



Medidas Mitigadoras para a Indústria de Fármacos Comarca de Londrina – PR, Brasil: Impacto Ambiental do Despejo de Resíduos em Corpos Hídricos

I. D. Zapparoli ^a, M. R. G. da Camara ^b C. Beck ^c

a. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, zapparoli@uel.br

b. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, mgabardo@sercomtel.com.br

c. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, cleusabeck@sercomtel.com.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é analisar as consequências do descarte de fármacos em corpos hídricos na cidade de Londrina, à luz da teoria econômica do meio ambiente. O estudo foca a análise no impacto da produção indústria farmacêutica, em particular a do grupo antibióticos e hormônios e suas diferentes formas de descarte, no meio ambiente. A pesquisa faz um recorte para os processos utilizados nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), propondo medidas mitigatórias para alguns processos já testados para a indústria de fármacos. A metodologia consiste na revisão bibliográfica e coleta de dados junto aos órgãos de meio ambiente e Ministério Público da cidade de Londrina. A pesquisa permite concluir que a Indústria Farmacêutica tem papel importante no processo mitigatório do problema fazendo uso do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), avaliando equipamentos de controle e sistema de tratamento de despejo, elaborando programas de acompanhamento e monitoramento de impactos, fazendo uso de Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) e da logística reversa. A utilização de resíduos agrícolas como bioadsorventes, apresenta-se como alternativa eficiente e economicamente viável, minimizando impactos ambientais.

Palavras-chave: *Impacto ambiental. Corpos Hídricos. Indústria Farmacêutica.*

1 Introdução

O progresso industrial e o crescimento populacional têm impactado o meio ambiente, a exposição a diversas substâncias nocivas, entre elas fármacos, e o descaso e despreparo na questão do manejo destes resíduos químicos em todo o mundo (GIL & MATHIAS, 2005), tornam a poluição hídrica uma constante, cuja detecção é possível verificar em águas de superfície (SONG et al., 2008), lençóis freáticos (CARRARA et al., 2008), estações de tratamento de efluentes (RADJENOVIC et al., 2007) e águas de abastecimento (WILLIAMS, et al., 2006).

A contaminação dos corpos hídricos com fármacos apresenta-se como um problema ambiental em todo o mundo. Vários autores relatam em diversos países, inclusive no Brasil, a ocorrência de resíduos de diferentes grupos de fármacos ao longo de corpos hídricos. O descarte indevido pela população em geral, dos fármacos e medicamentos em desuso, vencidos ou deteriorados, que comumente são destinados a aterros e lixões, juntamente com o resíduo domiciliar comum, além do descarte em pias e vasos sanitários - os quais não são eliminados no processo de tratamento de esgotos - acabam contaminando as águas e o solo, potencializando os riscos e efeitos adversos para a saúde humana, a dos animais e dos

organismos aquáticos. Merecem destaque especial os grupos de fármacos como os antibióticos, estrogênios, antineoplásicos e imunossupressores utilizados em quimioterapia, conhecidos como potentes agentes mutagênicos, portanto, substâncias químicas tóxicas e perigosas. Compostos biologicamente ativos, presentes no ambiente interagem com a biota do meio ambiente, interferindo significativamente na fisiologia, metabolismo e comportamento das espécies, podendo ocasionar danos ao organismo humano e demais seres vivos.

A metodologia do estudo envolve a revisão de literatura, coleta de dados junto aos órgãos de meio ambiente e ministério público e análise dos resultados para verificar o nível de contaminação dos corpos hídricos regionais.

O artigo está estruturado em cinco partes incluindo esta introdução que contextualiza o problema e apresenta o objetivo e a justificativa do estudo; a segunda parte discute os fundamentos teóricos do estudo; a terceira foca a questão ambiental derivada da produção de antibióticos e hormônios; a quarta analisa as medidas mitigadoras da indústria de fármacos e a quinta apresenta a conclusão.

2 Fundamentos Teóricos da Análise Ambiental dos Impactos da Produção da Indústria Farmacêutica

A contaminação de rios, lagos, lençóis freáticos e mares tem motivado estudos ambientais desde o início do sec.XX, caracterizando como um problema ambiental em todo o mundo, pois a produção industrial normalmente orienta-se pela minimização de custos. Estudos em inúmeros países destacam a ocorrência de resíduos de fármacos em corpos hídricos. O descarte indevido pela população em geral, dos fármacos e medicamentos em desuso, vencidos ou deteriorados, normalmente destinados a aterros e lixões, associados ao resíduo domiciliar comum, contaminam as águas superficiais e profundas.

A Figura 1 apresenta os possíveis trajetos percorridos pelos fármacos no meio ambiente.

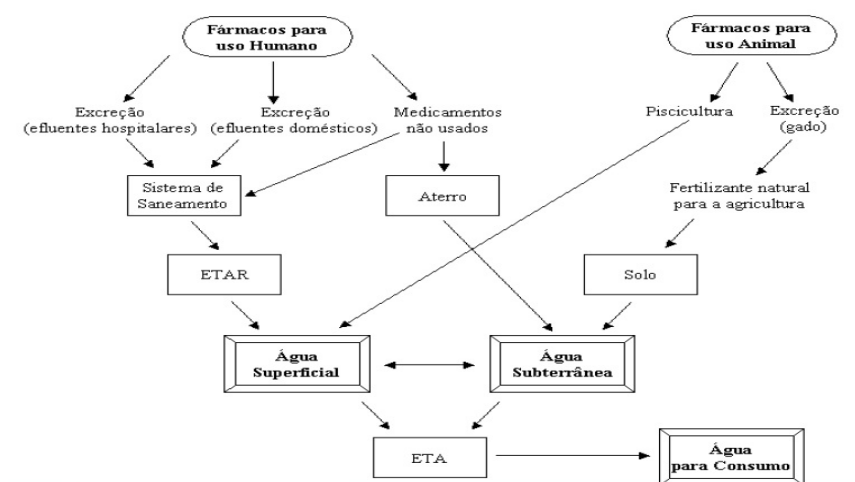


Fig. 1. Exemplo dos possíveis trajetos dos fármacos no ambiente. Fonte: Costa, Dordio (2010)

A legislação ambiental torna-se paulatinamente mais rígida em função dos riscos envolvidos; por outro lado, os prejuízos advindos do não cumprimento desta legislação impõem custos sociais muito altos, incentivando a indústria a procurar sistemas eficazes que provoquem a redução de seus impactos ambientais, comercializando produtos de boa qualidade e linhas de produção que não conduzam à degradação ambiental. O estudo postula a necessidade de pesquisas que analisem profundamente de resíduos de fármacos como antibióticos e hormônios.

Os fármacos têm papel importante na prevenção e tratamento das doenças do homem e dos animais. A segurança para os consumidores está protegida por legislação que obriga a indústria farmacêutica a prolongados estudos para avaliar possíveis reações adversas desses medicamentos nos seus utilizadores, entretanto pouco se sabe sobre os possíveis efeitos destes compostos nos organismos aquáticos ou terrestres, que possam acidentalmente entrar em contato com eles.

Fármacos são compostos bastante persistentes e pouco biodegradáveis. Após sua administração, parte significativa do fármaco original e seus metabólitos são excretados através da urina e das fezes humanas e de animais, chegando aos esgotos sanitários e em efluentes de ETES, através de esgoto doméstico, mas principalmente de hospitalares. Sua porcentagem de remoção em ETES é bastante baixa. Eles podem ser encontrados em sistema natural de águas devido ao descarte de indústrias farmacêuticas e de seu uso em tratamento de humanos e animais. Dentre os fármacos, cabe ressaltar dois grupos mais preocupantes: antibióticos e hormônios. Em águas de 139 riachos dos Estados Unidos da América (EUA) foram identificados aproximadamente uma centena de contaminantes orgânicos, incluindo fármacos (KOLPIN et al., 2002).

O domínio de mercado pelas empresas multinacionais é explicado pelas vultosas vendas dos medicamentos "megamarcas", o que significa, contabilmente, receitas que extrapolam US\$ 1 bilhão. De acordo com Dr. McKillop, executivo-chefe da empresa farmacêutica AstraZeneca, enquanto o crescimento do mercado farmacêutico mundial, no período 1994 a 1998, foi de 24%, o crescimento dos 20 medicamentos mais vendidos no mundo cresceu 42% no mesmo período, verificando-se concentração industrial, seleção do próprio mercado e reestruturação do setor farmacêutico (RECENT, 2000).

Existem no mundo, mais de 10 mil empresas produtoras de medicamentos, mas a participação expressiva no mercado internacional se restringe a não mais de cem empresas de grande porte, responsáveis por cerca de 90% dos produtos farmacêuticos. As 50 maiores empresas farmacêuticas do mundo são transnacionais, responsáveis por dois terços do faturamento mundial. Estas empresas comercializam seus produtos em diversos países, promovem atividades também em países estrangeiros e operam na área de pesquisa e Desenvolvimento, abrangendo, portanto, todos os estágios tecnológicos (BERMUDEZ, 1995). Da totalidade do mercado brasileiro, as empresas de capital nacional detêm de 15 a 25% do mercado, enquanto as norte-americanas detêm em torno de 35%. Percentual pouco maior cabe ao conjunto das empresas européias.

No tocante aos riscos tecnológicos ambientais Porto & Freitas (1997) comentam sobre a expansão, em nível mundial da capacidade de produção, armazenamento, circulação e consumo de substâncias químicas, possibilitando um crescimento dos riscos numa velocidade bem maior do que a capacidade científica e institucional de analisá-los e gerenciá-los. No que tange aos estudos que discutem a preocupação com fármacos como antibióticos e hormônios e seus metabólitos encontrados em Estações de Tratamento de Esgotos (ETES) em vários países, os autores destacam suas consequências nefastas e a necessidade de novas técnicas e procedimentos para o tratamento desses efluentes. (KOLPIN et al., 2002; MIAO et al., 2004; GOMES et al., 2006)

3. Evidências empíricas acerca da poluição derivada da produção de antibióticos e hormônios

Estudo feito em efluentes de cinco cidades do Canadá encontrou antibióticos como: ciprofloxacina, ofloxacina, claritromicina, eritromicina-H₂O, tetraciclina, sulfametoxazol e sulfapiridina. (MIAO et al., 2004). Na Espanha, Gomes et al. (2006), o monitoramento das águas ao longo do período de um ano verificou a ocorrência, persistência e destino de 14 compostos orgânicos em planta de efluentes domésticos, sendo possível avaliar traços de novos poluentes na Costa do Mediterrâneo e determinar a eficiência da remoção das plantas de tratamento de esgoto. Os antibióticos correspondem à maior categoria de fármacos utilizados na medicina humana e veterinária. São usados com propósitos terapêuticos ou como promotores de crescimento. Normalmente são detectados em afluentes e efluentes de plantas de tratamento de esgotos municipais na ordem de ng/L-1 e µg/L-1.

São os fármacos mais preocupantes devido ao crescente e indiscriminado consumo. Há também um aumento proporcional de descarte no meio ambiente, contribuindo para a ocorrência de bactérias resistentes. Lindsey et al., (2001) relatam que além do aumento da resistência das bactérias expostas a essas águas contaminadas, se o código genético para resistência estiver armazenado no plasmídeo-R, essa resistência poderá ser transferida para futuras gerações dessa bactéria.

Vários estudos indicam que alguns antibióticos possuem a capacidade de exercer efeitos tóxicos aos organismos aquáticos em concentração na escala de µg.L-1 e ng.L-1. (HALLING-SORENSEN, 2000). Recentes estudos mostraram que vários antibióticos de uso veterinário possuem uma moderada persistência em águas superficiais, tanto em condições aeróbicas, como anaeróbicas. Atualmente o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento autoriza o uso de cerca de 15 compostos antimicrobianos como aditivos na alimentação animal e outros 50 para fins terapêuticos, muitos dos quais de uso comum entre diversas espécies

animais como bovinos, suínos, aves, cães, caprinos, etc. (PALERMO NETO & ALMEIDA, 2006). Pesquisadores relatam que durante testes de biodegradação certos antibióticos são ativos contra diferentes grupos de bactérias presentes. (KÜMERER et al., 2000; DOKIANAKIS, et al., 2004). Alguns outros autores não observaram nenhuma inibição significativa da atividade biológica em condições anaeróbicas.

A grande discussão sobre a importância da remoção dos antibióticos em sistema de tratamento de efluentes se deve ao fato deles promoverem a resistência bacteriana. Trabalhos vem sendo realizados nos Estados Unidos e Europa, para investigar a ocorrência e o destino de antibactericidas em plantas de tratamento de esgoto e águas superficiais, incluindo antibactericidas da classe das fluoroquinolonas (ciprofloxacina, norfloxacina), das sulfonamidas (sulfametoxazol), trimetropina, antibióticos macrolidas (claritromicina, dehidro-eritromicina (metabólito da eritromicina) e da classe das tetraciclina (HARTING et al., 1999; HIRSH et al., 1999; GOLET et al., 2001; MIAO et al., 2004; GÖBEL et al., 2005).

Hirsh et al. (1999), investigaram a ocorrência de diversos antibióticos pertencentes a classe das macrolidas, sulfonamidas, penicilinas e tetraciclina em afluentes de ETEs e em águas de rios. Foi verificada uma frequente ocorrência de eritromicina-H₂O, roxitromicina e sulfametoxazol em concentrações acima de 6 µg. L⁻¹. A dispersão de fluoroquinolonas foi investigada em lagos do vale do Rio Glatt na Suécia (GOLET et al., 2001). Os compostos contendo fluoroquinolonas mais consumidos na Suécia, ciprofloxacina e norfloxacina, foram encontrados em efluentes municipais e águas superficiais do rio Glatt. Suas concentrações individuais no afluente e na saída da planta de tratamento de esgotos foram de 568 para 255 ng.L⁻¹ e de 106 para 36 ng.L⁻¹, respectivamente. No rio Glatt fluoroquinolonas estavam presentes em concentração abaixo de 19 ng. L⁻¹. A remoção de fluoroquinolonas nas ETEs variou entre 79 e 87%.

Fármacos utilizados na medicina que podem interferir no Sistema Endócrino. Por exemplo, os contraceptivos usados em pílulas anticoncepcionais. A mudança de padrões quanto a atividade sexual de jovens e a preocupação com o planejamento familiar, leva ao grande consumo de contraceptivos que, através da urina, são levados pela rede coletora aos corpos hídricos. O indiscriminado uso desses hormônios na bovinocultura e aquicultura é responsável por parte considerável desses contaminantes nos mananciais. Os hormônios excretados através da urina e fezes preocupam sanitaristas porque o lançamento de efluentes in natura ou tratados, são as principais vias de contaminação do ambiente aquático, quer pela deficiência de infra-estrutura em saneamento, quer pela ineficiência tecnológica e ou operacional na remoção desses compostos nas estações de tratamento de água ou de efluentes. Apesar de possuírem meia vida relativamente curta, quando comparados a outros compostos orgânicos, como praguicidas, os estrogênios naturais são continuamente introduzidos no ambiente, o que lhes confere caráter cumulativo. Em plantas de tratamento de efluentes e águas de abastecimento, frequentemente são detectados: estrona, 17 β - estradiol, 17 α - etinilestradiol e outros estrogênios em concentrações de µg.L⁻¹ ou ng.L⁻¹. (DESBROW et al., 1998; SNYDER et al., 1999; TERNES et al., 1999 ; BARONTI et al., 2000; JOSS et al., 2004; JOSS et al., 2005.).

Muitos estudos indicam que o hormônio humano 17 β - estradiol (E2) e o hormônio sintético 17 α-etinilestradiol (EE2), possuem uma maior atividade estrogênica, sendo responsáveis por possível feminização de peixes (DESBROW et al., 1998; SNYDER et al., 1999). Estes autores estudaram as consequências da exposição de peixes ao hormônio E2 e EE2, em laboratório em concentração abaixo de 2 ng.L⁻¹. Observou-se uma significativa queda de reprodução destes peixes, indicando que estes hormônios possuem alto potencial para desregular a reprodução de peixes, em concentração bastante baixas, as mesmas presentes em efluentes de ETEs.

Em seres humanos não foi ainda comprovado o impacto causado pela exposição aos EDC. Muitos estudos nesta área atribuem o decréscimo qualitativo e quantitativo do esperma humano nos últimos cinquenta anos aos desreguladores endócrinos presentes no meio ambiente. (STONE, 1994; CARLSEN et al.; 1995). Além disso, outras possíveis consequências da exposição aos desreguladores endócrinos são o aumento da incidência do câncer de próstata e testículos nos homens europeus nos últimos quarenta anos. (KRISHNAN & SAFE, 1997; GILLESBY & ZACHAREWSKI, 1998). Estradiol é um hormônio capaz de alterar o funcionamento do Sistema Reprodutor de homens e animais. Mesmo em baixas concentrações, ele aumenta risco de doenças como câncer de próstata, mama, útero e pode ocasionar infertilidade (BILA & DEZOTTI, 2006).

A exposição aos EDCs e PPCPs pode ocorrer sob diferentes formas, tais como através de contato direto no local de trabalho ou em casa, ou indireto através da ingestão de água, ar

ou alimentos contaminados e ao contato com o solo. Uma das maiores exposições da população é através da ingestão de água e alimentos contaminados. No caso dos seres humanos estima-se que mais de 90% dessas substâncias são absorvidas por via digestiva, principalmente através de alimentos contaminados (REYS, 2001).

Fármacos podem ser libertados no meio ambiente de várias formas, a Figura 2 apresenta um esquema com as possíveis rotas de exposição a alguns poluentes emergentes. Após administração em humanos, parte dos fármacos ou produtos resultantes de seu metabolismo no corpo é excretado nas fezes e urina sendo encaminhados para as estações de tratamento de águas residuais (ETARs). Estes produtos só são parcialmente removidos nas ETARs, acabando por chegar pequenas quantidades aos cursos de água. A contaminação provocada pelos medicamentos de uso veterinário é geralmente mais problemática, já que a excreção é feita diretamente para o ambiente sem qualquer tratamento prévio. A outra via importante de entrada desses contaminantes no meio ambiente resulta do descarte indevido de medicamentos ou suas embalagens.

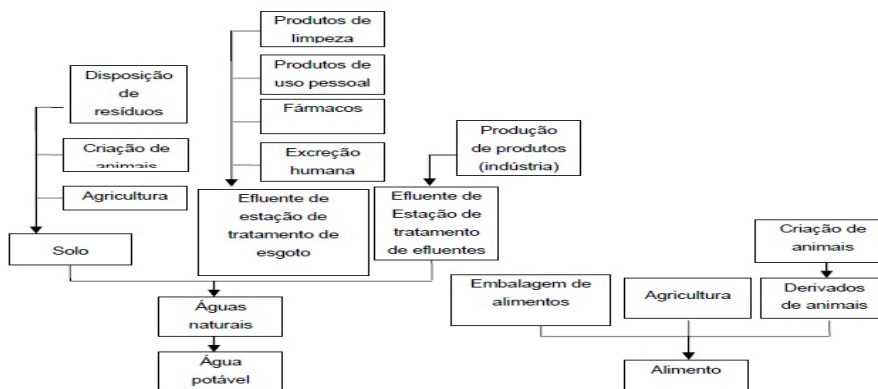


Fig. 2. Possíveis rotas de exposição aos EDCs e PPCPs. Fonte: Halling; Sorensen et al.(1998).

Estudos realizados a nível mundial permitem concluir que o problema da contaminação é generalizado, aparecendo nas amostras de águas múltiplos fármacos em concentração individual que geralmente não ultrapassam os $\mu\text{g/L}$ de água. Os baixos teores detectados podem ser enganadores e apesar de ser mais ou menos seguro afirmar que a estes níveis eles não produzem efeitos nefastos ao homem, só agora começamos a perceber quão problemático podem ser os seus efeitos no ambiente. A lista de fármacos detectados nas águas é extensa e envolve praticamente todo tipo de compostos. Os efluentes de Estações de tratamento de Água Residuária (ETARs) são as mais importantes vias de entrada dos fármacos de consumo humano nos meios receptores hídricos. Pois além dos efluentes, as lamas produzidas nestas ETARs são também passíveis de ter elevados níveis destes poluentes que, ao serem aplicados nos solos, podem por sua vez contaminar aquíferos. É a natureza química de um poluente que determina sua taxa de degradação na ETARs e também a porcentagem que se vai encontrar dissolvida na água ou retida nas lamas.

Em relação a fármacos, o descaso e o despreparo na questão do manejo desses resíduos químicos em todo o mundo (Gil; MATHIAS, 2005), torna constante sua detecção em águas de superfície (SONG et al., 2008), lençóis freáticos (CARRARA et al., 2008), estações de tratamento de efluente (RADJENOVIC et al., 2007) e águas de abastecimento (WILIAMS et al., 2006). O aporte contínuo de compostos farmacêuticos em corpos hídricos apresenta-se como problema socioambiental de amplitude mundial. No Brasil, análises em amostras de efluentes de rios do Estado do Rio de Janeiro detectaram de 9 a 13 compostos farmacêuticos investigados, dentre eles reguladores de peso, antiinflamatórios, analgésicos e outras drogas de uso humano e veterinário, em concentrações de ng/L-1 (STUMPF et al, 1999).

A geração de impactos ambientais e seus potenciais efeitos adversos para a saúde humana tem atraído atenção para a contaminação frequente de recursos hídricos com antibióticos (MANAGAKI et al., 2007; TAMTAAM et al., 2008), hormônios (SANDESON et al., 2004; CARBALLA et al., 2008); analgésicos (SUNTISUKASEAM et al., 2007 ; REIF et al., 2008); cardiovasculares (SANDESON et al., 2004; SONG et al., 2008); psicotrópicos (CARBALLA et al., 2008); antipiréticos e antiinflamatórios (HILTON ; TOMAS, 2003; SUNTISUKASEAN et al., 2007).

Os fármacos biologicamente ativos presentes no ambiente interagem com a biota do meio (DIETRISH et al., 2002) interferindo significativamente na fisiologia, no metabolismo e no comportamento das espécies. Alguns ocasionam efeitos secundários, por exemplo, alteração

na defesa imunológica de organismos tornando-os mais suscetíveis a doenças (REIS FILHO et al., 2007). Pesquisas sobre efeitos dos fármacos em sistemas aquáticos revelam que antibióticos, antineoplásicos, hormônios sexuais e outros são extremamente tóxicos para organismos vivos como algas e peixes (SANDESON et al., 2004).

3.1 Métodos de Tratamento de Efluentes

Atualmente vários métodos de tratamento são utilizados, tanto em estações de tratamento de água (LÖFLER et al., 2005, como em estações de tratamento de esgoto (ANDREOZZI et al., 2003), tais como: coagulação, floculação, sedimentação, filtração (CRISAFULLY et al., 2008), processos de troca iônica, adsorção com carvão ativado, separação por membrana, biodegradação, processos eletroquímicos (TARLEY & ARRUDA, 2003) e fotodegradação (ZANAROTTO et al., 2007).

Tais tratamentos objetivam a obtenção de um produto final adequado para o consumo humano e reinserção no ambiente. Entretanto, a maioria desses métodos não é capaz de eliminar completamente os fármacos presentes na água (LÖFLER et al., 2005). Sabe-se que não existe um método universal adequado para eliminar todos os poluentes dos efluentes (ALPENDURADA, 2002), sendo que a melhor escolha depende do tipo de substância a ser removida, composição, concentração e fluxo de produção (GUARATINI & ZANONI, 2000). Além disso, o processo de tratamento utilizado deve obedecer aos padrões de natureza física, química e biológica, de forma a não acarretar alterações indesejáveis na qualidade da água (BRANDÃO, 2006). Dentre os métodos de tratamento, a adsorção tem se destacado como técnica de separação principalmente por ser um processo de alta seletividade, a nível molecular, demonstrando-se eficaz e econômica. (MALL et al., 2005).

A adsorção consiste na separação de componentes de uma mistura em que ocorre transferência de massa, sendo um composto diluído em uma fase fluída e outro sólido adsorvente (MARELLA & DA SILVA, 2005). É um processo eficiente e econômico com baixo consumo de energia, que vem despertando grandes interesses em relação à pesquisa de novos materiais, que possam ser utilizados como adsorventes, principalmente em relação à bioadsorção (BRANDÃO, 2006). A bioadsorção também é um processo de purificação, em que materiais poluentes são removidos do ambiente aquático, através de adsorção com produtos naturais, chamados bioadsorventes (JUSTI, 2006). Dentre os bioadsorventes mais utilizados e estudados destacam-se: mesocarpo de coco verde, serragem de madeira (SANTOS et al., 2007), bagaço de cana-de-açúcar (RAIMUNDO et al., 2008; SILVA et al., 2007; GUPTA et al., 2002), sabugo de milho (SANTOS et al., 2007), palha ou casca de café (REIS et al., 2005) e casca de banana (RAYMUNDO et al., 2008).

Cabe ressaltar que esse método é economicamente viável, uma vez que há reaproveitamento de resíduos, contribuindo assim para minimizar os impactos ambientais causados pela disposição inadequada dos mesmos.

4 Medidas Mitigadoras para a Indústria de Fármacos

A prevenção à poluição refere-se a qualquer prática que visa redução e ou eliminação, seja em volume, concentração ou toxicidade, das cargas poluentes na própria fonte geradora. Isto inclui modificação nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos e substituição de matérias-primas e substâncias tóxicas que resultem na melhoria da qualidade ambiental (FIGUEIREDO et al., 2000).

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Resíduos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu artigo primeiro ressalta que a água é um bem de domínio público e que é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, ou seja, a água passa a ser tratada como um commodity, sendo considerada uma mercadoria, passa a ter preço. Em seu capítulo III, art. 3º, apresenta a necessidade de integração da Gestão de Recursos Hídricos com a Gestão Ambiental. O capítulo IV considera como instrumento da Política Nacional de Recursos, dois aspectos que irão afetar diretamente as indústrias farmacêuticas: i) a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; ii) a cobrança pelo uso de recursos hídricos. Em seu artigo 12º ressalta: I - Derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo do processo produtivo; III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição transporte ou disposição final.

Em resumo, a indústria farmacêutica, irá pagar pela água que utiliza e pela quantidade de efluentes que é lançado no recurso hídrico, o custo final dos seus produtos será onerado, e a forma de redução desses custos é o Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA). Qualquer que seja a solução adotada para o lançamento dos resíduos originados no processo produtivo

ou na limpeza das instalações, é fundamental que a indústria disponha de sistemas para tratamento ou acondicionamento desses materiais residuais.

É necessário levar em considerações algumas medidas mitigatórias, como: fazer uso de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) gerando com isto vantagem competitiva de mercado, podendo utilizar este fator no seu marketing de venda; avaliar equipamentos de controle e sistema de tratamento de despejos; aproveitar de maneira coerente e racional, toda estrutura que a empresa possui, procurando fazer adaptações técnicas, planejadas, com a finalidade de redução de custos, por exemplo, no consumo de água, no reaproveitamento de água, no consumo de detergentes e sanificantes, no funcionamento de ETES e reaproveitamento de subprodutos, que atualmente são descartados, como fonte de renda; elaborar programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando-se os fatores e parâmetros a serem considerados; programas internos para reciclagem dos seus resíduos, diminuindo volume total dos resíduos, reduzindo gastos operacionais ou gerando nova receita; utilização de métodos de purificação de despejo através de bioadsorventes; uso de logística reversa; utilização de aterros sanitários construídos e operados com grande segurança, enfim compatibilizar a Indústria Farmacêutica com as novas legislações ambientais.

4.1 Ministério Público e a questão legal e institucional: Recomendação Administrativa Nº 04/2009

As funções institucionais do Ministério Público destacam a legitimação ativa para a defesa judicial e extrajudicial dos interesses difusos e coletivos, especialmente o direito à saúde, ao meio ambiente equilibrado e sadio, impondo atenção constante através de medidas de precaução, controle, fiscalização e repressão. A lei da Política Nacional do Meio Ambiente define poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta e indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população e também que lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição derivada do descarte indevido pela população e das firmas de fármacos e medicamentos em desuso, vencidos ou deteriorados, contribuem para a contaminação das águas e do solo, potencializando os riscos e efeitos adversos para a saúde humana, animal e aos organismos aquáticos, especialmente por alguns grupos de fármacos como os antibióticos, estrogênios, antineoplásicos e imunossupressores utilizados em quimioterapia, os quais são conhecidos como potentes agentes mutagênicos, e, portanto, substâncias químicas tóxicas e perigosas.

A RDC No 306, de 07 de dezembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) destaca a necessidade do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e a Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre o tratamento e à disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, preconizam que os serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os resíduos dos serviços de saúde (RSS), devendo atender às normas e exigências legais, desde o momento de sua geração até a sua destinação final, permitindo a redução do volume de resíduos perigosos, em benefício à saúde pública e ao meio ambiente. A legislação abrange os estabelecimentos relacionados especificamente a medicamentos e os medicamentos que se classificam como resíduos do grupo B, englobando substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

As empresas importadoras, indústrias, laboratórios, distribuidores, farmácias, drogarias, clínicas e consultórios médicos e odontológicos, hospitais, postos de saúde, clínicas e consultórios veterinários, etc., enquadram-se no regulamento técnico descrito pela Resolução RDC nº. 306, de 07 de dezembro de 2004, da ANVISA, que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde a ser observado em todo o território nacional, seja na área pública, seja na privada; também se enquadram na definição de poluidor, já que nos termos da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, é toda pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.

O Decreto Federal 99.274/90, artigo 34, determina a aplicação de multa para quem emitir ou despejar efluentes ou resíduos sólidos, líquidos ou gasosos causadores de degradação ambiental, em desacordo com o estabelecido em resolução ou licença especial. O Decreto Federal 6.514/2008, artigo 62, incisos V e VI, dispõe que incorrerá em multa quem lançar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos e deixar de dar destinação correta

a produtos, embalagens e resíduos. A Lei 9.605/98 tipifica como crime ambiental a conduta do agente causador de poluição, aumentando, com pena aumentada, quando esta ocorrer pelo lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em lei ou regulamentos.

A Lei Federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece no Artigo 33, que a implementação da logística reversa para fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, com observância das regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento.

Considerando finalmente, a desativação do Aterro Controlado de Londrina e que na Autorização Ambiental nº 29363, expedida pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) em favor da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU), para operação de vala emergencial para recebimento de resíduos sólidos urbanos e domiciliares, está expressamente proibido, dentre outros, o recebimento de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), conforme Resolução CONAMA 358/05 (item "f").

4.2 Análise do Caso de Londrina

A promotoria especial da defesa pública do meio ambiente do município de Londrina, recomenda a todos os estabelecimentos pertencentes ao segmento do serviço de saúde, indústrias, laboratórios, importadores, distribuidores; farmácias; farmácias de manipulação; clínicas médicas, odontológicas e veterinárias; hospitais públicos e privados; consultórios médicos; odontológicos e veterinários; postos de saúde etc., que de alguma forma fabricam, distribuam, comercializem e/ou forneçam medicamentos e/ou fármacos à população, que promovam a instalação de postos de coleta de medicamentos vencidos e em desuso para descarte pelos consumidores. Os estabelecimentos devem:

a) no prazo de 30 dias, providenciar a colocação de recipientes ou bombonas para o recebimento dos medicamentos vencidos, em desuso ou deteriorados, para descarte pela população em geral;

b) afixar cartazes junto a estes recipientes, indicando corretamente o local onde devem ser depositados os fármacos e medicamentos em desuso, vencidos ou deteriorados pela população, independentemente do local ou estabelecimentos onde tenham recebido ou adquirido o produto;

c) providenciar periodicamente e de acordo com as disposições regulamentares, a destinação correta dos medicamentos e fármacos entregues pela população;

d) divulgar entre os consumidores e à população em geral, por ocasião da venda ou fornecimento dos medicamentos e/ou fármacos, que estes não podem ser descartados junto ao resíduo domiciliar comum, nem em vasos sanitários, passando a orientação do descarte correto através da entrega nos postos de coleta instalados nos serviços de saúde, especialmente farmácias; postos de saúde; clínicas, laboratórios, hospitais; e

e) promover, facultativamente, campanhas educativas junto à escolas, instituições, empresas, etc., através de distribuição de panfletos, divulgação na mídia, etc.

- *Fiscalização: Promotoria Especial de Defesa do Meio Ambiente da Comarca de Londrina*

A Secretaria de Saúde do Município de Londrina, através da Vigilância Sanitária, ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP); e à Secretaria Municipal do Ambiente de Londrina (SEMA-LD), que exerçam permanente fiscalização nos locais e estabelecimentos abrangidos pela legislação e localizados na cidade de Londrina, além de promoverem a autuação dos responsáveis pela destinação indevida dada aos medicamentos e fármacos em desuso; vencidos ou deteriorados, nos termos da legislação ambiental vigente.

A Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU) determina à empresa terceirizada, encarregada da coleta dos resíduos sólidos domiciliares que se abstenha de coletar da população em geral, qualquer tipo de medicamento e/ou fármaco em desuso, vencido ou deteriorado, especialmente se estiver misturado no mesmo recipiente do resíduo domiciliar (lixo comum), comunicando, nestes casos, os órgãos ambientais competentes, para a tomada das medidas administrativas cabíveis contra os responsáveis, sob pena de responder solidariamente pela infração ambiental.

Por determinação da promotoria passa-se a informação ao Conselho Municipal do Ambiente de Londrina, e a todos os segmentos do Serviço de Saúde, através dos respectivos Sindicatos das Indústrias, Importadores e Laboratórios; Distribuidoras de Medicamentos; Farmácias; Conselho Regional de Medicina, de Odontologia; e de Medicina Veterinária;

Associações de Classe; Secretaria Municipal e Estadual de Saúde; Hospitais públicos e privados; 17^a Regional de Saúde; Vigilância Sanitária Municipal e Estadual; Instituto Ambiental do Paraná; Secretaria Municipal do Ambiente de Londrina; Companhia de Trânsito e Urbanização de Londrina, e Prefeito do Município de Londrina e também ao Centro de Apoio das Promotorias de Defesa do Meio Ambiente.

5 Conclusão

Estudos realizados com antibióticos, maior categoria de fármacos disponibilizada pela medicina humana e veterinária, com fins terapêuticos ou como promotores de crescimento, demonstram grande preocupação na comunidade científica devido aumento de consumo e consequentemente maior descarte no meio ambiente, acarretando aumento de resistência das bactérias expostas a estas águas contaminadas, além do efeito tóxico aos organismos aquáticos. Outra situação preocupante é com o uso indiscriminado de hormônios, tanto como contraceptivo humano, reguladores endócrinos e a sua presença na indústria de processamento de alimentos, com o lançamento de efluentes nos corpos hídricos in natura ou tratados, indicando possível desregulação e queda de reprodução e até feminização de peixes. Em humanos é atribuída alteração qualitativa e quantitativa do esperma, aumento da incidência de câncer de próstata, testículos, mamas, útero e até mesmo infertilidade.

Esta presença de resíduos de medicamentos no ambiente, em termos nacionais e globais é inquestionável, sendo que existem diversas vias de introdução destes compostos no ambiente, aos quais está também associado um caráter de periculosidade. Os impactos associados à presença de resíduos de medicamentos em corpos hídricos são imensos, difíceis de serem distinguidos, relativamente ao conjunto de fenômenos adaptativos naturais. Como não existe um método universal para eliminação completa de todos os fármacos presentes em efluentes, as plantas de tratamento de água e de esgotos, vêm sofrendo modificações para atender as exigências dos órgãos de controle ambiental. Vários processos se encontram em experimentação, como a troca iônica, separação por membranas, biodegradação, bioadsorção, principalmente a adsorção com produtos naturais, processo economicamente viável e com aproveitamento de resíduos.

Esta problemática ambiental obriga as indústrias/empresas a se interessarem pelas questões ambientais e passem a incorporá-las em seus planejamentos, em seus objetivos e até mesmo em suas filosofias corporativas, o que significa adotar uma postura ecologicamente responsável, fazendo uso de um Sistema de Gestão Ambiental e da logística reversa. No entanto é relevante a gradual pressão do mercado a exigir que as empresas adotem esta postura de conscientização e responsabilidade sócio/ambiental perante a sociedade e esta cobrar por resultados. As campanhas de sensibilização, face ao problema que envolve os resíduos de medicamentos ainda são poucas e necessitam ser intensificadas.

É fundamental que se aposte cada vez mais pelos consumidores a entrega de medicamentos em desuso, vencidos ou deteriorados em estabelecimentos pertencentes ao segmento de serviços de saúde: indústrias, laboratórios, importadoras, distribuidoras, farmácias, farmácias de manipulação, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, postos de saúde, etc., para que possam ser encaminhados para destinos adequados com os menores impactos possíveis ao ambiente e que todos os materiais passíveis de serem triados sofram uma reciclagem, dando início a um novo ciclo de vida dos materiais. Assim, os resíduos de medicamentos, constituem um problema a nível nacional ao qual o presente trabalho pretende contribuir para minimizar, chamando a atenção para o problema.

6 Referências

- ALPENDURADA, M.F. (2002). Avaliação da eficiência das etar's na remoção de corantes azosulfonados usados na indústria têxtil: um caso real. *6º Congresso da água*. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos,.
- ANDREOZZI, R. et al. (2003). Pharmaceuticals in STP effluents and their solar photodegradation in aquatic environment. *Chemosphere* 50, p. 1319 – 1330,
- BARONTI, C., et al. (2000). Monitoring Natural and Synthetic Estrogens at Activated Sludge Sewage Treatment Plants and in a Receiving River Water. *Environmental Science Technology*, v.34, n. 24 (Nov), p. 5059-5066.
- BERMUDEZ, J.A., (1995.1) Indústria Farmacêutica, Estado e Sociedade: Análise Crítica da Política de Medicamentos no Brasil. Tese de Doutorado. V.I e II, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

- BRANDÃO, P. C. (2006). Avaliação do uso do bagaço-de-cana como adsorvente para a remoção de contaminantes, derivados do petróleo, de efluentes. Dissertação de Mestrado. *Engenharia Química*. Universidade Federal de Uberlândia, MG.
- CARBALLA, M. et al. (2008). Determination of the solid-water distribution coefficient (K_d) for pharmaceuticals, estrogens and musk fragrances in digested sludge. *Water Research*, v. 42, p. 287-295.
- CARRARA, C. et al. (2008). Fate of Pharmaceutical and Trace Organic Compounds in Three Septic System Plumes, Ontário, Canadá. *Environ. Sci. Technol.*, v.42, p.2805-2811,
- CRISAFULLY, R. et al. (2008). Removal of some polycyclic aromatic hydrocarbons from petrochemical wastewater using low-cost adsorbents of natural origin. *Bioresource Technology* 99, p. 4515-4519,
- DESBROW, J.E., et al. (1998). Identification of Estrogenic Chemicals in STW Effluent I. Chemical Fractionation and in vitro Biological Screening. *Environmental Science and Technology*. V.32, n. 11 (Abr), p.1549-1558.
- DOKIANAKIS, S. N., et al. (2004). On the Effect of Pharmaceuticals on Bacterial Nitrite Oxidation. *Water Science and Technology*, v. 50, n. 5, p. 341-346.
- FIGUEIREDO, et al. (2001). Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos, p. 209-222.
- GIL, E. S.; MATHIAS, R. O. (2005). Classificação e Riscos Associados aos Resíduos Químico - Farmacêuticos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, Vol. 2(2),
- GÖBEL, A., et al. (2005). Occurrence and Sorption Behavior of Sulfonamides, Macrolides and Trimethoprim in Activated Sludge Treatment. *Environment Science and Technology*, v. 39, n. 11(Abr.), p. 3981-3989.
- GOLET, E. M., et al. (2001). Trace Determination of Fluoroquinolone Antibacterial Agents in Solid – Phase Extraction Urban Wastewater by and Liquid Chromatography with Fluorescence Detection. *Analytical Chemistry*, v. 73, n. 15(jun), p. 3632-3638.
- GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. (2000). Corantes Têxteis. *Química Nova*, vol. 23, p. 71-78
- GUPTA, V. K. et al. (2002). Removal of lindane and malathion from wastewater using bagasse fly ash/sugar industry waste. *Water Research* 36.
- HALLING-SORENSEN, B., (2000). Algal Toxicity of Antibacterial Agents Used in Intensive Farming. *Chemosphere*, v. 40, n. 7(Abr), p. 731-739.
- HARTING, C., STORM, T., JEKEL, M., (1999). Detection and Identification of Sulfonamide Drugs in Municipal Waste Water by Liquid Chromatography Coupled with Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry. *Journal Chromatography*, v. 854, n. 1-2(Ago), p. 163-173.
- HILTON, M. J.; THOMAS, K. V. (2003). Determination of selected human pharmaceutical compounds in effluent and surface water samples by high-performance liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1015, p. 129-141.
- JOSS, A., et al., (2004). Removal of Estrogens in Municipal Wastewater Treatment under Aerobic and Anaerobic conditions: Consequences for Plants Optimization, *Environmental Science and Technology*, v. 38, n. 11(Jun), p. 3047-3055.
- _____. (2005). Removal of Pharmaceuticals and Fragrances in Biological Wastewater Treatment. *Water Research*, v. 39, n. 14(Set), p. 3139-3152.
- JUSTI, K. C. (2006). Imobilização de Agentes Complexantes no Biopolímero Quitosana – Equilíbrio de adsorção de Íons Metálicos em solução aquosa. Tese (Pós-Graduação em Química) Universidade Federal de Santa Catarina.
- KÜMERER, K., et al., (2000). Biodegradability of some Antibiotics, Elimination of the Genotoxicity and Affection of Wastewater Bacteria in a Simple Test. *Chemosphere*, v. 40, n. 7(Abr), p. 701-710.
- LINDSEY, et al., (2001). *Endocrine disruption: Why is it so complicated?* *Water Qual. Res. J. Can.*, v.36, p. 175-190.
- MALL, I. D. et al. (2005). Removal of congo red from aqueous solution by bagasse fly ash and activated carbon: Kinetic study and equilibrium isotherm analyses. *Chemosphere*, New York, v. 61, p. 492-501.

- MANAGAKI, S. et al. (2007). *Distribution of Macrolides, Sulfonamides and Trimethoprim in Tropical Waters: Ubiquitous Occurrence of Veterinary Antibiotics in the Mekong Delta*. Environ. Sci. Technol. 41, p.8004–8010.
- MARELLA, M. S. F.; DA SILVA, M. G. C. (2005). Processo de Remoção De Cádmiio Em Zeólita. *VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*.
- MIAO, X. S., et al. (2004). Occurrence of Antimicrobials in the Final Effluents of Wastewater Treatment Plants in Canada. *Environment Science Tecnology*, v. 38, n. 13(Mai), p. 3533-3541.
- PALERMO-NETO, J. (2007). Avaliação de risco no desenvolvimento de resistência bacteriana aos antimicrobianos em medicamentos veterinários. *Pork World Revista do Suinocultor Moderno*, v. 37, p. 68-73.
- PORTO, M. F. de S. & FREITAS, C. M. (1997). Análise de riscos tecnológico ambiental. São Paulo, *Caderno de Saúde Pública*.
- RAYMUNDO, A. S. et al. (2008). Avaliação do bagaço de cana, palha de café e casca de banana como adsorventes naturais no tratamento de efluentes têxteis. *VI Simpósio de Engenharia Ambiental, Serra Negra, SP*,
- RADJENOVIC, J. et al. (2007). Advanced mass spectrometric methods applied to the study off ate and removal of pharmaceuticals in wastewater treatment. *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 26, n. 11.
- RECENT blockbuster history. Global information solutions for the pharmaceutical and healthcare industries. Disponível em: http://ims-global.com/insight/news_story acessado em Setembro/2000.
- REIF, R. et al. (2008). Fate of pharmaceuticals and cosmetic ingredients during the operation of a MBR treating sewage. *Desalination*, vol. 221, p. 511–517.
- REIS FILHO, R. W. et al. (2007). Fármacos, ETEs e corpos hídricos. *Revista Ambi – Água*, Taubaté. Vol. 2, n. 3, p. 54-61
- REIS, M. O.; OLIVEIRA, L. S.; ROCHA, S. D. (2005). Adsorventes de Resíduos do Beneficiamento de Café. *VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, São Paulo.
- REYS, L. L., (2001). Tóxicos ambientais desreguladores do sistema endócrino. *Revista da Faculdade de Medicina de Lisboa III*, v. 6.4, p. 213-225.
- SANDESON, H. et al. (2004). Toxicity classification and e valuation of four Pharmaceuticol classes: antibiotics, antineoplastic, cardiovascular and sex hormones. *Toxicology*, v. 203, n. 1/3, p. 27–40
- SANTOS, E. G. et al. (2007). Desempenho de biomassa na adsorção de hidrocarbonetos leves em efluentes aquosos. *Química Nova*, vol. 30, n. 2.
- SILVA, V. L. M. et al. (2007). Utilização do bagaço de cana cana-de-açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 2, n. 1, p. 27–32.
- SONG, W. et al. (2008). Free Radical Destruction of β -Blokers in aqueous Solution. *Environ. Sci. Technol.*, v. 42, p. 1256–1261.
- STUMPF, M. et al. (1999). Polar drug residues in sewage and natural Waters in the state of Rio de Janeiro, Brasil. *The Science of the Total Environment* 225, p. 135 – 141,
- SUNTISUKASEAM, U. et al. (2007). Sorption of Amphiphile Pharmaceutical Compounds onto Polar and Nonpolar Adsorbents. *Environmental Engineering Science*, v. 24, n. 10, p. 1457–1466.
- TARLEY, C. R. T.; ARRUDA, M. A. Z. (2003). *Adsorventes naturais: potencialidades e aplicações da esponja natural (Luffa cylindrica) na remoção de chumbo em efluentes de laboratório*. *Revista Analytica*, vol. 4, p. 25-31.
- TERNES TA, et al. (1999). Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – I. Investigations in Germany, Canada and Brasil. *The Science of the Total Environment* 225, p. 81–90.
- ZANAROTTO, R. et al. (2007). Avaliação da Eficiência da Clorofila e da Luz Natural no Processo de Degradação Fotoquímica do Corante Tóxico Congo Red. *Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia*, Vitória, n. 3, p. 1-8, 2. Sem.