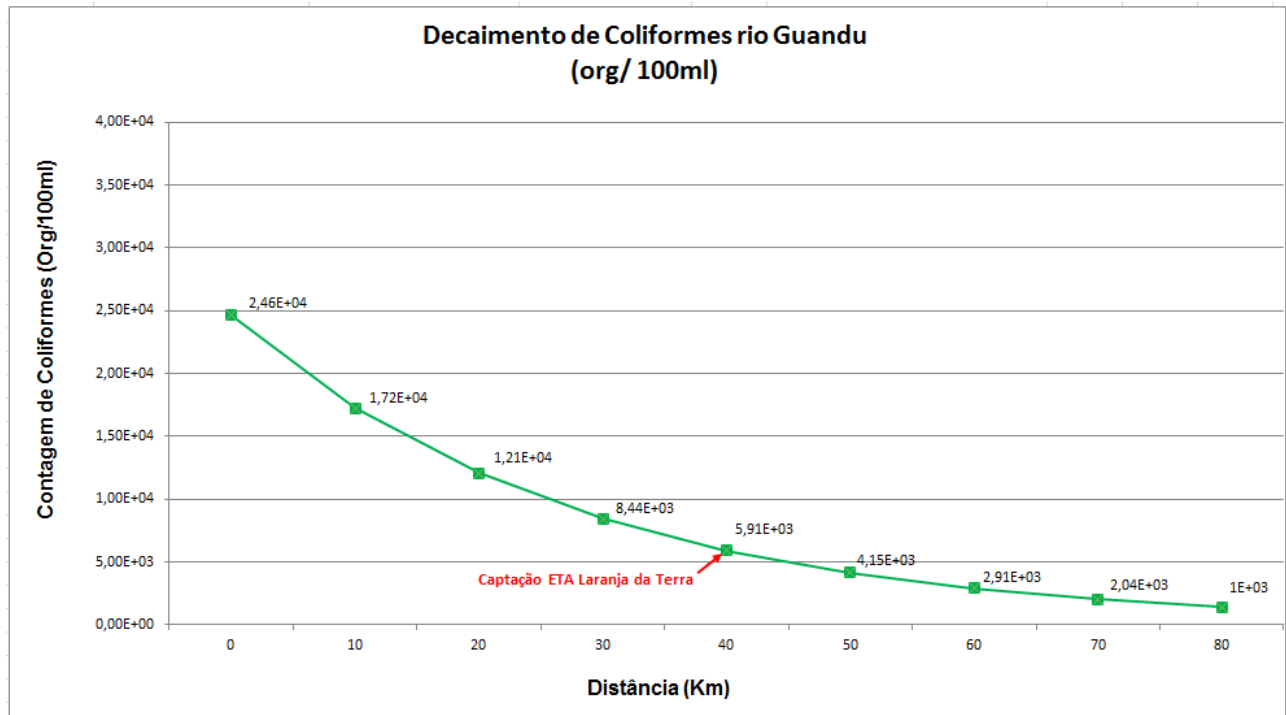


Gráfico 1 – Decaimento de coliformes ao longo de 80 Km a jusante do ponto de lançamento

## 2. Identificação dos usos a jusante do ponto de lançamento

Fazendo uma avaliação mais específica dos usos a jusante, no Rio Guandu, foram identificados alguns empreendimentos, 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 Guandu.

De acordo com os dados disponíveis no sistema I3Geo – IEMA os empreendimentos localizados a jusante são referentes à atividade de mineração e há algumas captações, entre elas, a captação da CESAN, localizada a aproximadamente 40 Km, responsável pelo abastecimento da sede do município de Laranja da Terra, município mais próximo a Afonso Cláudio seguindo o fluxo do rio Guandu.

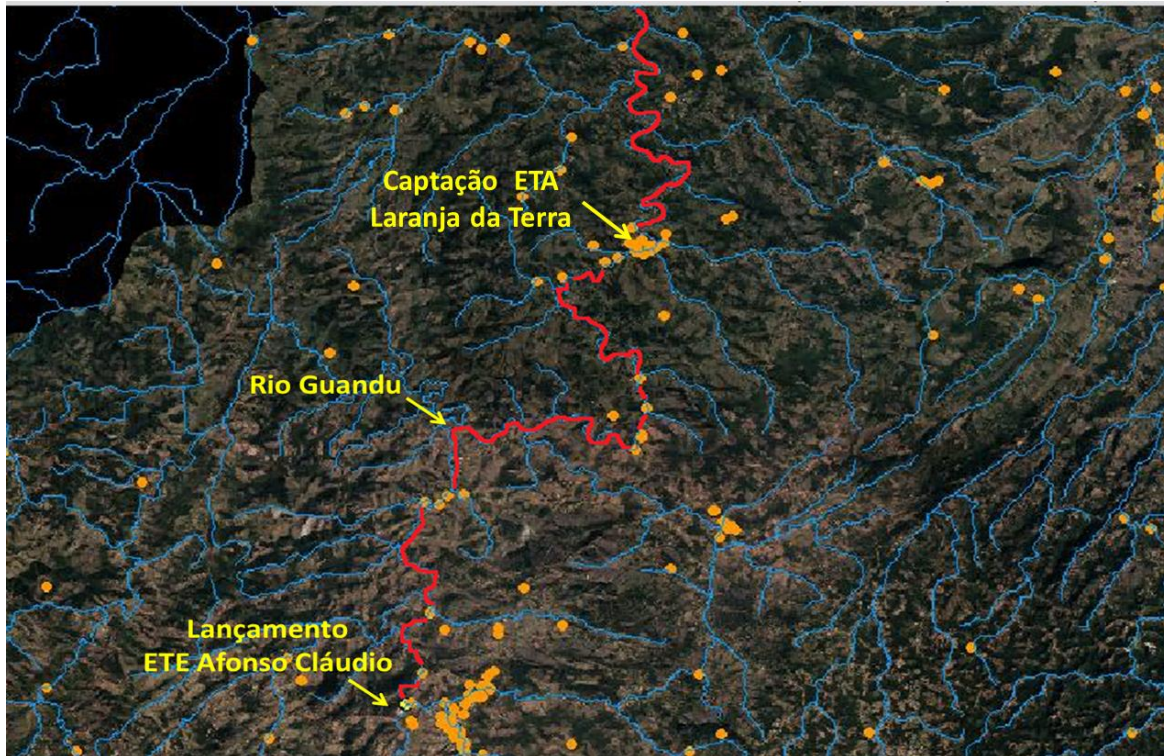


Figura 2 – Atividades licenciadas localização as margens do Rio Castelo

Conforme resultados do monitoramento realizado mensalmente no ponto de captação da ETA Laranja da Terra, demonstrados no gráfico 2, a concentração de coliformes real observada é significativa, estando a maior parte do tempo superior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA para corpos d’água Classe 2.

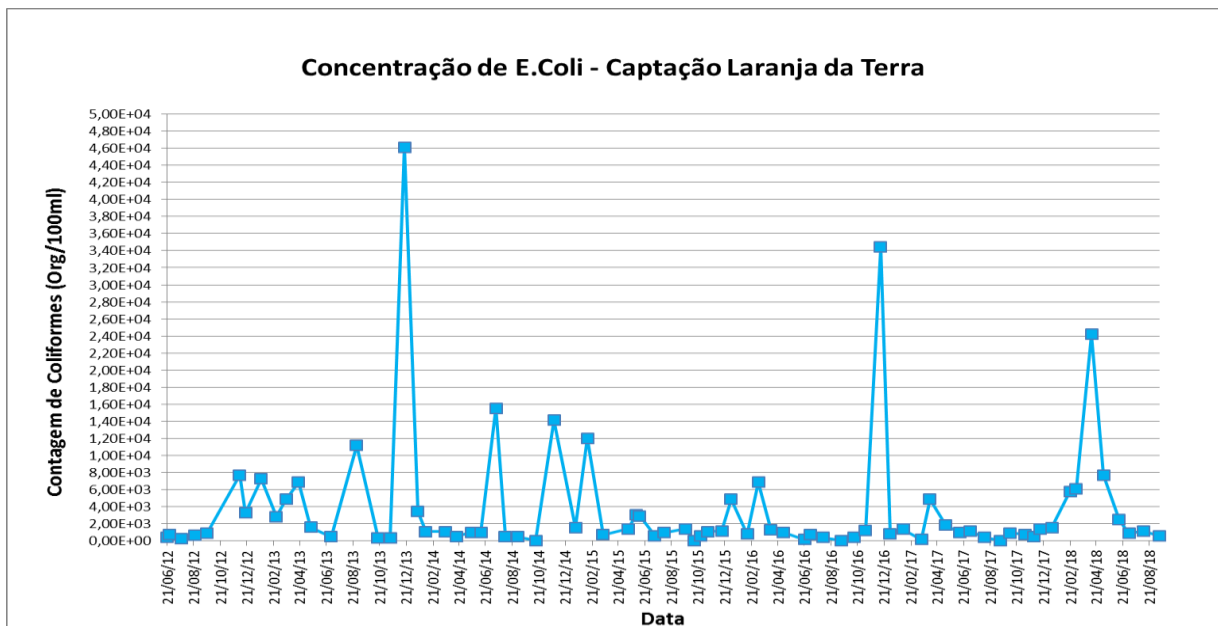


Gráfico 2 – Concentração de E. Coli medido no rio Guandu na captação de Laranja da Terra

### **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 Afonso Cláudio no Rio Guandu, sendo o limite atingido a aproximadamente 80 km após o ponto de lançamento.

Quantos aos usos à jusante do lançamento da ETE, não foram identificados usos recepcionais, mas identificada a presença de empreendimentos e existência algumas comunidades, pequenos vilarejos como Pouso Alegre, São Francisco Xavier do Guandu e São Luiz de Miranda instalados nas margens do Rio Guandu. Destacando a captação da CESAN para abastecer a Sede de Laranja da Terra, que fica a uma distância aproximada de 20km, em linha reta.

Diante do exposto neste relatório, entende-se que há necessidade de implantação de um sistema terciário de tratamento, contemplando a desinfecção do efluente final da ETE Afonso Cláudio, além de um ganho ambiental, é necessária, tendo em vista a segurança sanitária da qualidade da água para abastecimento humano.

Vitória, 24 de setembro de 2018.