

# **AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DO DESREGULADOR ENDÓCRINO 17A-ETINILESTRADIOL EM EFLUENTES DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO E POSSÍVEIS REMEDIAÇÕES**

**André Gonçalves Lemes<sup>1</sup>**

**Danusa Campos Teixeira dos Santos <sup>2</sup>**

## **RESUMO**

Resumo –. Substâncias capazes de alterar a função endócrina de organismos vivos estão sendo amplamente estudados por todo o mundo. Os desreguladores endócrinos podem causar vários transtornos no meio ambiente, desde alterações no sistema reprodutor de organismos aquáticos como peixes e moluscos, até o aumento de ocorrência de alguns tipos de câncer. Sendo assim, este trabalho avalia a ocorrência do 17 $\alpha$ -etinilestradiol, em águas naturais e em estações de tratamento de esgoto, além de apresentar alguns métodos de remoção.

Palavras-chave: Desreguladores endócrinos. Estações de tratamento de esgoto. 17 $\alpha$ -etinilestradiol. Hormônios. <sup>1</sup>

---

Artigo apresentado para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário UNA Belo Horizonte, MG.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária. UNABH, 2016, MG. E-mail: andre.lemesleal@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-graduada em Engenharia de avaliação ambiental e mestre em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Professora no Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. E-mail: danusa.teixeira@prof.una.br

## 1. INTRODUÇÃO

A água destinada para consumo humano necessita de cuidados especiais, pois uma água saudável é um direito de todo homem, no entanto tal bem tão estimado e agraciado por todos pode se tornar um grande veículo de contaminação se não forem tomadas medidas necessárias para o seu tratamento. Por isso, é de extrema necessidade que haja uma mobilização geral das autoridades para evitar o risco da ingestão de água contaminada pela população. (Bianchetti,2008).

Atualmente, é corriqueiro o uso de substâncias químicas para fins industriais ou até mesmo domésticos que após serem utilizadas, são lançadas no meio ambiente. Nos últimos anos vem sendo encontrado por todos os lados um grupo específico de compostos químicos que tem chamado atenção da comunidade científica, os desreguladores endócrinos (DEs) tais substâncias tem o potencial de interferir no funcionamento dos seres vivos, podendo ser naturais ou sintéticas, imita o funcionamento dos hormônios e por isso alteram o sistema endócrino que em conjunto com o sistema nervoso é responsável pela regulação e controle das funções do nosso corpo. (Bianchetti,2008).

Estrógeno artificial é a substância que tem a capacidade de intervir no organismo dos seres vivos, com maior ênfase na fertilidade e receptividade sexual. O 17 $\alpha$ -etinilestradiol (EE2), incluído nessa classe, é um dos mais utilizados na farmacologia, como contraceptivo oral, tratamentos de desordem menstrual, sintomas da menopausa, acne, distúrbio de crescimento, tumores malignos na próstata entre outros. É um sólido cristalino, branco ou levemente amarelado, inodoro, insolúvel em água, solúvel em álcool, em clorofórmio, em éter, em dioxano, em óleos vegetais e em soluções de hidróxidos alcalinos concentrados. (Bianchetti,2008). A figura 1 mostra a estrutura molecular do EE2.

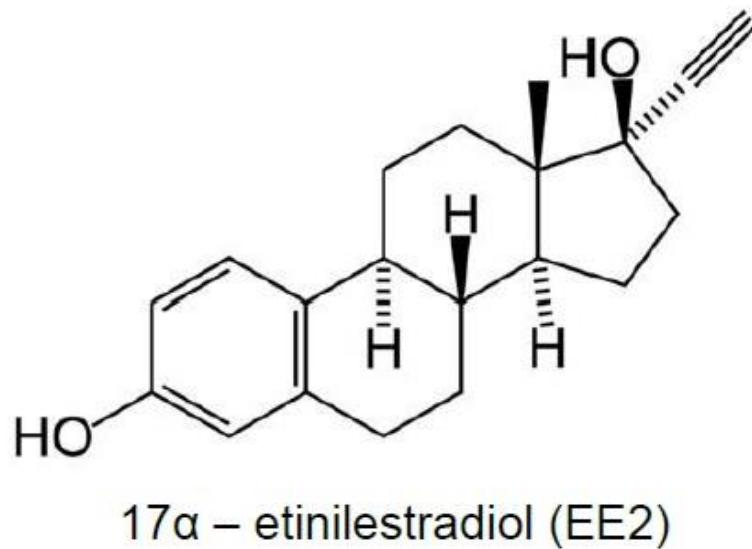


Figura 1 - Estrutura molecular do 17α-etinilestradiol

Fonte: Google Imagem (2016).

Diante disso o presente trabalho pretende apresentar uma análise da presença do (EE2) em águas naturais e também em estações de tratamento de esgotos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DESREGULADORES ENDÓCRINOS

Existem várias definições reportadas na literatura para tais compostos. A Comissão Europeia os define como substâncias que causam efeitos adversos a um organismo saudável ou a seus descendentes devido à mudança da função endócrina. Já a agência de proteção ambiental dos EUA define como agentes externos que interferem na síntese, na secreção, no transporte, na ligação, na ação ou na eliminação dos hormônios naturais do corpo, hormônios esses que são responsáveis por manter normais o equilíbrio a reprodução, o desenvolvimento e o comportamento. (dos Santos,2011).

Por sua vez, a organização mundial de saúde os define como substâncias químicas ou misturas que têm o potencial de alterar as funções do sistema

endócrino e, conseqüentemente, de causar efeitos adversos à saúde de organismos intactos ou a seus descendentes ou, ainda, a subpopulações. (dos Santos,2011).

Tais definições trazem um entendimento de que eles atuam sobre organismos humanos ou animais simulando a ação de hormônios naturais, perturbando o sistema endócrino inibindo-os ou adulterando as suas funções regulares normais do sistema imunológico, podendo advir de uma infinidade de compostos tanto de origem natural quanto sintética. (dos Santos,2011).

Tabela 1 - Principais compostos químicos considerados DEs

	<b>Compostos químicos</b>	<b>Usos mais comuns</b>
<b>Organo oxigenados</b>	<b>Bisfenol</b>	Usados em fabricas de plástico para produzir resina epóxi, policarbonato e retardantes de chama.
	<b>Ftalatos</b>	Empregados como aditivos que fornecem flexibilidade e durabilidade aos plásticos.
	<b>Dioxinas</b>	Substâncias originadas durante a incineração de materiais, como lixo comum e hospitalar, combustão de óleo e ainda de subprodutos de indústrias de aço, cimento, vidros, etc.
<b>Policlorados</b>	<b>Bifenila policloradas</b>	Podem ser encontrados em transformadores e capacitores antigos, fluidos hidráulicos, retardantes de chama, plástico, pintura e adesivos etc.
	<b>Retardantes de chama Bromados</b>	Retardantes de chama são usados em plásticos, têxteis, circuitos eletrônicos, para evitar a propagação de chamas.
	<b>Pesticidas</b>	Usados na agricultura (DDT, lindano, metoxicloro etc.).
<b>Hormônios</b>	<b>Estrogênio natural</b>	Estrona, estriol, 17β-estradiol excretado pelo homem e outros animais com o sistema endócrino semelhante.
	<b>Estrogênio sintético</b>	Etinilestradiol utilizado em pílulas contraceptivas.
	<b>Fitoestrógenos</b>	Plantas que têm substâncias que atuam com fungicidas e também plantas que podem reguladores hormonais.
<b>Outros</b>	<b>Surfactantes</b>	Usados em formulações de detergentes, desodorantes, produtos para os cabelos, pinturas, maquiagem, pesticidas, lubrificantes etc.
	<b>Compostos organo Estanho</b>	São componentes de um grupo de organometálicos; utilizados na fabricação de tintas anti-incrustantes, estabilizadores de PVC, materiais de proteção de couro e papel, etc.

Fonte: (dos Santos,2011). Adaptada pelo o autor do artigo

Existem ainda outras definições para as substâncias estrogênicas presentes no meio ambiente. Entretanto frequentemente, são referidas como estrogênios ambientais, estrogênios exógenos ou exoestrogênios. (Bila e Dezotti, 2007).

Exoestrogênios são diversos grupos de substâncias que não necessariamente apresentam alguma semelhança com a estrutura química do 17- $\beta$ -estradiol, mas causam respostas antagônicas e agônicas, possivelmente através de mecanismos de ação via receptores hormonais. A atividade agonista é a capacidade de uma substância acoplar-se ao receptor de hormônios esteróides e elucidar uma resposta. Em contrapartida, a atividade antagonista é a habilidade de uma substância acoplar-se ao receptor de estrogênio (RE) e bloquear a ação do ligante natural (estrogênio). Assim, sua resposta não é elucidada. Essas substâncias podem ser identificadas por sua capacidade de ligar-se ao (RE) e induzir ou atenuar uma resposta hormonal. (Bila e Dezotti, 2007).

## 2.2 . A CONTAMINAÇÃO EM MANANCIAIS

Excretados diariamente e conjugados na urina e fezes, os desreguladores endócrinos seguem pela rede coletora de esgoto sanitário, chegando até a ETE para um possível tratamento. Em seguida, chegam ao meio ambiente. Tendo como principal via de contaminação do meio aquático, o lançamento de esgoto bruto ou mesmo tratado, seja pela falta de tecnologia adequada, descaso das autoridades públicas (sistema de saneamento precário), ou até mesmo por má operação da estação de tratamento. (PIMENTEL,2014).

Esses estrógenos naturais em sua maioria possuem vida curta, mas são lançados incessantemente no meio, dando lhes assim um caráter de alta persistência, mas estrogênios sintéticos como o EE2 são compostos mais estáveis e permanecem por mais tempo no meio. (PIMENTEL,2014).

Um fator importante a se relatar em relação à presença, é que DEs são produzidos por seres humanos e essa quantidade excretada diariamente mostra relevância nessa fonte, a excreção diária ( $\mu$ g)- per capita de estrogênios por humanos é mostrada na tabela 2.

Tabela 2 - Excreção diária ( $\mu\text{g}$ ) per capita de estrogênios por humanos.

<b>PARÂMETROS</b>	Estro na (E1)	17 $\beta$ - estradiol (E2)	EE2	Estriol (E3)
<b>HOMENS</b>	3,9	1,6	ND	1,5
<b>MULHERES MENSTRUANDO</b>	8,0	3,5	ND	4,8
<b>MULHERES NA MENOPAUSA</b>	4,0	2,3	ND	1
<b>GESTANTES</b>	600	259	ND	6000
<b>MULHERES MÉTODOS CONTRACEPTIV O</b>	ND	ND	35	ND

Fonte: (PIMENTEL,2014).

A produção de estrogênio pelo ser humano varia em função de fatores como gênero, idade, e ciclo reprodutivo. Mulheres produzem e excretam mais do que os homens. Tal produção aumenta consideravelmente na fase fértil e tende a diminuir após a menopausa. (Bila e Dezotti, 2007).

Na figura 2 são apresentadas possíveis rotas que os DEs percorrem até atingirem o sistema de abastecimento de água.

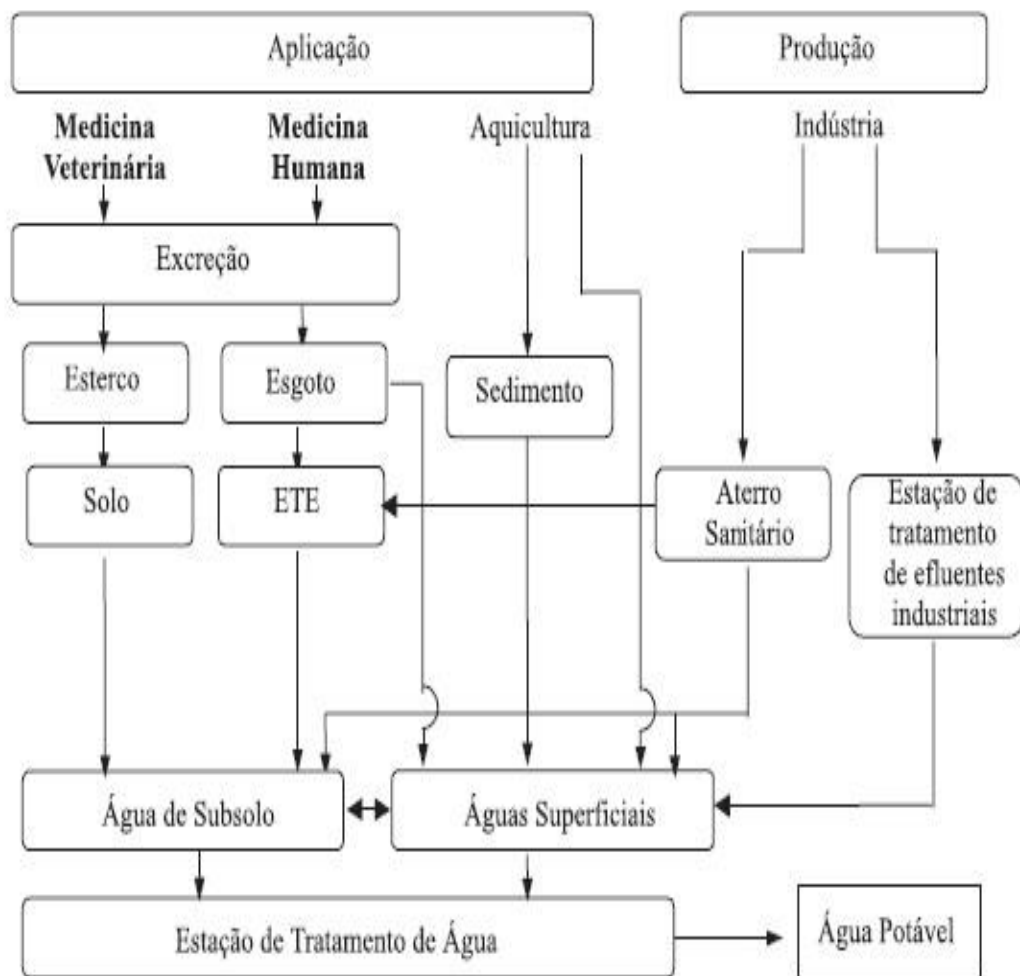


Figura 2 - Possível rota dos DEs até atingirem o abastecimento de água

Fonte. (Bila e M. Dezotti, 2003)

### 2.3 PROBLEMAS CAUSADOS PELO CONSUMO DE HORMÔNIOS

Vários estudos relacionam anomalias no sistema reprodutivo e no desenvolvimento de animais e humanos com a poluição das águas naturais. O contato com DEs pode ser responsável por alterações fisiológicas e histológicas de animais silvestres e de laboratório, incluindo alterações no plasma sanguíneo, feminização de peixes machos, indução ao hermafroditismo e declínio na reprodução, além de efeitos na saúde humana, tais como redução na produção de espermatozoides e aumento na incidência de alguns tipos de câncer. (Bila e Dezotti, 2007).

Espécies de jacarés jovens que viveram em lagos da Flórida poluídos apresentaram anomalias no sistema reprodutivo, tais como, concentrações anormais de hormônios sexuais no plasma (baixa concentração de testosterona) e anomalias morfológicas nas gônadas (redução no tamanho do pênis). A causa dessas anomalias pode estar relacionada com a presença de substâncias estrogênicas e anti-andrógenas. (Bila e Dezotti, 2007).

Alguns moluscos (caramujos e lesmas) que vivem no litoral brasileiro desenvolveram anomalias no sistema reprodutivo resultante da exposição a DEs. Esses compostos orgânicos contendo estanho, oriundos da tinta dos cascos das embarcações, estão provocando o surgimento de órgãos masculinos em fêmeas, fenômeno conhecido como “imposex” (imposição sexual) que é irreversível e provoca a esterilização das espécies. Pode também causar uma diminuição considerável nas espécies mais sensíveis. Essas substâncias interferem na síntese da testosterona (hormônio masculino), causando um aumento na sua produção nas fêmeas. Essa alteração hormonal faz surgir estruturas sexuais masculinas não funcionais, mantendo-se, porém, a anatomia interna do organismo. (Bila e Dezotti, 2007).

Efeitos adversos no sistema reprodutivo de pássaros também podem estar relacionados com a exposição aos desreguladores endócrinos, tais como, pesticidas (DDT, dicofol) e PCB. Foram observadas anomalias em embriões machos e fêmeas, como por exemplo, a feminização dos machos. (Bila e Dezotti, 2007).

Entre os anos 50 e 70 foi observado que filhas de mulheres que durante a gravidez fizeram uso de dietilestilbestrol (medicamento para combate ao aborto espontâneo e promoção do crescimento do feto) nasceram estéreis e algumas desenvolveram um tipo raro de câncer vaginal. Nos filhos, a exposição provocou anormalidade nos órgãos sexuais, baixa contagem de espermatozóides e tendência a desenvolverem câncer nos testículos. (Bianchetti,2008).

Os esteróides podem, em alguns casos, estar envolvidos na iniciação de um tumor e induzirem eventos críticos na “progressão” maligna destes cânceres. Alguns tipos de câncer podem estar ligados à exposição inadequada e/ou prolongada a hormônios endógenos ou substâncias estrogênicas. A proliferação celular aumenta devido à indução de estrogênios, o que leva ao aumento da probabilidade de



ocorrerem mutações durante a síntese de DNA. (Bila e Dezotti, 2007).

## 2.4 SISTEMA ENDÓCRINO E OS DE

Constituído por um mecanismo complexo que regula e coordena a comunicação entre as células, o sistema endócrino composto por uma combinação de glândulas e hormônios, sendo responsável por funções biológicas normais como reprodução, desenvolvimento embrionário, crescimento e metabolismo, atuando como mensageiros para coordenar atividades de várias partes do corpo. Após serem sintetizados pelas glândulas os hormônios são excretados na corrente sanguínea e transportados até os órgãos onde atuam. (PIMENTEL,2014).

A figura 3 mostra as principais glândulas e órgãos do sistema endócrino.

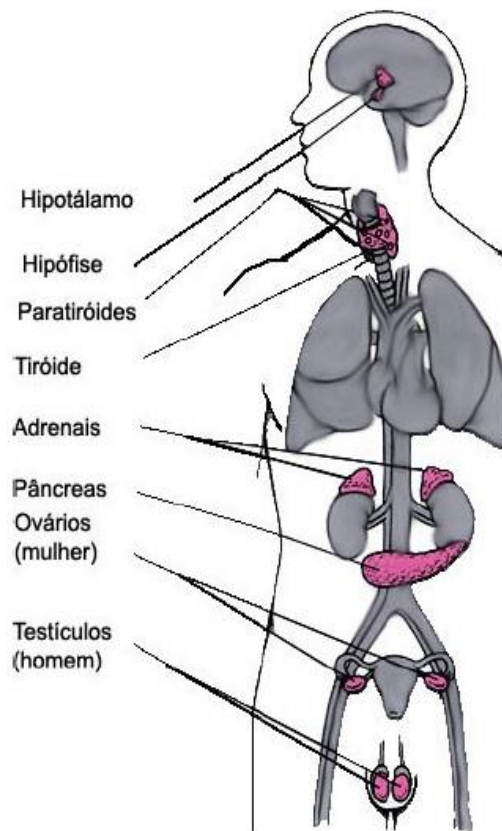


Figura 3 - Principais órgãos e glândulas do sistema endócrino

Fonte: (Bianchetti,2008).

Como mensageiros químicos que respondem pela comunicação entre diferentes tipos de células, os hormônios são identificados por receptores, que são estruturas protéicas especializadas em reconhecimento molecular. Depois da aproximação e interação (hormônio-receptor) ocorre uma série de reações bioquímicas, levando a respostas biológicas específicas. A desregulação endócrina pode ocorrer quando os DEs interagem com os receptores de hormônios, alterando a resposta padrão do sistema endócrino. (PIMENTEL,2014).

Na Figura 4 são mostrados mecanismos de atuação dos desreguladores endócrinos.

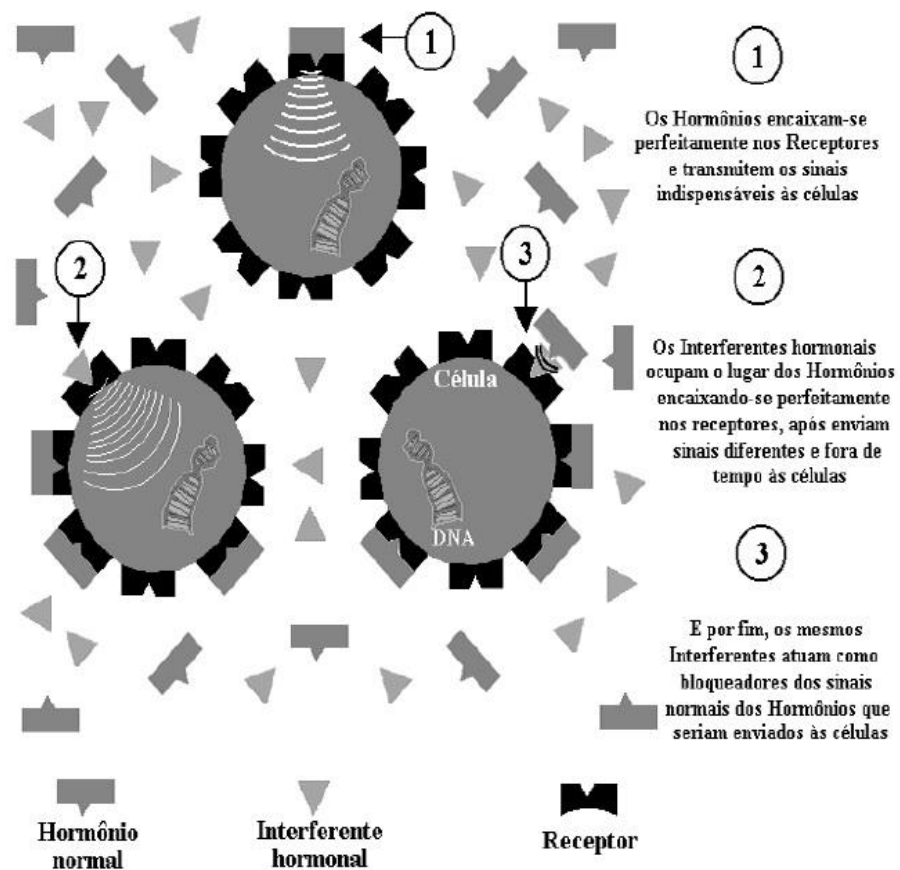


Figura 4 - Mecanismos de atuação dos DEs

Fonte: (PIMENTEL,2014).

Um DE pode ligar-se ao receptor de um hormônio e enviar mensagens aos genes receptores. Mensagens enviadas no momento impróprio ou superprodução de mensagens têm efeitos adversos em funções biológicas. Outros são capazes de simular a formação de mais receptores de hormônios nas células, levando a amplificação de sinais. Pela ocupação do receptor na célula, também são capazes de bloquear o hormônio natural, impedindo que sua função seja exercida. Isso pode aumentar ou diminuir o efeito dependendo se o bloqueador é mais ou menos potente do que o hormônio que está sendo bloqueado. Podem destruir o hormônio ou a capacidade do hormônio de executar a sua função, alterando sua estrutura direta ou indiretamente, fazendo com que o hormônio não se encaixe no sítio receptor. (PIMENTEL,2014).

## 2.5 Métodos utilizados para remoção desses compostos da água

Atualmente, a presença de micropoluentes na água que podem causar danos à saúde humana e de animais é uma preocupação mundial.

Tecnologias de tratamentos que podem remover esses poluentes com eficiência têm sido bastante investigadas. No entanto, não só sua eliminação, mas também a destruição do seu efeito potencial deve ser alcançada. (PIMENTEL,2014).

Uma avaliação da eficiência de remoção desses poluentes pelos processos de tratamento empregados nas plantas de tratamento de água potável e de esgoto doméstico é necessária. Estudos mostram que esses micropoluentes não são completamente removidos pelos processos convencionais de tratamento empregados nessas estações. Assim, outros processos de tratamento estão sendo investigados. (PIMENTEL,2014).

Novos processos de tratamento de efluentes devem ser desenvolvidos, visando um baixo nível de descarte de poluentes. Neste sentido, os processos oxidativos vêm ganhando atenção no tratamento de efluentes industriais e domésticos, bem como no tratamento de água potável. (PIMENTEL,2014).

Outros tratamentos também foram investigados na remoção de desreguladores endócrinos em sistemas aquosos, como filtração em carvão ativado,

processos com membranas de nano filtração (NF) e osmose inversa (OR), cloração, entre outros. (PIMENTEL,2014).

Estudos realizados para avaliar quais processos usados no tratamento de água podem ser usados para remoção de alguns DE. Concluíram que a melhor tecnologia disponível no tratamento de água para remoção de pesticidas, ftalatos, alquilfenóis e alquilfenóis etoxilados e PCB é o processo de filtração em CAG (Carvão Ativado Granular). (PIMENTEL,2014).

A aplicação de processos com membranas (NF) e (OR) em plantas de tratamento de água aumentou significativamente. Tais processos de NF e OR são particularmente efetivos na remoção de micropoluentes inorgânicos (tais como, nitrato, arsênico e flúor) e orgânicos (tais como, pesticidas, estrogênios entre outros). (PIMENTEL,2014).

É de suma importância avaliar se os tratamentos que removem efetivamente esses micropoluentes da água potável ou efluente de ETE são capazes de eliminar totalmente os efeitos deletérios que esses poluentes possam ter.

### **3 METODOLOGIA E COLETA DE DADOS**

Foi adotada para este trabalho uma pesquisa bibliográfica, que se trata de um apanhado geral sobre os mais importantes trabalhos já realizados, por serem capazes de fornecer dados relevantes relacionados com o tema. (MATTAR, 1996).

Também foi feito um estudo de caso referente a amostras analisadas em duas estações de tratamento. Observando que possuem princípios de tratamentos semelhantes, no entanto características diferentes para tratar os esgotos sanitários domésticos. Utilizando dois modelos de tratamento: reator anaeróbio complementado com três lagoas de estabilização do tipo Australiana na cidade A e Sistema Cíclico de Lodos Ativados por Batelada na cidade B. (PIMENTEL,2014).

O estudo da literatura ajuda no planejamento do trabalho em si, e representa uma enorme fonte de informações além de orientar a formulação da análise. (MATTAR, 1996).

Foi adotado o método de pesquisa quantitativa, onde se destaca o emprego quantificação, tanto na coleta dos dados quanto em seu tratamento. A utilização de

técnicas estatísticas é uma característica presente na abordagem, usando desde a estatística descritiva, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão, dentre outras. (da Silva e de Assunção e da Silva e D`Amore,2003).

O emprego da técnica quantitativa é aconselhado em se tratando de pesquisas que busquem medir relações entre variáveis ou avaliar o resultado de algum sistema ou projeto. Sendo menos orientada a representatividade, e mais para encontrar associações e explicações. (da Silva e de Assunção e da Silva e D`Amore,2003).

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Para compreender o destino dos DEs nas estações de tratamento de esgotos sanitários, deve ser feita uma avaliação dos principais mecanismos de remoção, das configurações do sistema de tratamento, condições ambientais e dos parâmetros operacionais das unidades de tratamento.

O comportamento e destino dos DEs e seus metabólitos no esgoto sanitário não é completamente conhecido. A distribuição dos DEs nas estações de tratamento de esgotos sanitários e no ambiente é determinada pelas propriedades físicas e químicas e pelas condições ambientais específicas do local. (PIMENTEL,2014).

A eficiência de eliminação durante o tratamento nas ETEs é principalmente baseada em medições das concentrações dos alteradores endócrinos nos afluentes e efluentes, variam de acordo com o dimensionamento e tecnologia de tratamento, tempo de detenção hidráulica, sazonalidade, e da eficiência da ETE. A figura 5 a seguir mostra um modelo convencional de ETE utilizado no Brasil. (PIMENTEL,2014).



Figura 5 – modelo de ETE adotada no Brasil

Fonte: Google Imagem,2016

A Tabela 3 apresenta a eficiência na remoção do  $17\alpha$ -etinilestradiol em diferentes ETEs, de acordo com o reportado na literatura, sendo possível constatar que a eficiência na remoção dos alteradores endócrinos é bastante variável.

Tabela 3. Remoção do EE2 em diferentes sistemas de tratamentos de esgoto sanitário.

Tabela 3. Remoção do EE2 em diferentes sistemas de tratamentos de esgoto sanitário.

<b>Sistema</b>	<b>Detalhes do estudo</b>	<b>Eficiência de remoção</b>
<b>Filtros Biológicos Percoladores</b>	Tratando esgoto doméstico Amostragem simples coletadas 8, 12 e 18 h	64%
	Tratando esgoto sanitário Amostragem simples	97%
<b>Lagoas de estabilização</b>	Dez lagoas de estabilização em série (2 anaeróbias + 1 aerada de mistura completa + 7 facultativas) tratando esgoto doméstico Equivalente populacional 3.300 hab Amostras compostas em 24 h	25%
	Seis lagoas de polimento tratando efluente de sistema de Lodos Ativados Equivalente populacional 1.300.000 hab Amostras compostas em 24 h	32%
	Quatro lagoas de estabilização em série (1 anaeróbia + 1 facultativa + 3 polimento) tratando esgoto doméstico na Cidade de Curitiba - Brasil Equivalente populacional = 580.000 hab Amostragem simples	99%

Fonte (PIMENTEL,2014). Adaptada pelo autor do artigo

Os resultados apresentados a seguir referem-se às amostras analisadas em duas estações de tratamento. Foi observado que as ETEs possuem princípios de tratamentos semelhantes, porém características estruturais diferentes para tratar os esgotos sanitários domésticos.

Nas ETEs estudadas utilizam-se dois modelos de tratamento: reator anaeróbio complementado com três lagoas de estabilização do tipo Australiana na cidade A e Sistema Cíclico de Lodos Ativados por Batelada na cidade B.

Os Gráficos 1 e 2 apresentam a concentração do desregulador endócrino

EE2 nas ETEs cidade A e cidade B para o esgoto bruto 1 e esgoto tratado 2.

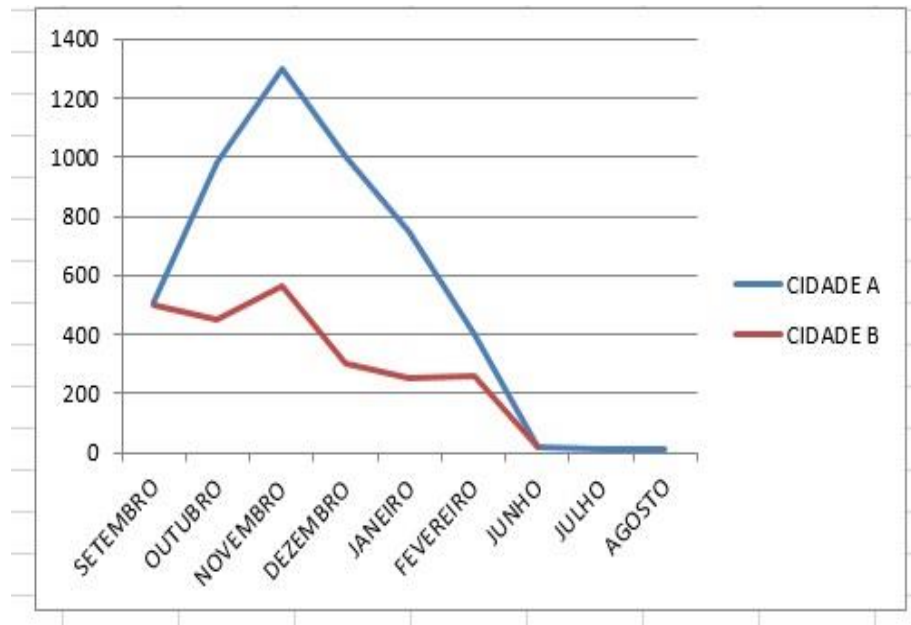


Gráfico 1 - concentração de EE2 na ETEs cidade A e cidade B para esgoto bruto  
Fonte (PIMENTEL,2014). Adaptada pelo autor do artigo

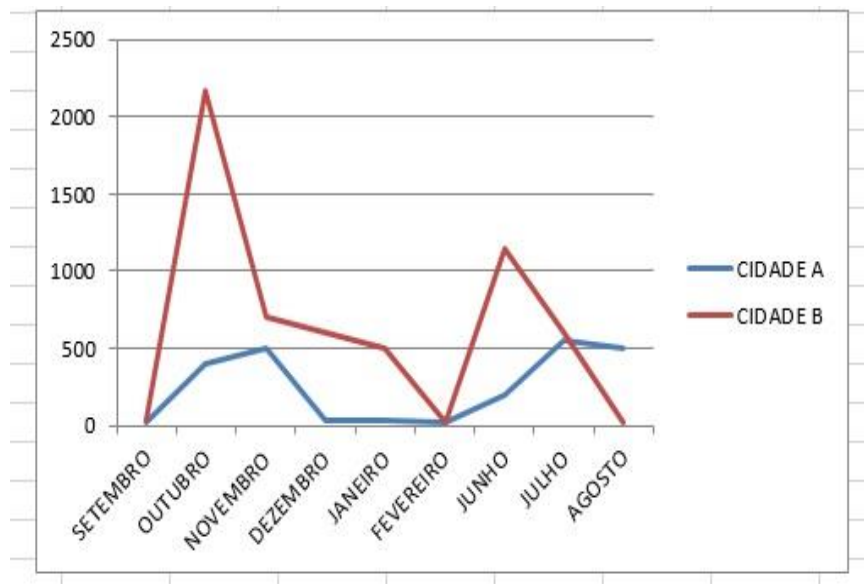


Gráfico 2 - concentração de EE2 na ETEs cidade A e cidade B para esgoto tratado  
Fonte (PIMENTEL,2014). Adaptada pelo autor do artigo



O gráfico 1 apresenta o menor valor médio observado para o DEs EE2 no esgoto sanitário bruto foi de 201 ng L-1 para ETE cidade B no mês de janeiro, enquanto o maior valor observado foi de 1309 ng L-1 para ETE cidade A mês de novembro. Para o esgoto sanitário tratado gráfico 2, o menor valor observado foi de 155 ng L-1 para ETE cidade A no mês de setembro e o maior valor observado foi de 2243 ng L-1 para ETE cidade B no mês de outubro.

A literatura cita valor de 180 ng L-1 para esgoto sanitário bruto e de 100 ng L-1 para o esgoto sanitário tratado, os valores obtidos nesse estudo foram maiores do que os reportados na literatura. (PIMENTEL,2014).

O gráfico 3 apresenta a eficiência na remoção do desregulador endócrino EE2 para as diferentes ETE estudadas.

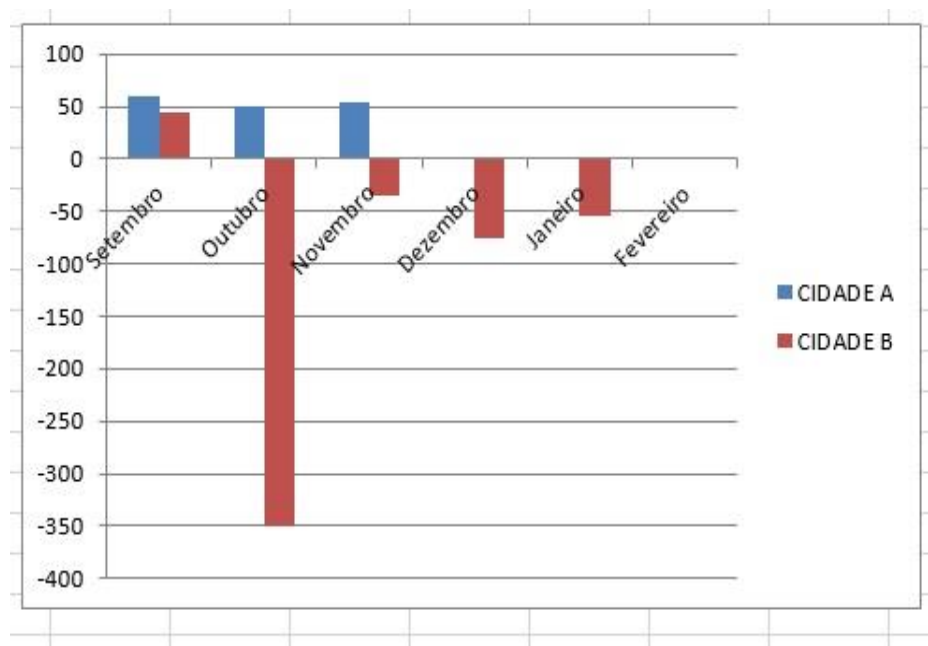


Gráfico 3 - Eficiência na remoção de EE2 para as ETEs cidade A e cidade B

Fonte (PIMENTEL,2014). Adaptada pelo autor do artigo

A eficiência média observada na remoção do EE2 gráfico 3, para as ETEs amostradas variam de (349)-55%, onde o valor entre parênteses denota um aumento na concentração do desregulador endócrino para o esgoto sanitário

tratado. (PIMENTEL,2014).

É possível observar no gráfico 3 que na ETE cidade B para o EE2 observou-se um aumento na concentração, da ordem de 349% (out. 2012); 32% (nov. 2012); 88% (dez. 2012); e 61% (jan. 2013). (PIMENTEL,2014).

No gráfico 4 são apresentadas as pluviosidades mensais para as cidades A e B durante o período de amostragem.

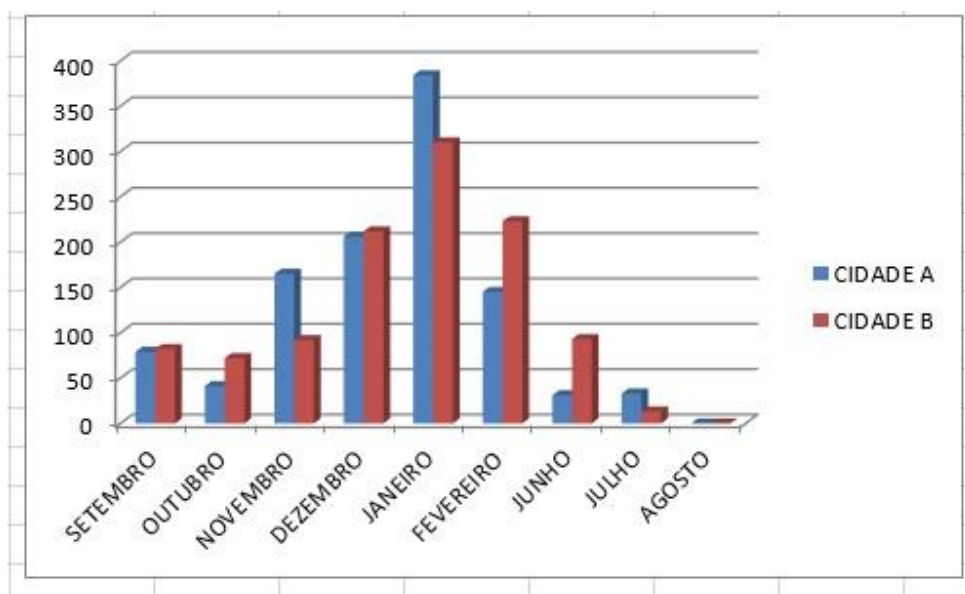


Gráfico 4 - Índice pluviométrico mensal para a cidade A e cidade B

Fonte (PIMENTEL,2014). Adaptada pelo autor do artigo

Foram obtidos os dados de pluviosidade mensal visando correlacionar o período de chuva e/ ou seca com aumento ou diminuição da concentração do EE2 nas ETE amostradas.

A pluviosidade mensal para a cidade A ficou entre 0-384 mm e a cidade B apresentou pluviosidade entre 0-310 mm. [4]

Para o estudo da correlação intensidade pluviométrica em função da concentração de EE2, foi verificado duas estações predominantes, a chuvosa e a seca. A cidade em estudo apresenta uma estação seca, compreendendo os meses de março a setembro (outono – inverno); e uma estação chuvosa compreendendo os meses de setembro a março (primavera – verão).

O gráfico 5 e 6 apresenta a correlação da intensidade pluviométrica mensal

em função da concentração de EE2 para as ETEs cidade A e B respectivamente.

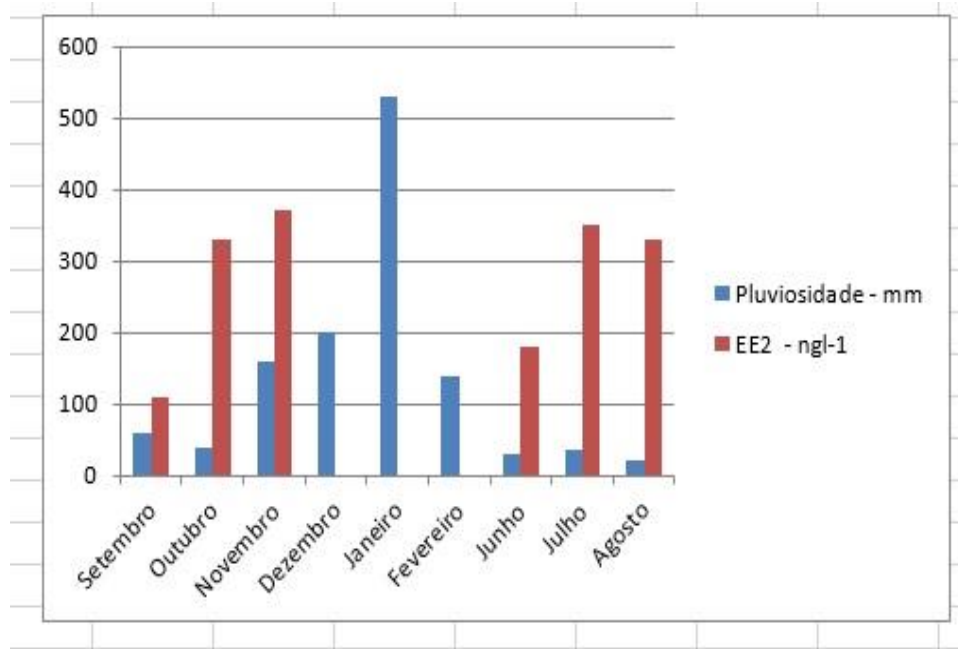


Gráfico 5 - Intensidade pluviométrica mensal em função da concentração de EE2 para as ETE cidade A

Fonte (PIMENTEL,2014). adaptada pelo autor do artigo

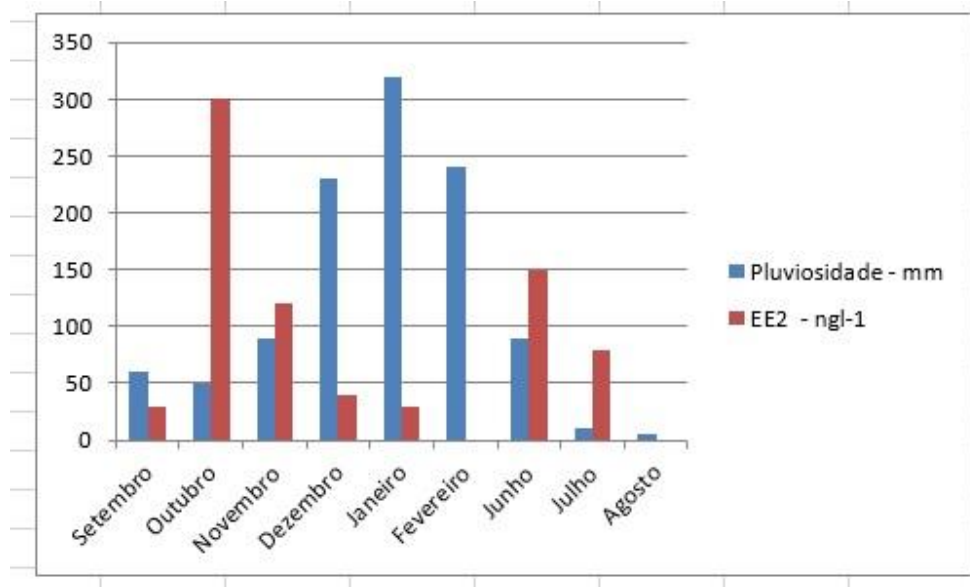


Gráfico 6 Intensidade pluviométrica mensal em função da concentração de EE2 para a ETE cidade B

Fonte (PIMENTEL,2014). adaptada pelo autor do artigo

No gráfico 5 para o EE2, na ETE observa-se entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com maior intensidade pluviométrica a concentração do estrógeno EE2 foi menor do que o limite de detecção. Porém para os meses considerados de seca para essa cidade (set./out./nov. e jun./jul./ago.) A concentração do EE2 variou entre 110-370 ng L-1 para ETE cidade A. No gráfico 6 para a ETE cidade B a concentração do desregulador endócrino nos meses de dezembro e janeiro considerado de maior intensidade pluviométrica, foi de 120 ng L-1 e 320 ng L-1, respectivamente. Para o mês de fevereiro não foi possível obter resultado da análise devido a não resposta cromatográfica. (PIMENTEL,2014).

A ETE cidade A possui sistemas de tratamento secundário diferente quando comparado com a ETE cidade B. Na ETE cidade A o tratamento secundário é composto de três lagoas de estabilização com 1,5 Km de comprimento, enquanto a ETE cidade B apresenta um tanque de aeração com dimensões bem menores. Como a ETE cidade A apresenta maior área de drenagem conseqüentemente possui maior diluição na concentração do EE2, quando comparado com ETE cidade B. (PIMENTEL,2014).

## **5 CONCLUSÃO**

Observando o que foi exposto, é possível constatar que os desreguladores endócrinos naturais e sintéticos, mais precisamente o 17 $\alpha$ -etinilestradiol, estão presente nas águas naturais e em diferentes sistemas de tratamento de esgotos. Pela magnitude das substâncias e seu potencial de desregular o sistema endócrino, é preciso continuar com estudos sobre a detecção e métodos eficazes para a sua remoção, otimizando, assim os processos já existentes, além da necessidade de investimentos e implantação de novas tecnologias de tratamento de esgoto, não se esquecendo da viabilidade técnica e econômica.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BIANCHETTI, F.J - Remoção do Agente Hormonalmente Ativo Etinilestradiol por Pré-oxidação e Coagulação: Estudo em Escala de Bancada - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, 2008.

DOS SANTOS, Eliane P.C.C - Remoção de Etinilestradiol no Tratamento de Água Para Consumo humano: Estudo em Escala Piloto - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, 2011.

BILA, D.M e DEZOTTI, M - Desreguladores Endócrinos no meio Ambiente: Efeitos e Consequências - Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CP 68501, 21945-970 Rio de Janeiro – RJ, Brasil. 2007

PIMENTEL, P. A - Estudo da Variação Temporal da Presença de Estrógenos em duas ETE do estado de São Paulo - Tese Doutorado – IQAr – UNESP, 2014.

BILA, D.M e DEZOTTI, Marcia - Fármacos no Meio Ambiente - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21945-970 Rio de Janeiro – RJ. 2003.

MATTAR, F.N - Pesquisa de marketing - Edição compacta. São Paulo: Atlas. 1996.

Da Silva, M.P. e DE ASSUNÇÃO, M.V.D. e DA SILVA, R.L.S. e D`AMORE, T. M. - Análise Metodológica da Produção Acadêmica no Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRN - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.