

POLUIÇÃO AMBIENTAL CAUSADA POR FÁRMACOS PARA USOS HUMANOS E VETERINÁRIOS

TANNUS, Michel Moreira

michelmoreiratannus@hotmail.com

Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz

Resumo: *A expansão do mercado de produtos farmacêuticos vem gerando um problema ambiental na qual não há muitas pesquisas para saber de maneira mais clara o efeito na vida dos seres vivos, incluído o ser humano. Mas estudos em laboratórios e em campo vêm revelando modificações na biologia dos seres vivos (principalmente de espécies aquáticas) e ameaça a saúde do homem. São vários tipos de fármacos despejados no meio ambiente, tanto de uso humano, quanto de uso veterinário. Podem ter diferentes efeitos no ambiente e na saúde das mais variadas espécies. Mas duas classes deles estão no topo desta preocupação: os antibióticos, que causam resistência bacteriana, e os interferentes endócrinos, representados pelos hormônios e outras substâncias. A resistência a antibióticos é um perigo a saúde do ser humano por tornar menos eficaz o uso deles no tratamento de enfermidades provocadas por micro-organismos. Já os interferentes endócrinos alteram o desenvolvimento biológico dos seres vivos como a feminilização dos peixes machos e a diminuição da fertilidade nos homens. O artigo não apenas tem o objetivo de falar dos impactos ambientais citados, mas também de apresentar algumas propostas para mitigar o problema, mostrando alguns procedimentos técnicos para evitar a poluição e expondo as principais legislações existentes no Brasil para melhor orientação no descarte de medicamentos.*

Palavras-Chave: *Fármacos no ambiente. Desregulação hormonal. Resistência bacteriana. Procedimentos. Legislação.*

Abstract: *The expansion of the pharmaceutical market is creating an environmental problem in which there is much research to know more clearly the effect on the lives of living beings, including humans. But studies in laboratories and in the field have revealed changes in the biology of living organisms (especially aquatic species) and threatens human health. There are several types of drugs discharged into the environment, both for human use, for veterinary use. They may have different effects on the environment and health of various species. But two classes of them are on top of this concern, the antibiotics that cause bacterial resistance, and endocrine disruptors, represented by hormones and other substances. Resistance to antibiotics is a threat to the health of the human being become less effective their use in treating diseases caused by micro-organisms. Already endocrine disruptors alter the biological development of living beings as the feminization of male fish and decreased fertility in men. The article not only aims to speak the aforementioned environmental impacts, but also to present some proposals to mitigate the problem, showing some technical procedures to prevent pollution and exposing the main existing legislation in Brazil for better guidance on disposal of medicines.*

Keywords: *Drugs in the environment. hormonal dysregulation. Bacterial resistance. Procedures. Legislation.*

1 INTRODUÇÃO

O hábito incorreto da população em geral de jogar os medicamentos em qualquer lugar acaba contaminando as águas e o solo, aumentando os riscos e efeitos indesejados para a saúde humana, a dos animais e dos organismos aquáticos (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

O descarte de medicamentos expirados é uma preocupação considerável para a saúde pública, pois podem ser classificados como resíduos tóxicos de acordo com sua composição química. Dependendo da intensidade da toxicidade, podem provocar contaminação no meio ambiente, por esse motivo não podem ter a mesma destinação final de resíduos comuns (VAZ; FREITAS; CIRQUEIRA, 2011).

Sem esquecer que com a escassez de recursos como a água potável e o aumento da população, a previsão é que problemas desta natureza se intensifiquem nos próximos anos (FLORIO, 2012).

Pesquisas têm detectado presença de fármacos, cosméticos e produtos de higiene pessoal em águas superficiais, subterrâneas, água para consumo humano, e até mesmo em solos sujeitos à aplicação de lodo de esgoto (CARVALHO *et al.*, 2009). Estes compostos, quando em presença no solo e a água, podem provocar contaminação, que mesmo em uma rede de tratamento de esgoto não é removida completamente (PINTO *et al.*, 2014).

Estes resíduos, quando sujeitos as condições adversas de umidade, temperatura e luz podem transformar-se em compostos tóxicos e provocar o desequilíbrio ao meio ambiente, modificando ciclos biogeoquímicos, e alterando as teias e cadeias alimentares (PINTO *et al.*, 2014).

Os fármacos são feitos para serem persistentes, preservando sua natureza química o suficiente para servir a um propósito terapêutico. Mas, cerca de 50% a 90% de uma dosagem do fármaco é eliminado de forma inalterada e persiste no meio ambiente (BILA; DEZOTTI, 2003).

A contaminação ocasionada pelos medicamentos de uso veterinário é geralmente mais intensa, já que a excreção é feita diretamente para o ambiente sem qualquer tratamento prévio (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

As principais vias de contaminação de fármacos ao meio ambiente ocorrem do seu uso intencional, em que são eliminados por excreção após o consumo oral, injeção ou infusão; da remoção de medicação de uso tópico durante o banho; e o descarte de medicamentos vencidos ou não mais desejados no esgoto ou no lixo (CARVALHO *et al.*, 2009).

Descartar de modo incorreto esses resíduos, como jogá-los em aterros comuns ou despachá-los pela rede de esgoto, pode promover a contaminação de solo, lençóis freáticos, lagos, rios e represas, afetando também a fauna e flora que fazem parte do ciclo de vida da região contaminada. É um problema desprezado, muito pouco noticiado por órgãos de imprensa, governamentais ou entidades de terceiro setor (UEDA *et al.*, 2009).

De acordo com os estudos feitos, observa-se que os destinos mais comuns de descarte de medicamentos vencidos são o lixo comum e o vaso sanitário. Outras maneiras de descarte incorreto foram por meio da pia e do tanque de lavar roupa (VAZ; FREITAS; CIRQUEIRA, 2011).

Grupos de fármacos como os antibióticos, estrogênios, antineoplásicos e imunossuppressores utilizados em quimioterapia, conhecidos como potentes agentes

mutagênicos merecem atenção especial por serem substâncias químicas tóxicas e perigosas (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Os perturbadores endócrinos estão presentes em pesticidas, plásticos, detergentes, lacas, tintas, antibióticos, fármacos, resíduos industriais e domésticos, e também são eliminados pelos organismos dos seres vivos (VERAS, 2006).

Os anticoncepcionais e os hormônios são o grupo de produtos de substância contaminantes com mais emprego de substâncias na medicina (FLORIO, 2012). Deste grupo podemos citar o estrógeno, um hormônio feminino presente nos anticoncepcionais e nos medicamentos de reposição hormonal pós-menopausa (UEDA *et al.*, 2009).

O estradiol é um hormônio com potencialidade de modificar o funcionamento do Sistema Reprodutor de homens e animais. Mesmo em poucas concentrações, ele aumenta risco de enfermidades como câncer de próstata, mama, útero e pode promover a infertilidade (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Os antibióticos são um grupo de fármacos que causam preocupação entre os ambientalistas. Esta é a maior categoria de fármacos fornecida pela medicina humana e veterinária, com propósitos terapêuticos ou como promotores de crescimento. O aumento do consumo de antibióticos gera, por consequência, maior descarte no meio ambiente, fazendo com que ocorra crescimento de resistência das bactérias em contato com estas águas contaminadas, além do efeito tóxico aos organismos aquáticos (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Apesar de vários estudos sobre o problema, ainda não há no Brasil orientação sobre os procedimentos para descarte de medicamentos vencidos usado em residências sendo que a legislação é direcionada apenas para os estabelecimentos de saúde (VAZ; FREITAS; CIRQUEIRA, 2011).

Para piorar, as empresas não utilizam grandes esforços para avaliar os impactos ambientais ocasionados pela poluição destas substâncias ao meio ambiente. A falta de consciência ambiental tanto de quem descarta, quanto de quem poderia receber estes medicamentos é o principal motivo deles serem encontrados no meio do lixo comum, recebendo, portanto, tratamento inadequado (FLORIO, 2012).

2 DESENVOLVIMENTO

Os fármacos possuem um papel de inquestionável importância em nossa civilização, desde sua ação fundamental no tratamento das doenças até funções mais recentes, como o de proporcionar cada vez mais o prolongamento da vida humana. Eles representam um dos alicerces para sustentar os desejos e o estilo de vida da sociedade moderna. Muitos desses produtos sobram após o consumo e acabam sendo jogados no lixo doméstico ou esgoto comum (UEDA *et al.*, 2009).

O descarte no lixo doméstico causa problemas ambientais. Os aterros sanitários não conseguem eliminar resíduos de medicamentos que porventura tenham sido jogados no lixo comum, os compostos químicos presentes nos medicamentos vão sendo transferidos para os meios receptores do solo. Nestas condições, essas substâncias podem ter um conjunto de efeitos danosos em seres humanos ou animais que venham a entrar em contato com o solo contaminado (VAZ; FREITAS; CIRQUEIRA, 2011).

Os medicamentos expirados (vencidos), ou não mais desejados, que são jogados diretamente nos lavatórios e nos vasos sanitários, um hábito comum, chegam às estações de tratamento de esgoto (ETEs) na sua forma original, sem sofrer alterações do metabolismo no corpo humano. Desta maneira, contribuem de modo mais intenso para a

poluição ambiental. A principal porta de entrada de fármacos na água é através do efluente vindos das estações de tratamento de esgotos, pois as tecnologias convencionais de tratamento apresentam limitações na remoção de uma variedade de fármacos (CARVALHO *et al.*, 2009).

Nos anos 1990, as autoridades de saúde dos Estados Unidos orientavam os usuários de medicamentos a jogá-los nos vasos sanitários quando expirados ou quando não mais utilizados. Esta orientação baseava-se na ideia de que a saúde do ser humano teria prevalência sobre eventuais danos ao ambiente, uma vez que, se descartados no lixo comum, poderiam ser ingeridos por terceiros, acarretando desta maneira, sérios riscos à integridade física dos indivíduos.

Em uma pesquisa feita na Inglaterra, com a intenção de identificar as práticas empregadas para o descarte dos medicamentos, e também a percepção do risco ambiental destas práticas por parte dos consumidores, mostrou que apenas 5,1% demonstraram que os medicamentos poderiam ser prejudiciais ao meio ambiente. Muitos revelaram preocupação maior com relação ao risco de crianças terem acesso aos medicamentos descartados, do que com os danos ambientais (CARVALHO *et al.*, 2009).

O hábito do brasileiro de automedicação e a obtenção destas mercadorias sem a receita médica acabaram por gerar nas residências brasileiras um acúmulo de medicamentos. As “farmacinhas caseiras”, como são conhecidas, geralmente contêm alguns produtos reservados às emergências (antigripal, analgésicos, antitérmicos), vendidas livremente sem nenhum controle, mas também é muito comum conter sobras de medicamentos que precisam da retenção das receitas (antibióticos, entre outros) que provavelmente não mais serão utilizados, mas que ficam guardados até o vencimento da sua data de validade (PINTO *et al.*, 2014).

Não é apenas o uso humano dos fármacos que causam a contaminação do meio ambiente. Outra questão importante envolve o uso de água para irrigação, nos quais a presença de fármacos, concentrações pequena, pode resultar no acúmulo destas substâncias no solo e na conseqüente poluição das águas subsolo (CARVALHO *et al.*, 2009).

Os restos de medicamentos não são removidos pelos tratamentos de esgotos convencionais, já que suas propriedades químicas são persistentes, têm alto potencial para bioacumulação e baixa biodegradabilidade. Por isso, não há meios sanitário que os retire completamente da água, mesmo em uma rede de tratamento de água. A bioacumulação pode ocorrer de duas formas: direta ou indireta. Na direta as substâncias químicas acumulam-se pelo contato direto com o ambiente contaminado através de via oral, percutânea e respiratória. Já na indireta os fármacos acumulam-se nos seres vivos a partir da cadeia alimentar (PINTO *et al.*, 2014).

O descarte inadequado não é a única forma de poluição de fármacos no ambiente, alguns componentes são excretados pela urina ou pelas fezes. Cerca de 50% e 90% de uma dosagem são eliminados pelo organismo sem sofrer modificações e persistem no ambiente. Outro problema a ser falado é que, nas cidades brasileiras, em sua maioria, o lixo ainda é jogado em lixões, fazendo com que os catadores, em sua maioria, ingerem os medicamentos encontrados nestes locais ou os descartem diretamente no solo, para o reaproveitamento das embalagens (PINTO *et al.*, 2014).

Os fármacos são substâncias pouco biodegradáveis e muito persistentes. Após o seu uso, parte significativa do fármaco original e seus metabólitos são eliminados pelo organismo através da urina e das fezes humanas e de animais, chegando às estações de tratamento de esgotos (ETEs) e seus efluentes, por meio do esgoto doméstico, mas principalmente de hospitais. Sua porcentagem de remoção nas estações de tratamento é muito pequena (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Diante disto, foi permitido verificar que, além do descarte de medicamentos não consumidos em lixos caseiros, a própria excreção urinária ou fecal podem ser fonte de

poluição, além do uso rural de antibióticos, remédios parasitários e restos de aplicação de hormônios nas rações dos animais (UEDA *et al.*, 2009).

No mundo inteiro, estudos feitos em esgoto doméstico, águas superficiais e solos captaram fármacos como antibióticos, anestésicos, hormônios, anti-inflamatórios entre outros (UEDA *et al.*, 2009).

Pesquisas sobre a ação de fármacos nos meios aquáticos mostram que os antineoplásicos, hormônios sexuais, antibióticos e outros são bastante tóxicos para os seres vivos como algas e peixes (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011). Não se esquecendo de dizer que cada fármaco afetará o ambiente de modo diferente, seja por poluição do meio, modificação no desenvolvimento das plantas ou metabolização e incorporação pelos animais, por exemplo. (UEDA *et al.*, 2009).

As consequências nocivas de restos de medicamentos têm sido verificadas analisando as biotas aquáticas. No entanto, poucos dados experimentais têm sido estudados em ambientes terrestres. Mas em um estudo foram avaliados os efeitos do antibiótico sulfonamida na contaminação de um sistema terrestre com três espécies de plantas, fornecendo informações da alteração no desenvolvimento normal, crescimento e a bioacumulação em diferentes compartimentos da planta. Outros problemas observados foram as alterações da comunidade microbiana do solo, detectando o desenvolvimento de resistência bacteriana e o impedimento do mecanismo natural de descontaminação para pesticidas e outros xenobióticos (BILA; DEZOTTI, 2003).

2.1 Hormônios

Dos muitos sistemas que compõem o organismo humano, o sistema endócrino tem importância relevante. Cada órgão que compõe esta estrutura possui uma característica fundamental, que é excretar um determinado tipo de hormônio. Cada hormônio tem suas funções, que são principalmente de um efeito de regular outros órgãos, que estão distantes (GUIMARÃES, 2005).

Os perturbadores endócrinos englobam uma grande quantidade de substâncias químicas, que incluem os hormônios naturais e sintéticos, fitoestrógenos, pesticidas, compostos utilizados na indústria, subprodutos de processos, entre outros. Alguns são persistentes, enquanto outros são rapidamente degradados no ambiente. (CARVALHO *et al.*, 2009).

Os perturbadores endócrinos são substâncias químicas que promovem alterações no sistema endócrino humano e nos hormônios (GUIMARÃES, 2005). Eles agem por mecanismos fisiológicos pelos quais substituem os hormônios do organismo humano, ou bloqueiam a sua ação natural, ou ainda, aumentando ou diminuindo a quantidade natural de hormônios, modificando as funções endócrinas (GUIMARÃES, 2005).

Quando se fala de hormônios deve-se ter o cuidado de não generalizar. Existem vários tipos de hormônios. Há os hormônios naturais do corpo humano: testosterona, estrogênio, progesterona. Os hormônios naturais de plantas: sementes de soja, por exemplo. E os hormônios sintéticos: contraceptivos orais e aditivos na alimentação animal (TORRES, 2009).

Durante milênios o organismo humano sofreu a ação e adaptando-se a perturbadores endócrinos naturais, encontrados em vegetais, cereais, plantas, temperos e frutas, tais como maçãs, cerejas, ameixas, batatas, cenouras, ervilhas, soja, feijão, salsa, alho, trigo, aveia, centeio e cevada. Contudo, estes perturbadores não são capazes de acumular no corpo humano e são eliminados de forma natural (GUIMARÃES, 2005). Porém, os endócrinos naturais encontrados em verduras, cereais, temperos, plantas e frutas não se acumulam nos humanos (pois estes estão adaptados a estas substâncias), os estrogênios naturais interferem no sistema reprodutivo dos seres aquáticos de forma antagonista (VERAS, 2006).

Em produtos químicos sintéticos isto não ocorre, pois eles imitam os hormônios naturais do corpo, já que se acumulam em tecidos gordurosos, não sendo excretados e passam a funcionar como se fossem os hormônios segregados pelas glândulas, “tomando” o seu lugar e alterando o funcionamento do corpo humano (GUIMARÃES, 2005).

A maioria destes hormônios é lipossolúvel (derivados de aminoácidos e esteroides) não necessitam de emissores e receptores para passar pela membrana celular, pois são de tamanho menor e substancialmente lipofílico. Vagam sem barreira nas células alvos, interagindo no núcleo celular com receptores nucleares bem específicos nos quais há uma conexão perfeita do hormônio, originando o chamado complexo chave-fechadura (VERAS, 2006).

A perturbação ou alteração do sistema endócrino pode estar relacionada a modificações na síntese, secreção, transporte, ligação, ação ou eliminação dos hormônios naturais dos organismos; ocorrendo, desta maneira, uma nova resposta hormonal (VERAS, 2006).

Geralmente existe muita semelhança entre os hormônios naturais presentes nas diversas espécies de animais vertebrados em que hormônios de uma espécie, por exemplo, altera no desenvolvimento de seres vivos de outras espécies. Exemplo disto está no desenvolvimento anormal da tireoide em pássaros e peixes. Redução da fertilidade e modificações sexuais e imunológicas em crustáceos, peixes, pássaros, répteis e mamíferos. Isto aumenta chances de ações deletérias nestes indivíduos (VERAS, 2006).

Um exemplo de grupo de hormônios sintéticos está nos derivados dos estrógenos que são utilizados como contraceptivos, tratamento dos sintomas da menopausa (17 β -E2), distúrbios fisiológicos e no câncer de próstata e mama. Os progestogênios são empregados contra a infertilidade e descontrola o ciclo menstrual. São absorvidos pelo organismo de forma rápida e metabolizados pelo fígado (TORRES, 2009).

O E3 (estriol) é usado na menopausa como alternativa ao estradiol e estrona (TORRES, 2009).

Os 17 α -EE2(17 α -etinilestradiol) e o 17 β -E2 (17 β -estradiol) (também endógeno do corpo) são os mais potentes da classe dos perturbadores endócrinos. O 17 β -E2 também é empregado nos tratamentos de reposição hormonal (menopausa) (TORRES, 2009).

A exposição aos perturbadores endócrinos pode ocorrer sob diferentes maneiras, tais como pelo de contato direto no ambiente de trabalho ou na residência, ou indireto por meio da ingestão de água, ar ou alimentos contaminados e ao contato com o solo. Uma das maiores exposições da população é através do consumo de água e alimentos contaminados (ZAPPAROLI; CAMARA; BECK, 2011).

Nos seres humanos supõe-se que mais de 90% dessas substâncias são absorvidas por meio do sistema digestório, na grande maioria das vezes pelo consumo de alimentos contaminados (ZAPPAROLI; CAMARA; BECK, 2011).

Um estudo realizado por cientistas dinamarqueses, que teve seus resultados publicados em 1992 na revista *British Medical Journal*, mostrou conclusões muito preocupantes a respeito da fertilidade masculina no planeta Terra: nos cinquenta anos dentro do período de estudo houve uma redução de 45% na contagem média de espermatozoides, ao mesmo tempo em que o volume de esperma ejaculado diminuiu em 25%. Para piorar, o número de homens que apresentam uma taxa diminuta de esperma (20 milhões de espermatozoides por mililitro) triplicou e o número de homens com altas taxas de esperma declinou.

Outro dado preocupante é o crescimento da incidência de câncer testicular, uma doença que atinge homens jovens. Outro problema constatado é o câncer de próstata, que já é o número um em homens norte-americanos. A conclusão mais uma vez foi a mesma: o aumento contínuo da exposição humana a estrógenos químicos, fez crescer o número dos

casos de câncer de próstata. Os principais agentes químicos que afetam especificamente o sistema endócrino masculino são:

a) na redução da contagem de espermatozóides - dibromocloropropano, toluenodiamina, dinitrotolueno, etileno dibrometo, etileno glicol monoetil éter e vapores de bromo;

b) para espermatozoides de formato anômalos - chumbo, Carbaryl, etileno dibrometo, soldagem e vapores de bromo (GUIMARÃES, 2005).

Um dos hormônios que tem o poder de modificar o funcionamento do Sistema Reprodutor de homens e animais é o estradiol. Mesmo em concentrações reduzidas, ele aumenta as chances do surgimento de doenças como câncer de próstata, mama, útero e pode proporcionar a esterilidade (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Anualmente dezenas de milhares de mulheres nos EUA são diagnosticadas com câncer endometrial. Pesquisas epidemiológicas têm provado que a exposição a estrogênios exógenos aumentam a chance para o surgimento do câncer endometrial em mulheres na fase pós-menopausa, recebendo terapia de reposição hormonal (GUIMARÃES, 2005).

Substâncias químicas suspeitas de causar modificações do sistema endócrino, além das doenças citadas, também estão potencialmente ligadas a enfermidades, como o câncer de mama, deformidades dos órgãos reprodutivos, disfunção da tireóide e alterações relacionadas com o sistema neurológico (CARVALHO *et al.*, 2009).

Contraceptivos orais (em pílulas) e cremes estrogênicos podem estar relacionados com o desenvolvimento precoce puberal devido, geralmente, por exposição acidental. Foram verificados o crescimento precoce de mamas em crianças expostas a creme estrogênico (ALVES *et al.*, 2007).

Alguns pesquisadores, porém, discordam com o efeito alarmante dos medicamentos endócrinos no ser humano, pois boa parte das pesquisas neste assunto vem de alterações reprodutivas verificadas em animais de laboratório ou animais selvagens vindos de ecossistemas poluídos. Informações consistentes apontando sua ação em humanos são raras e quase sempre em consequência de exposições acidentais (ALVES *et al.*, 2007).

Os perturbadores endócrinos não fazem diferença: estão presentes nas grandes metrópoles, áreas rurais, hospitalares, escolares, atingindo pessoas ricas e pobres. São encontrados nos alimentos, nas embalagens plásticas, nas emissões dos escapamentos dos veículos, em fertilizantes, inseticidas, herbicidas, nematicidas, fungicidas e tantos outros pesticidas no Brasil (GUIMARÃES, 2005).

Nos ambientes hospitalares, a utilização de alguns tipos de medicamentos e produtos para esterilização de equipamentos cirúrgicos já são comprovadamente apontados como interferentes endócrinos e fornecem risco aos profissionais da área (GUIMARÃES, 2005). Também deve-se dar atenção aos aterros que recebem resíduos oriundas de indústrias farmacêuticas para impedir a contaminação de águas do subsolo (VERAS, 2006).

O 17 β -E2(17 β -estradiol) e o 17 α -EE2(17 α -etinilestradiol) são diariamente eliminados no esgoto e não são totalmente removidos nas ETEs. São jogados constantemente na água, inclusive a potável. Estudos em laboratórios demonstram que a concentração de 17 β -E2(17 β -estradiol) encontrados em alguns ecossistemas aquáticos podem feminilizar os peixes (TORRES, 2009).

O 17 α -etinilestradiol, mestranol e o diestilbestrol possuem seus níveis de concentrações aumentados na natureza por causa do descarte de medicamentos não consumidos (vencidos) proveniente de casas, lixos hospitalares e da indústria farmacêutica. Observando-se também a feminilização de peixes machos expostos a efluentes municipais (TORRES, 2009). O 17 α -estradiol é outro interferente endócrino que causa a efeminação de peixes machos mesmo estando na concentração de 1 ng/L (CARVALHO *et al.*, 2009).

Em resumo pode-se dizer que o 17 β -E2(17 β -estradiol), o E1 (estrona), o E3(estriol), o 17 α -EE2(17 α -etinilestradiol) e o me EE2 (mestranol) são os esteroides que causam preocupação ao meio ambiente (TORRES, 2009).

As substâncias poluentes oriundas de anticoncepcionais/hormônios são tanto moléculas tóxicas em seu estado ambiente, como excipientes e ativos instáveis, transformados por alguma alteração física ou química. Destaca-se o anticoncepcional *Etinilestradiol+Gestodeno Micronizado*, pela grande concentração de hormônios. Estes hormônios poluem as águas não apenas por descarte inadequado destes medicamentos, como também pela eliminação via urina (FLORIO, 2012).

O 17 β -estradiol (17 β -E2) é eliminado majoritariamente por mulheres, através da urina e fezes (bastante concentração em períodos férteis, na gestação, e tratamento de reposição hormonal) (VERAS, 2006).

Um exemplo de metabolização desta substância vê-se no 17 β -E2. O 17 β -E2 \rightarrow (oxidado) \rightarrow estrona(E1) \rightarrow estriol (E3). O estroma e o estriol são excretados. O E3 é uma forma de estrógeno metabolizado do estradiol (TORRES, 2009).

O uso indiscriminado dos hormônios vindo de medicamentos na bovinocultura e aquicultura é responsável por parte considerável desses contaminantes nos mananciais (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Dejetos de animais domésticos (gado, porco, galinha etc.) é a principal fonte de poluentes estrogênicos no ambiente: estroma; 17 α -estradiol e conjugados. A quantidade de 17 α -estradiol está mais concentrada nos excrementos destes animais do que na dos seres humanos. Mas a concentração diferencia de acordo com o tipo de criação e saúde do animal. Aproximadamente 3% do esterco aplicado na agricultura é lixiviado (VERAS, 2006).

Os estrógenos não só são importantes na fase aquosa, mas também podem se acumular em sedimentos marinhos e assim interferir nos organismos presentes no meio (BILA; DEZOTTI, 2003).

Os esteroides sintetizados têm pouca volatilidade e são hidrofóbicos, lipofílicos e bioacumulativo, ajudando na dispersão no meio ambiente. (TORRES, 2009). O provável acúmulo de perturbadores endócrinos nos sedimentos de rios e no solo permite que possam ser transportados para distâncias longínquas, ficando na cadeia trófica e causando risco para o ser humano (que está no pico da cadeia alimentar) (VERAS, 2006).

Além de alguns perturbadores endócrinos poderem ser detectados em cinzas dos produtos incinerados, no lodo biológico de ETEs e chorumes de aterros sanitários. Também são encontrados em carnes, peixes, ovos e derivados de leite, por causa da solubilidade em gordura (VERAS, 2006).

2.2 Antibióticos

Outra preocupação dos cientistas é com o grupo dos antibióticos, pelo seu potencial em causar o surgimento de resistência bacteriana e por serem consumidas em altas quantidades. A utilização de antibióticos para outros fins, não terapêuticos, pode encher o ambiente com bactérias resistentes a antimicrobianos que infectem o ser humano (CARVALHO *et al.*, 2009).

Pesquisa feita em mananciais de cinco cidades do Canadá detectou antibióticos como: ciprofloxacina, ofloxacina, claritromicina, eritromicina-H₂O, tetraciclina, sulfametoxazol e sulfapiridina (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011). Na Alemanha, 18 antibióticos foram encontrados em efluentes de ETEs e águas superficiais (BILA; DEZOTTI, 2003).

Bactérias resistentes a antibióticos podem ser detectadas em locais onde efluentes industriais, dejetos humano e animais são despejados, ambientes onde sofrem pressão de seleção. Em resíduos de plantas de tratamento de água podem considerar como recipiente

principal dos micro-organismos entéricos carreadores de genes de resistência (SCHIMIDT; CARDOSO, 2003).

Antibióticos na comida de animais domésticos são fontes de contaminação química do solo, águas subterrâneas e superficiais: também ocasionando a resistência bacteriana (VERAS, 2006). Os antibióticos têm o uso na promoção de crescimento na produção de gado, na produção avícola e são bastante usados como aditivos de alimento de peixe na aquicultura e criação de porcos. Por isso, podem contaminar o solo, águas de subsolo e superficiais. Por causa do uso na cultura de peixes, alguns antibióticos como o cloranfenicol e o oxitetraciclina são encontrados em sedimentos de origem marinha (BILA; DEZOTTI, 2003).

Na piscicultura houve o aumento do uso de norfloxacino e também detectou-se a resistência bacteriana nas amostras de conteúdo intestinal, superfície de peixe e ração observou-se valores significativos de isolados resistentes à tetraciclina (LIMA *et al.*, 2006).

Na resistência de microorganismos, três fatores são indicados como responsáveis: a associação de genes de resistência com elementos transponíveis (transposons); o contato de antimicrobianos como já foi citado (SCHIMIDT; CARDOSO, 2003). As bactérias em contato físico, no meio aquático, possibilita uma grande frequência de troca de elementos genéticos móveis, como plasmídios e transposons, codificadores de resistência aos antimicrobianos. Situações como essas são particularmente importantes para a proliferação de resistência a drogas como a tetraciclina (LIMA *et al.*, 2006).

2.3 Soluções Técnicas

Para conter a poluição ambiental causada por descarte incorreto de fármacos e outras substância é necessário algumas medidas. Neste contexto inclui o descarte de medicamentos nas suas varias maneiras e o uso de estratégias de gestão destes resíduos. Estas estratégias para serem eficazes devem ter a colaboração dos vários profissionais envolvidos em todas as etapas do ciclo de vida dos medicamentos (CARVALHO *et al.*, 2009).

Primeiramente, deve-se reconhecer a falta de informação de boa parte da população a respeito aos métodos e conduta correta para o descarte de tais substâncias, e quanto aos danos que o descarte incorreto desses pode acarretar ao meio ambiente, inclusive ao próprio homem. Os recipientes dos produtos farmacológicos não fornecem informações de como jogar os resíduos fora, diferente dos outros produtos industrializados (UEDA *et al.*, 2009).

É necessário educar a população para esta não descartar medicamentos de forma incorreta e melhorar o tratamento de água feito pelas ETEs. No Canadá, um programa com esta ideia foi lançado em 1996, por meio de um acordo entre farmácias e indústrias farmacêuticas, para recolher e mandar os medicamentos serem incinerados, exceto produtos de higiene pessoal. Esse programa é visto como um sucesso por causa da sua objetividade e interface amigável (CARVALHO *et al.*, 2009).

Sendo uma das soluções mais efetivas, a incineração não é cem por cento eficaz. Diminui bastante a quantidade, mas ainda sobram partículas a serem jogadas nos aterros, além de emitirem dioxinas. Há a contaminação provocada pela combustão de correlatos, como embalagens e frascos (UEDA *et al.*, 2009).

Alternativa bastante eficaz é a venda fracionada da quantidade de remédios. Inclusive este método, passa por tentativas de implantação, porém sem sucesso considerável. Isso diminuiria a compra desnecessária pelos consumidores finais (UEDA *et al.*, 2009).

A Indústria Farmacêutica tem papel estratégico na mitigação do problema implementando uso do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), avaliando equipamentos de controle e sistema de tratamento de descarte, criando programas de acompanhamento e monitoramento de impactos, fazendo a utilização de Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) e da logística reversa (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Por não haver uma técnica universal para a remoção completa de todos os fármacos excretados em efluentes, as plantas de tratamento de água e de esgotos, vêm sofrendo alterações para cumprir com as normas dos órgãos de controle ambiental. Muitos métodos estão em fase de experimentação, como a troca iônica, separação por membranas, biodegradação, bioadsorção, principalmente a adsorção com produtos naturais, processo economicamente viável e com aproveitamento de resíduos (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Em um estudo, analisaram as concentrações de onze fármacos em três estações de tratamento de esgotos na Inglaterra, e chegaram a conclusão que o melhor desempenho foi obtido na ETE que havia tratamento terciário (CARVALHO *et al.*, 2009).

Uma boa alternativa eficiente e economicamente viável está no uso de resíduos agrícolas como bioadsorventes, diminuindo impactos ambientais. A adsorção consiste na separação nos compostos de uma mistura em que faz haver a transferência de massa, sendo um composto diluído em uma fase fluída e outro sólido adsorvente. É uma técnica eficiente e economicamente com pouco gasto de energia, que vem atraindo grandes interesses em relação à pesquisa de novos materiais, que possibilitam ser utilizados como adsorventes, principalmente em relação à bioadsorção. A bioadsorção também é um método de purificação, na qual materiais poluentes são retirados do ambiente aquático, por meio de adsorção com produtos naturais, chamados bioadsorventes. Dentre os bioadsorventes mais usados e pesquisados encontram-se: mesocarpo de coco verde, serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, sabugo de milho, palha ou casca de café e casca de banana. Cabe destacar que esse processo é economicamente viável, por haver reaproveitamento de resíduos, contribuindo assim para a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada dos mesmos (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

Quanto a perturbadores endócrinos temos alguma técnicas para a remoção destes:

A adsorção em carvão ativado tem sido indicada como uma alternativa para a remoção de perturbadores endócrinos. Porém, a eficiência do carvão ativado, de um modo geral, depende da sua matéria-prima, da área superficial e distribuição dos tamanhos dos poros e das características dos componentes a serem adsorvidos.

Membranas de filtração são muito caras.

Métodos utilizados em sistemas convencionais como a coagulação melhorada e oxidação que são eficazes nos compostos orgânicos persistentes, sendo possível na remoção de perturbadores endócrinos (VERAS, 2006).

2.4 Legislações

Ao longo dos anos, a legislação ambiental vem tornando-se mais rígida devido aos riscos envolvidos; em contrapartida, os prejuízos advindos do não cumprimento desta legislação impõem custos sociais bastante elevados, pressionando a indústria a adotar sistemas eficientes que promovam a diminuição de seus impactos ambientais, comercializando produtos de qualidade aceitável e linhas de produção que não levam à degradação ambiental (ZAPPAROLI; CAMARA ; BECK, 2011).

A legislação atual sobre o assunto inicia pelo Decreto nº 74.170/74 que regulamenta a Lei nº 5991/73, permite o fracionamento de medicamentos sem torná-lo obrigatório. Há uma lista, publicada pela ANVISA, de 800 medicamentos que são permitidos o fracionamento. Como já foi dito, a venda fracionada dos medicamentos ajuda a diminuir o descarte incorreto dos mesmos (PINTO *et al.*, 2014).

Depois vem a RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004, da ANVISA, que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, e a Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005, do Ministério do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que

dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Estas resoluções tratam das classificações dos resíduos gerados nos Serviços de Saúde (como acondicioná-los, transportá-los e de suas destinações finais) (PINTO *et al.*, 2014).

A RDC 306/04, exige que estabelecimentos de serviços saúde disponham de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) (VAZ; FREITAS; CIRQUEIRA, 2011). Esta RDC junto com a resolução CONAMA 358/2005 (39) classificam os resíduos de serviços de saúde, em cinco grupos:

- Grupo A – resíduos infectantes, com possível presença de agentes biológicos;
- Grupo B – resíduos contendo substâncias químicas;
- Grupo C – rejeitos radioativos;
- Grupo D – resíduos comuns; e,
- Grupo E – materiais perfurocortantes.

Os resíduos e insumos farmacêuticos (grupo B) dos medicamentos são controlados pela Portaria MS 344/1998 (40). Esta Portaria trata do regulamento técnico sobre medicamentos e substâncias sujeitas a controle especial e demais produtos considerados perigosos conforme classificação da NBR 10.004 (CARVALHO *et al.*, 2009).

Também há a lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo ao setor produtivo, e aos usuários e ao poder público a responsabilidade compartilhada na destinação correta dada aos produtos e aos bens de consumo, ao final de sua vida útil. A PNRS estabelece ao país, regras para o aproveitamento dos resíduos que puderem ser reciclados; e os rejeitos, que antes eram descartados livremente poluindo o meio ambiente, como os medicamentos, passarão a ser tratados de maneira ambientalmente adequada (PINTO *et al.*, 2014).

Em resumo, pela legislação brasileira os hospitais, laboratórios e farmácias são obrigados a contratar empresas especializadas para dar a destinação adequada aos medicamentos expirados. E o cumprimento da legislação está sujeita a fiscalização da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (MINUTO FARMÁCIA, 2014).

2.5 Descaso

Infelizmente a realidade do país não condiz com a sua legislação. As empresas distribuidoras, farmácias, drogarias e hospitais, diferentemente das indústrias, não estão estruturadas organizacionalmente e nem passam por fiscalização regular no que se refere aos certificados e licenças para se manterem funcionando no mercado (UEDA *et al.*, 2009).

O descarte feito pelo consumidor final é o que possui maior lacuna na legislação. Não existem determinações muito claras sobre este assunto. Estabelecimentos que vendem e distribuem medicamentos como farmácias, drogarias e centros de saúde não são forçados por lei a recolher esses produtos, mesmo se ainda a data de validade não estiver vencida.

O Brasil tem péssima infraestrutura. Faltam aterros sanitários adequados e incineradores licenciados em boa parte de seu território, o que impede a aplicabilidade de medidas eficientes que possam, ao menos, amenizar o problema (UEDA *et al.*, 2009). Podemos ver o reflexo desta péssima infraestrutura na revogação da Resolução 283/2001 do CONAMA, ocorrida em 2005, quando passou a vigorar a Resolução 358/2005, foram suprimidos do artigo 13 da referida Resolução os seguintes parágrafos:

“§ 1º Os quimioterápicos, imunoterápicos, antimicrobianos, hormônios e demais medicamentos vencidos, alterados, interditados, parcialmente utilizados ou impróprios para consumo devem ser devolvidos ao fabricante ou importador, por meio do distribuidor.

§ 2º “No prazo de doze meses contados a partir da data de publicação desta Resolução, os fabricantes ou importadores deverão introduzir os mecanismos necessários para operacionalizar o sistema de devolução instituído no parágrafo anterior”.

A retirada destes dois parágrafos demonstra a dificuldade de implantação de uma política a nível federal que institucionalize a logística reversa dos medicamentos expirados, e em parte, a falta de comprometimento do setor farmacêutico com o problema (CARVALHO *et al.*, 2009).

3 CONCLUSÃO

Os fármacos ainda são descartados de maneira incorreta, poluindo o meio ambiente, causando risco as espécies que nele vive, incluindo o ser humano. É um problema invisível em curto prazo e que ainda desperta pouca preocupação na sociedade, sendo pouco alardeado, pela mídia e por especialistas das áreas da saúde e ambiental. Porém, suas consequências se faz notar em pesquisas científicas detectando alterações na biologia dos seres vivos como a feminilização de peixes machos, desenvolvimento anormal da tireoide em peixes e pássaros, problemas de redução da fertilidade masculina e imunidades de espécies de animais. Nos seres humanos verifica-se o aumento de incidência de doenças como o câncer de próstata, de testículo, de endométrio (em mulheres) e a diminuição da contagem de espermatozoides (nos homens).

Os antibióticos consumidos pelo homem e por espécies de animais domésticos, além de causar toxicidade a criaturas selvagens, promovem a resistência a micro-organismo como as bactérias. Esta resistência, ameaça por o fim a chamada “era dos antibióticos”. Ou seja, com o final deste tempo, o ser humano moderno se verá na condição de seus ancestrais em não ter mais um mecanismo eficiente para tratar das enfermidades relacionadas com o contágio por micróbios, pois nenhum medicamento será mais eficiente, já que a maioria dos agentes infecciosos estarão resistentes aos antibióticos fornecido pela medicina.

Para a mitigação da poluição de fármacos no ambiente são necessárias pelo menos quatro tipos de ações: conscientização da população, mudança na legislação para orientar o povo a levar os restos dos medicamentos e suas embalagens para os estabelecimentos de saúde e assim serem descartados corretamente, fiscalização regular para que a lei seja cumprida e por último, pesquisas para o aperfeiçoamento da remoção de resíduos tóxicos vindos tanto do consumo humano como de uso veterinário.

REFERÊNCIAS

ALVES, C.; FLORES, C.; CERQUEIRA, T. S.; TORALLES, M. B. P. *Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em crianças*. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n.5, maio, 2007. p.1005-1014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v23n5/03.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2016.

BILA, D.; DEZOTTI, M. Fármacos no Meio Ambiente. *Química Nova*, Rio de Janeiro, V. 26, N. 4, março, 2003. p.523-530. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n4/16435>>. Acesso em 23 fev. 2016.

CARVALHO, E. V.; FERREIRA, E.; MUCINI, L.; SANTOS, C. *Aspectos legais e toxicológicos do descarte de medicamentos*. Revista Brasileira de Toxicologia, Campinas, v. 22, n 1-2, 2009. p.1-8. Disponível em: <[http://www.sbtox.org.br/Revista_SBTTox/V22\[12\]2009/V22%20n%2012%20Pag%201-08.pdf](http://www.sbtox.org.br/Revista_SBTTox/V22[12]2009/V22%20n%2012%20Pag%201-08.pdf)>. Acesso em 07 jan. 2016.

FLORIO, V. B. *PRINCIPAIS CONTAMINANTES AMBIENTAIS PRESENTES EM MEDICAMENTOS E SEUS GRUPOS FARMACOLÓGICOS*. Campinas. UNICAMP, 2012. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/site/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_biologia_animal/files/26.%20PRINCIPAIS%20CONTAMINANTES%20EM%20MEDICAMENTOS.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2016.

GUIMARÃES, J. R. P. F. *Disruptores endócrinos no meio ambiente: um problema de saúde pública e ocupacional*. Santos. ACPO, 2005. Disponível em : <http://acpo.org.br/disruptores_endocritos.pdf> Acesso em: 07 jan. 2016.

LIMA, R. M. S.; FIGUEIREDO, H. C. P.; PICOLLI, F. C. F. R. H.; FILHO, J. S. S. B.; LOGATO, P. V. R. *Resistência a Antimicrobianos de Bactérias Oriundas de Ambiente de Criação e Filés de Tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus)*. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n 01, jan./fev., 2006. p. 126-132. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n1/v30n1a18>>. Acesso em 25 fev. 2016.

MINUTO FARMÁCIA. Goiânia: Núcleo ipê, outubro, 2014. Disponível em: <<http://www.minutofarmacia.com.br/postagens/2014/10/16/voce-sabe-como-descartar-corretamente-os-medicamentos/>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

TORRES, N.H. *Monitoração de resíduos dos hormônios 17 α etnilestradiol, 17 B-estradiol e estriol em águas de abastecimento urbano da cidade de Piracicaba, SP*. Piracicaba. USP, 2009. Disponível em: <[file:///C:/Users/Downloads/Mestrado_Nadia%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Downloads/Mestrado_Nadia%20(1).pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2016.

PINTO, G. M. F.; SILVA, K. R.; PEREIRA, R. F. A. B.; SAMPAIO, S. I. *Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil*. Eng Sanit Ambient, Paulínia, v.19 n.3 jul/set 2014. p. 219-224. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17392/material/DESCARTE%20DE%20MEDICAMENTOS%20EM%20LUGARES%20INAPROPRIADOS.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2016.

SCHIMIDT, V.; CARDOSO, M.R.I. *Sobrevivência e Perfil de Resistência a Antimicrobianos de Salmonella Sp. Isoladas em um Sistema de Tratamento de Desejos de Suínos*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 5, set-out, 2003. p. 881-888. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/bistream/handle/10183/22424/000379491.pdf?sequence=1>. Acesso em 27 fev.2016.

UEDA, J.; TAVERNARO, R.; MAROSTEGA, V.; PAVAN, W. *Impacto Ambiental do Descarte de Fármacos e Estudo da Conscientização da População a Respeito do Problema*. Revista Ciência do Ambiente On-Line, Campinas, v.5, n. 1, jul. 2009. Disponível em: <<http://www2.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/viewFile/176/129>>. Acesso em: 09 fev. 2016.

VAZ, K. V.; FREITAS, M. M.; CIRQUEIRA, J. Z. *Investigação Sobre a Forma de Descarte de Medicamentos Vencidos*, Brasília: Cenarium Farmacêutico, 2011. Disponível em: <http://www.unieuro.edu.br/sitenovo/downloads/cenarium_04_14.pdf 07/01/2016>. Acesso em: 07 jan. 2016.

VERAS, D.F. *Remoção dos Perturbadores Endócrinos 17 B-Estradiol e P-Nonilfenol Por Diferentes Tipos de Carvão Ativado em Pó (CAP) Produzidos no Brasil- Avaliação em Escala de Bancada*. Brasília. UNB, 2006. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1553/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Deborah_Freitas_Veras.pdf>. Acesso em 02 fev. 20016.

ZAPPAROLI, I. D.; CAMARA, M. R. G.; BECK, C. *Medidas Mitigadoras para a Indústria de Fármacos Comarca de Londrina – PR, Brasil: Impacto Ambiental do Despejo de Resíduos em Corpos Hídricos*. Londrina. UEL, 2011.