

**UNINTER
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

**POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DA TOXICIDADE E DO DESPERDÍCIO DE
ÁGUA PARA MELHORAR A QUALIDADE DOS DESPEJOS NOS CORPOS
RECEPTORES.**

**EDILSON MESQUITA DOS SANTOS
RU 1338823**

**CERQUILHO
NOVEMBRO/2020**

EDILSON MESQUITA DOS SANTOS

RU 1338823

**POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DA TOXICIDADE E DO DESPERDÍCIO DE
ÁGUA PARA MELHORAR A QUALIDADE DOS DESPEJOS NOS CORPOS
RECEPTORES.**

Artigo apresentado por Edilson Mesquita dos Santos como atribuição de notas para conclusão do curso de Bacharelado em Química, na UNINTER sob orientação da prof. Me. **Flávia Sucheck Mateus da Rocha**

**CERQUILHO
NOVEMBRO/2020**

**POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DA TOXICIDADE E DO DESPÉRDIO DE
ÁGUA PARA MELHORAR A QUALIDADE DOS DESPEJOS NOS CORPOS
RECEPTORES.**

EDILSON MESQUITA DOS SANTOS

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Nome Completo
Titulação-Instituição

Nome Completo
Titulação-Instituição

Nome Completo
Titulação-Instituição

CONCEITO FINAL: _____

DECLARAÇÃO

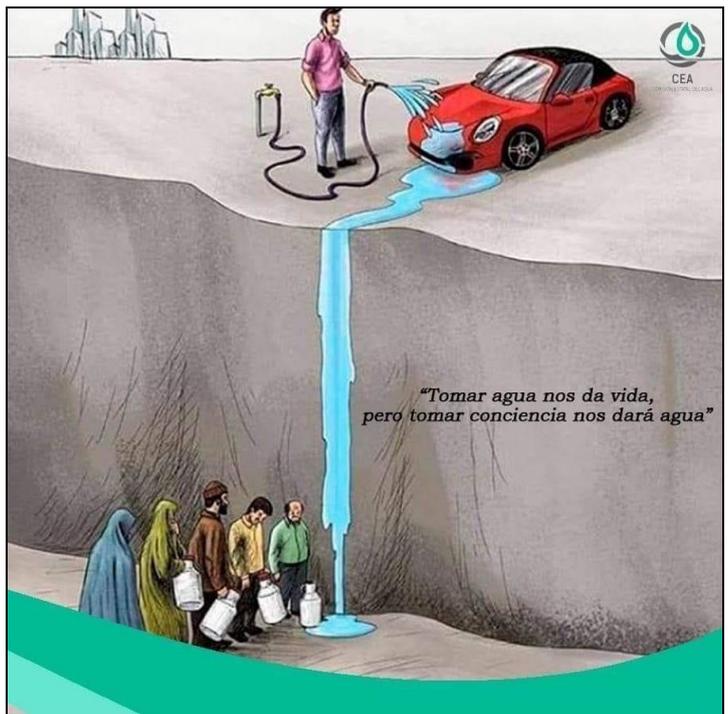
Eu, Edilson Mesquita dos Santos, declaro ser o autor do texto apresentado Artigo, no curso de Bacharelado em Química com o título “POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DA TOXICIDADE E DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA PARA MELHORAR A QUALIDADE DOS DESPEJOS NOS CORPOS RECEPTORES.”

Afirmo, também, ter seguido as normas do ABNT referentes às citações textuais que utilizei e das quais eu não sou o(a) autor(a), dessa forma, creditando a autoria a seus verdadeiros autores.

Através dessa declaração dou ciência de minha responsabilidade sobre o texto apresentado e assumo qualquer responsabilidade por eventuais problemas legais, no tocante aos direitos autorais e originalidade do texto.

Cerquilho, novembro de 2020.

EDILSON MESQUITA DOS SANTOS



Anônimo

RESUMO

A remoção de compostos orgânicos tóxicos emergentes e dos micro poluentes orgânicos (~~descontaminação~~), provenientes de efluentes industriais, tão como o uso racional e sustentável da água, é uma crescente preocupação dos técnicos que estão envolvidos com o tratamento de água. O reuso, reciclo e a descontaminação com tecnologias específicas, para o despejo no meio ambiente são assuntos primordiais para serem colocados em prática, a fim de providenciar saúde ao ser humano. Tais técnicas têm possibilidades de aplicação. Métodos já conhecidos esperam ser praticados de forma consciente. As tecnologias de tratamento de água residuais devem possuir como meta final alcançar qualidade de água próxima de onde se captou para o uso em seus processos. O presente trabalho foca os problemas atuais específicos sobre contaminantes e poluidores ambientais em nossos recursos hídricos e formas pelas quais possa mitigar ou amenizar o efeito dos despejos indiscriminados de produtos químicos nocivos à saúde e que não são contemplados nos tratamentos de água para consumo público.

Palavras chaves: *tratamento de águas, reuso, reciclo, descontaminação.*

ABSTRACT

The removal of emerging toxic organic compounds and organic micro pollutants (descontamination) from industrial effluents, as well as the rational and sustainable use of water, is a growing concern of technicians involved in water treatment. Reuse, recycling and decontamination for disposal in the environment are essential issues to be put into practice in order to provide health to human beings. Such techniques have application possibilities. Well-known methods hope to be practiced consciously. Wastewater treatment Technologies should have as their ultimate goal to achieve water quality close to where it was captured for use in its processes. The presente work focuses on the current specific problem. regarding contaminants and environmental polluters in our water resources and ways in which it can mitigate the effect of indiscriminate dumping of chemicals that are harmful to health and that are not addressed in water treatments for public consumption.

Key words: *water treatment, reuse, recycling, decontamination.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	00
OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	02
METODOLOGIA.....	03
1. CAPÍTULO I – A IMPORTÂNCIA DO ELEMENTO ÁGUA	04
1.1 – Água: um bem comum, essencial a vida.....	04
1.2 – A trajetória da água nas casas e na indústria.....	05
2. CAPÍTULO II - A CONTAMINAÇÃO INVISÍVEL DA ÁGUA.....	07
2.1 – Água “pura” e contaminada	07
2.2 – Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos.....	09
3. CAPÍTULO III – POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DE DESCARTES DE CONTAMINANTES E DESPERDÍCIOS DE ÁGUA NAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS.....	10
3.1 – Consciência sustentável no uso racional da água.....	10
3.2 – Técnicas de tratamento.....	12
3.2.1 - Reutilização da água: reuso e reciclo.....	12
3.2.2 - Ozonização no combate aos compostos emergentes.....	14
3.2.3 - Separação por membrana de ultrafiltração, seguida de processos biológicos e oxidativos avançados.....	14
3.2.4 - Sistemas de reuso direto.....	15
3.2.5-Tecnologias eletroquímicas microbianas (met) para eliminar contaminantes emergentes.....	15
3.2.6 - Processo Avançado de Oxidação.....	16
3.2.7 - Aproveitamento dos Lodos de ETA e ETE.....	16
CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	20

INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial à vida, seja ela animal ou vegetal. Assim, o homem por sua existência tem necessidade dela. Ele é total dependente da água para realizar as suas atividades diárias, por isso, a água deve ser encontrada em quantidade suficiente, com a qualidade e característica própria ao uso.

Considerada “solvente universal”, por agregar infinitos materiais por onde ela percorre, facilmente contamina-se por substâncias tóxicas, tais como: despejos fármacos, inseticidas, produtos químicos e petroquímicos, esgotos domésticos, efluentes industriais e fertilizantes, tornando-a imprópria para sua utilização e de difícil remoção pelo sistema sanitário convencional.

Somados às contaminações, há o desperdício e o uso irracional da água nas atividades agrícolas, domésticas e industriais contribuindo para um maior consumo, deixando de lado o conhecimento de que é um recurso limitado.

Quanto a água ser um recurso limitado, refere-se a água denominada “água doce”, própria para todas as atividades humanas: dessedentação, a piscicultura, pecuária, agricultura, o lazer, a beleza cênica e principalmente, a saúde da sociedade.

E esta água se renova naturalmente. Tem sua concepção na nascente, daí, *escorre-se* através de riachos, rios, cachoeiras, ribeirões, aguapés, aquíferos, estando presente nos lagos, na flora e fauna, evaporando-se, condensando-se e se precipitando no ar.

Assim, se pode fazer uma analogia entre este ciclo de renovação natural da água com um ciclo de uso industrial, onde há sua captação, utilização nos processos produtivos, devendo renová-la por tratamentos específicos de acordo com a contaminação e reusá-la ou recicla-la para devolvê-la ao corpo receptor na sua forma natural ou mais depurada possível. Desta forma, a água é utilizada de forma racional e sustentável.

Levanta-se então, algumas perguntas para enfrentar esta realidade:

- 1) Se a estrutura convencional de tratamento de água, instalada na maior parte das autarquias públicas brasileiras é ineficaz para a remoção de contaminantes emergentes. Há outros tipos de tecnologias para enfrentar o problema?
- 2) O que as indústrias fármaco-químicas podem fazer para reduzir a toxicidade presente nos mananciais?

3) Há vantagens econômicas para as indústrias tratarem, reusarem e reciclarem a água de seus rejeitos?

Após refletir estas perguntas, este artigo se preocupa em prover informações sobre o uso racional da água tendo como foco o ambiente industrial, citando em alguns momentos o ambiente público, envolvendo uso dos sistemas utilitários, processos e elucidando tratamentos que podem ser realizados para depurar água contaminada, reuso e reciclo, abordando possibilidades de redução dos desperdícios e despejos de contaminantes no corpo receptor.

OBJETIVO

Objetivo geral

Propor possibilidades de redução dos desperdícios de água, eliminação ou redução de toxicidades, gerando economia industrial e preservação do meio ambiente.

Objetivos específicos

A realização do objetivo geral, passa pela realização dos seguintes objetivos específicos:

- 1) Elucidar conceitos de ciclos naturais da água e ciclos de uso da água, como eventos de renovação, onde a gestão de água é essencial;
- 2) Informar sobre possíveis técnicas para diminuir e tratar compostos químicos tóxicos emergentes em águas;
- 3) Ressaltar a importância do tratamento dos lodos gerados a partir das técnicas de tratamento nos efluentes industriais e domésticos.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada, compreenderá principalmente a revisão bibliográfica, tendo como foco compreender a contemporaneidade do assunto, verificando tipos de tratamento, limitações e problemas enfrentados nas operações diárias no tratamento de água público e industrial.

Pesquisas serão realizadas através de reportagens publicadas através de informações do governo federal, livros e publicações de pesquisadores e especialistas que estudam a temática bem como sites e revistas cujo trabalho se dedicam ao assunto: tratamento de água.

CAPÍTULO I - A IMPORTÂNCIA DO ELEMENTO ÁGUA

1.1 – Água: um bem comum essencial a vida.

A água própria para consumo humano, a doce, de rios, poços e aquíferos é um bem comum, e toda a pessoa, animais, plantas têm direito ao seu uso, que é essencial a vida.

Os seres humanos satisfazem suas necessidades utilizando-se dela nas atividades domésticas tais como: banho, cozer alimentos, lavagem de roupas, pisos, carros, dessedentação, higiene pessoal, entre outras. Elas adentram aos domicílios pelas torneiras e chuveiros. Após o uso, há o descarte ao meio coletor, quando existente para um tratamento depurativo das sujidades.

É impossível viver e produzir sem a água. Ela está presente no complexo industrial e quase não se consegue enxergá-la em detalhes. Está presente na geração de energia térmica, elétrica, refrigeração, lavagens, fazendo-se parte do próprio produto final.

Branco, Samuel Murgel (1995, p.5) aborda sobre a importância da água:

Os mais antigos filósofos gregos já afirmavam que tudo provém da água. A Ciência tem, por sua vez, demonstrado que a vida se originou na água e que ela constitui a matéria predominante em todos os corpos vivos. Por mais que tentemos, não somos capazes de imaginar um tipo de vida em sociedade que dispense o uso da água: água para beber e cozinhar; para a higiene do lar e das cidades; para uso industrial, irrigação das

plantações, geração de energia, navegação, transporte de detritos[...]

No meio urbano, a água chega “limpa” nas torneiras da população por meio de um sistema de distribuição. Chega de uma forma cômoda e facilitada gerando uma falsa ideia que existe água em abundância, ignorando os fatos que em pouquíssimo tempo, vira esgoto, que as vezes é coletado, as vezes é tratado.

Essa água originária de rios, correm comprimidas e escondidas em túneis de concreto, embaixo de praças e avenidas. Verdadeiros rios que foram mudados seus percursos. Tornaram-se invisíveis, abstratos e a maioria das pessoas nem pensam que eles existem, esquecem ou nem sabem compreender a importância de preservar a saúde desses corpos d'água, essenciais para a sobrevivência.

A indústria, por sua vez, obtém água e a utiliza em diversos processos produtivos. A captação é realizada a partir de água superficial de rios ou subterrâneo de poços artesianos e aquíferos. Desta forma começa o processo produtivo, pois água natural bruta necessita de tratamento. Exceção será se a indústria utiliza diretamente de água tratada e distribuída por órgãos municipais, estaduais, públicos ou privados.

1.2 – A trajetória da água nas casas e na indústria

Tudo começa na captação de águas, podendo ser de origens superficiais (rios, lagoas, etc.) e subterrâneas (poços). A água é bombeada para as Estações de Tratamento de Água. Assim, ela passa por um processo de tratamento de clarificação e desinfecção, chegando nos domicílios através da rede de distribuição.

Após o uso, há o descarte pelo meio coletor, quando existente para um tratamento depurativo das sujidades, nas chamadas ETE (Estação de Tratamento de Esgotos).

Na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) - que no meio industrial entende-se como (Estação de Tratamento de Efluente) - a água doméstica é parcialmente depurada para voltar ao corpo receptor, ou seja, de onde ela inicialmente foi captada para uso.

Na indústria a água é captada e utilizada em diversos processos produtivos entrando possivelmente nos próprios produtos finais, lavagens de peças, de reatores químicos, refrigeração, geração de vapores, lavagem de gases, reservatórios de

combate a incêndios, dessedentação, banhos, construção civil, lavagem de calçadas, irrigação de jardins, entre outros. Neste cenário, não há redes coletoras e toda a contaminação presente na água, é de responsabilidade da indústria tratar através de uma ETE (Estação de Tratamento de Efluente).

No Brasil, o setor público, detentor da responsabilidade de tratar água e esgoto trabalha com estações denominadas “convencionais” para o tratamento de água (ETA), distribuição para consumo e estações de tratamento de esgotos (ETE), coleta de rejeitos domésticos para depuração.

Estas estações copiam tecnologia elaborada no século XIX.

Enquanto a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) serve para depurar em parte compostos orgânicos oriundos dos dejetos humanos, tais como: fezes, urina, escarros, banhos e lavagens de materiais evitando assim o lançamento disto direto nos rios (corpos receptores), a ETA (Estação de Tratamento de Água), trata de parte destes rejeitos humanos, tão como de sujidades adquiridas durante seu percurso nos mananciais. Estes elementos sujam a água, que fica imprópria para o consumo humano.

Na composição desta sujidade pode se encontrar substâncias minerais, terras, folhas, lodos, bactérias, protozoários e vários compostos químicos que são lançados pela ação do homem. A ETA (Estação de Tratamento de Água) é responsável por remover tais sujidades da água, clarificando e desinfecionando tornando desejável ao consumo humano. Depois de tal tratamento ela faz a distribuição para a população.

Percebe-se, portanto, que a mesma água que o ser humano usou, volta para o mesmo local de onde ele coletou para satisfazer suas necessidades. Há um ciclo renovável. Portanto, como no meio ambiente que existe o ciclo natural da água, há um ciclo de uso, com total dependência de tratamentos para torna-la própria ao consumo humano. Verifica-se, então, que a garantia de segurança hídrica para consumo humano fica sob a responsabilidade da ETA e do ETE, em prover água saudável para abastecimento público.

CAPÍTULO II - A CONTAMINAÇÃO INVISÍVEL DA ÁGUA

2.1 – Água “pura” e contaminada

A água totalmente “pura” não existe na natureza. Considerada o “solvente universal”, ela absorve para si substâncias químicas por onde ela corre. Mesmo no ambiente natural, a água consegue solubilizar uma diversidade de compostos químicos introduzidos pelo ar, chuva, rochas, solos, vegetais, podendo ou não ter substâncias introduzidas pela ação do homem. Seja como for, ela necessita de tratamento para o consumo humano. A esta atividade de tratamento chama-se de tornar água potável, ou seja, água que após realizado um tratamento se torna própria para o consumo humano.

Vale ressaltar que nem todos os compostos absorvidos na água fazem mal. Vários minerais entram na composição dela. Verifica-se o exemplo da água mineral engarrafada que serve para dessedentação.

Entretanto, sabe-se que há vários produtos tóxicos introduzidos na água pela ação do homem. Segundo BRANCO, (1983, p.49) “[...]os despejos orgânicos e minerais, de origem doméstica e industrial, efetuados através dos rios têm causado, profundos impactos ambientais e desequilíbrios ecológicos em todo o mundo”.

HARA, (1997, p.50) confirma a presença de substâncias tóxicas nos rios:

Essa agressão que o homem inflige à natureza, poluindo os ambientes aquáticos, tem trazido sérios transtornos para o próprio homem. Com a contaminação crescente dos mananciais de água, há necessidade de realizar um tratamento cada vez mais sofisticado e caro para tornar a qualidade da água adequada ao consumo humano.

Em maio de 2011, ocorre A Convenção de Estocolmo, Suécia ou Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's) que é um tratado internacional assinado por mais de 122 países onde foi auspiciado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, leis para contemplar a remoção de toxicidade presente nos mananciais. A lei ambiental nos países europeus tornou-se rígida no controle destes tóxicos, porém, a brasileira não acompanhou a medida. https://pt.wikipedia.org/wiki/Conven%C3%A7%C3%A3o_de_Estocolmo. Acesso 31/10/2020.

Sendo assim muitas substâncias químicas, embora presentes na água, não estão contempladas podendo ser consideradas próprias para consumo e as descritas também são aceitas para ingestão desde que obedecido limites de tolerância, na portaria 5/2017, lei brasileira que trata da potabilidade da água.

Com o crescimento populacional e acentuado das cidades, somados ao intenso uso dos agrotóxicos na agricultura e pelo desenvolvimento de novos produtos, frutos de pesquisas e produtividade da indústria fármaco-química, surgiram problemas ambientais crescentes.

Nos mananciais, onde geralmente a água é captada para o tratamento e purificação para o consumo humano, houve alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas, condicionando a gerar danos relevantes à fauna, flora e a outros recursos naturais e principalmente a saúde humana. A estes danos, diferenciados de uma poluição, que não estão perceptíveis a olho nu, entende-se como “contaminação invisível na água”.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), número 420, art. 6º - V (2009) define “contaminação” como existência de substâncias no solo, água e ar (devido às atividades humanas) em concentrações que venham a limitar o uso deste recurso natural:

[...]Contaminação: presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico.

Como exemplo de contaminantes conhecidos, existem os metais pesados, como cádmio, mercúrio, chumbo, todavia, nem todas as substâncias foram elencadas pela lei ambiental brasileira. A estas substâncias “invisíveis” dá-se a nomenclatura de “emergentes”, produtos de origem fármaco-química que têm toxicidades específicas.

Geissen et al. (2015, p.57-65) define “[...] *poluentes emergentes como compostos químicos que não são comumente monitorados mas que apresentam potencial de causar efeitos adversos ao meio ambiente e aos seres humanos*”.

O sistema sanitário convencional de tratamento não é eficaz na remoção destes contaminantes. Segundo (Hespanhol,2015 p.81):

O grande problema atual não está mais associado unicamente a sólidos suspensos mas a compostos e substâncias solúveis que não são removidos por filtração convencional. É, portanto, uma temeridade acreditar que filtração e desinfecção possam produzir água potável, tratando águas de mananciais que contêm compostos solúveis em concentrações de nanogramas por litro, incluindo poluentes prioritários e poluentes emergentes, tais como disruptores endócrinos, fármacos, cosméticos e nano partículas.

O mesmo autor resume sobre a presença de componentes tóxicos emergentes nas águas dos mananciais (Hespanhol, 2005, p.17), explicando assim:

A intensificação das atividades industriais conduziu a um aumento vertiginoso no número de substâncias químicas disponíveis comercialmente. De acordo com os dados disponibilizados pelo Serviço de Compêndio de Substâncias Químicas (Chemical Abstract Service – CAS), a contagem de substâncias químicas orgânicas e inorgânicas registradas é de 22.840.337, das quais 6.814.901 estão disponíveis comercialmente (CAS, 2004). Ressalta-se que esse número cresce continuamente, devido ao descobrimento de novas substâncias.

2.2 - Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos

Tal como ~~em~~ existem mananciais superficiais, como no caso de lagoas, rios e represas, existem os subterrâneos que embora protegidos pela natureza, que filtram através do solo águas oriundas do ciclo hidrológico da água, tem sido alvo de contaminação. No Brasil, estas águas são extraídas através de poços artesianos e semiartesianos.

Devido à falta de saneamento básico e a intensificação das atividades industriais em grandes metrópoles, tem sido crescente relatos de aquíferos contaminados. O instituto Trata Brasil (2019) faz a seguinte observação:

A CETESB (2018) registra, por exemplo, quase 6 mil áreas contaminadas no Estado de São Paulo, embora acredita-se que o número possa ser 10 vezes maior. Nesses casos, as contaminações são advindas principalmente, da estocagem de produtos perigosos, deposição de resíduos sólidos ou lançamento de efluente industriais.

Corroborando nesta mesma linha de raciocínio publicação do governo paulista: *“Os aquíferos por sua natureza são naturalmente mais protegidos quanto à contaminação do que as águas superficiais. Por outro lado, quando se observam anomalias provocadas pela ação do homem... muitas vezes o dano ambiental pode ser de grande proporção[...]”* (SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015 p.20).

No Brasil a contaminação torna-se cada vez pior nos mananciais, seja nos aquíferos ou principalmente nos superficiais. Não bastando isto, em abril de 2019 ocorre a liberação, ou seja, o licenciamento recorde de agrotóxicos já proibidos por parte de quem deveria respeitar leis e protocolos, os próprios legisladores.

<https://g1.globo.com/natureza/blog/andre-trigueiro/post/2019/02/21/licenciamento-recorde-de-novos-agrotoxicos.ghtml>

Quanto aos superficiais, “manancial superficial adequado” para ser utilizado para consumo humano é aquele que não exige qualquer tratamento, que é chamado de classe especial e classe 1. Já o que exige um simples tratamento convencional denominam-se de classe 2 e o que exige tratamento convencional mesclado a um tratamento avançado de classe 3.

Em áreas em que não se observa grandes conglomerados urbanos e industriais o sistema de tratamento convencional resolve as questões de saneamento, pois exige-se simples clarificação e desinfecção, tão como depurar parcialmente a água residual de esgotamento sanitário para retorno ao meio natural.

O que se observa no Brasil é a inexistência dos sistemas convencionais em 50% de seu território em mananciais de classe 1, onde há população que são desassistidas de tratamento de esgoto e água potável, não se necessitando de tratamento avançado. Do outro lado, há localidades com grande volume de atividades industriais e populacional, cuja água deveria ser considerada de classe 3 pela presença indiscriminada dos componentes químicos emergentes, comparadas uma água de reuso industrial devendo ser tratada com tecnologias especiais para remoção de toxicidades e purificação, onde os sistemas convencionais instalados atualmente na maioria das autarquias públicas, são obsoletos para tratar todas as toxicidades.

Hespanhol, Ivanildo (2015, p.81) destaca a classificação realizada em mananciais há 20 anos e que hoje não tem uma necessária “reclassificação”, desta forma:

[...]que haja visto que mesmo depois da descoberta dos recentes poluentes emergentes, oriundos das descargas domésticas e industriais, os mananciais que os recebem continuam a serem considerados “adequados”. Portanto, não importa o nível de poluentes presente, o manancial é considerado “adequado” para produzir água potável.

Pescara (2015) destaca sobre o sistema de tratamento convencional instalados na maioria das autarquias públicas assim:

[...]que o sistema de saneamento básico brasileiro não é capaz de remover contaminantes não legislados, apontando mais de 800 substâncias “emergentes” que aparecem nas águas, mas não são controladas por leis, normas e regulamentos específicos, gerando gostos e cheiros desagradáveis que podem causar doenças diversas pela presença de resíduos químicos nocivos à saúde.

Com o novo marco do saneamento ambiental, lei 14.026 de 15 de julho de 2020, isto começa a se tornar realidade, pois, empresas de iniciativa privada já entram neste mercado instalando as tecnologias respectivas segundo as necessidades dos locais, porém, para sanar as toxicidades de vários mananciais, isto pode durar prolongado tempo, decorrência de que estas empresas só podem conquistar o mercado após o vencimento de uma licença de serviços de uma autarquia pública atual, por exemplo, de 40 anos.

Há entraves políticos sempre que se discute uma nova legislação de segurança hídrica. Explica-se isto pelo fato que as construções de ETA e ETE no setor público em sua maioria contemplam as estações de tratamento convencional, o que implica se efetivada, na mudança e adequação destas estações por implantação de novas tecnologias, sendo que não haverá aporte financeiro por parte da maioria dos municípios brasileiros para moldar-se a nova lei.

Como os sistemas de ETA e ETE convencionais não são suficientes para remoção destas toxicidades, é dever proporcionar ações de melhoria quanto ao descarte de água residual e rejeitos sólidos, melhorando a qualidade através de implantação de tecnologias diferenciadas e sempre que necessário se utilizar do reuso e do reciclo da água, pois assim se contempla possibilidades de redução desta toxicidades emergentes melhorando a qualidade da água nos rios (corpos receptores), tão como eliminando desperdícios de água de produtividade pelo sistema de reuso e reciclo nas indústrias, fonte geradora dos contaminantes.

Desta forma, não é necessário aguardar aprovação de novas leis de segurança hídrica, análogas ao que existe na Europa, nem esperar por concessão liberada para a iniciativa privada que poderão perdurar por anos para resolver o problema da toxicidade presente na água dos mananciais. A fonte geradora de contaminantes tratará de sua água residual podendo também reusa-la e recicla-la.

CAPÍTULO III – POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DE DESCARTES DE CONTAMINANTES E DESPERDÍCIOS DE ÁGUAS NAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS.

3.1 - Consciência sustentável no uso racional da água.

Por mais que existam técnicas e leis que regulem a manutenção da qualidade dos mananciais, se não houver uma “consciência sustentável no uso racional da água” em vão será promover tantos esforços.

As leis específicas sobre águas, sobretudo a Lei nº 9.433/1997, também conhecida como “Lei das Águas”, deveria ser efetiva no cumprimento de seu objetivo de “[...] assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.

O termo: “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água” em outros termos remete-se ao princípio da “Sustentabilidade”. Soma-se a este princípio, a “Consciência”. O resultado desta adição forma um conceito que agora se denomina: “Consciência Sustentável No Uso Racional da Água”.

A lei da água vem de encontro a protegê-la. Seu propósito, sem sombra de dúvidas, é louvável, pois promove a sobrevivência dos corpos d’água, regulamentando seu uso e assegurando sua qualidade, a fim de perpetuar a vitalidade aquática para futuras gerações, porém, como em tudo há adversidades, há uma força contrária lutando para que seus objetivos não possam ser alcançados e seus propósitos não possam ser cumpridos.

Neste contexto analisa-se cuidadosamente o conceito de consciência sustentável no uso racional da água. Visualiza-se um tabuleiro de jogo de xadrez ou de damas, onde há quadrados escuros e claros intercalados um ao lado do outro. Agora faz-se uma analogia enquanto se usa a água, sujando-a, escurecendo-a, logo tão próximo destas ações, se faz a recuperação, limpeza e clareamento e remoção das toxicidades para seu reaproveitamento.

Tal como no ciclo hidrológico da água que há evaporação, condensação e precipitação aos rios e aquíferos de forma renovável, o reuso e o reciclo industrial acompanhado de um sistema eficaz de remoção de toxicidades, torna renovável pela ação humana, porém, ela continua sempre ser um recurso limitado. Quem impõe restrições na manutenção de uma água limpa e sadia é o próprio ser humano.

Ele deve fazer uso da consciência, de seu conhecimento, de sua percepção e honestidade para não ferir com atos inescrupulosos o líquido mais precioso da vida.

Atenta-se a este mote com pitadas de historicidade. No Império do Brasil, as casas, mesmos as mais sofisticadas eram construídas sem sanitários. Assim todo o serviço sanitário era realizado pelos escravos que levavam potes e barricas repletos de excretas (escarros, fezes, urinas) até o rio. Lá eles lavavam e retornavam as residências. Assim começou a disseminação de várias doenças transmissíveis pela água. Haja visto, que a água era limpa em sua naturalidade, pois quando os portugueses aportaram-se nestas terras avistaram os indígenas e se admiraram de seus corpos saudáveis, mas estes foram dizimados quase que por completo contraindo toda sorte de doenças.

Em 1888 com o término da escravatura não havia mais pessoas que realizassem o serviço de transporte de águas e dejetos. Então encontraram novas soluções, o que impôs o desenvolvimento de tecnologias de saneamento básico, tanto da distribuição da água limpa, como da coleta dos dejetos sanitários de residências e empresas, mas os esgotos humanos ainda eram lançados ao rio de onde as águas serviam para o abastecimento, só com uma diferença, transportados via tubulações, encanamentos.

Faça-se neste momento uma analogia do que ocorreu desde esta época ao conceito proposto atual.

Explica-se que não ter consciência sustentável no uso racional da água é o mesmo que dizer de um empresário, por exemplo, proprietário de uma indústria química, da qual pode mencionar que não tratará seus dejetos, efluentes e resíduos por não achar importante. Isto será a ausência total da consciência sustentável do correto uso da água e, assim, não está inserida na mente deste indivíduo. Tal inconsciência impede a reflexão: a água que se sujou, a mesma lhe retornará a fim de atender suas necessidades, tais como: banhar-se, beber, cozimento, entre outras.

A consciência sustentável no uso racional da água pode ser aflorada na sociedade resultando em ações onde jamais serão vistos indivíduos jogarem seus excretas, ao mínimo sem recorrer a uma construção de fossas sépticas, próximo à suas residências, quando não há redes coletoras de esgoto sanitário. Não haverá lançamento de óleos, banhas e gorduras aos ralos das pias e vasos sanitários, bem como produtos químicos, remédios e outros resíduos sólidos, lançados pela indústria

ou pela agricultura. Portanto, além de prover condições de tratamento da água contaminada, deve utilizá-la na quantidade necessária, sem desperdícios.

3.2 - Técnicas de tratamento

3.2.1) Reutilização da água: reuso e reciclo.

Há diferenças de tratamento quanto a reutilização da água. Estas podem ser pelo reuso e outra pelo reciclo. Fiesp (2017, p.35) afirma que:

No que se refere ao reuso e à reciclagem em processos produtivos, pode-se considerar que esses conceitos estão mais consolidados: *Reuso* corresponde aos volumes de água reutilizados no processo após serem submetidos a algum tipo de tratamento. *Reciclagem* está associada aos volumes de água reutilizados diretamente em processos sem tratamento prévio. *Desse modo, pode-se inferir que a reutilização (ou reaproveitamento) contempla tanto o reuso quanto a reciclagem.*

Solicita-se atentar aos seguintes diagramas para compreender a diferença de reuso e reciclo no processo de reutilização de águas como demonstra-se a seguir:

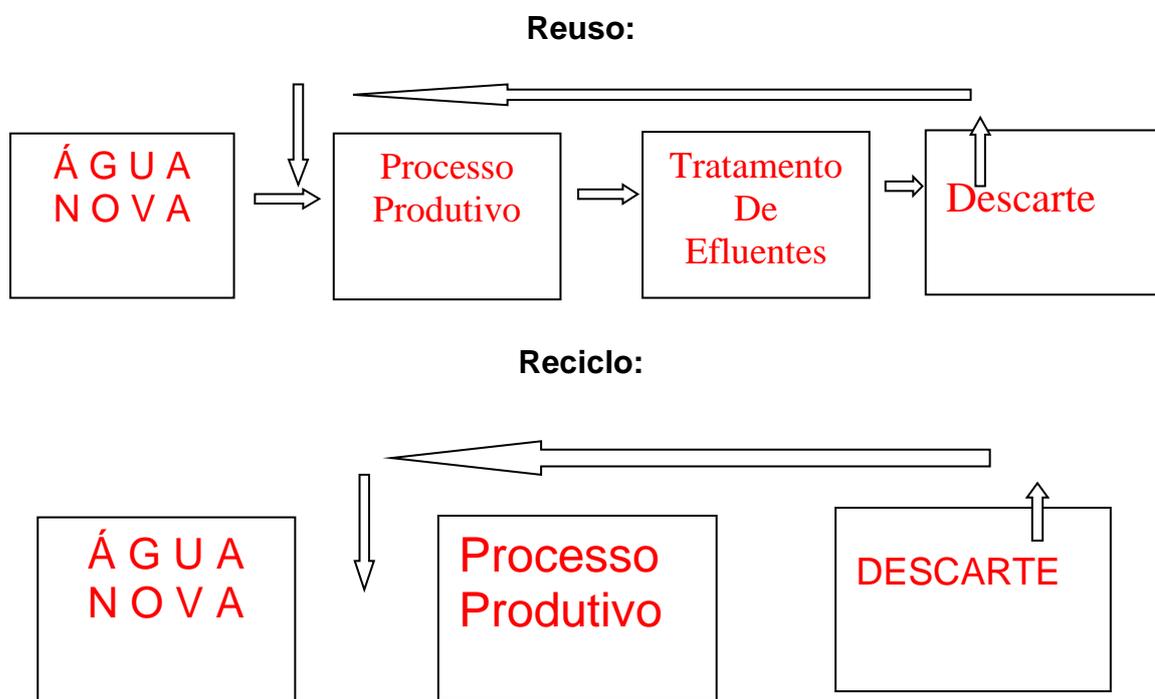


Diagrama de reuso e reciclagem da água

Fonte: Elaborado pelo autor

Define-se, portanto:

Reuso: Há reuso quando a água é recuperada e reutilizada em processo diferente da origem, normalmente em quantidades menores e qualidade inferior,

para fins não potáveis. Deve-se priorizar o reuso de águas oriundas de efluentes com prévio tratamento físico químico através de coagulação, floculação para retirada de sólidos sedimentáveis e clarificação, com filtração prensa ou de britas com posterior passagem por um valo de equalização para acerto de pH e adição de nutrientes que irão beneficiar bactérias aeróbicas que estarão se alimentando da toxicidade em um reator biológico.

Algumas aplicações de reuso da água incluem entre outros possíveis, irrigações de jardins, gramados, plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, desobstrução de canaletas, espelhos d'água, sistema de incêndio, limpeza de peças, pisos, equipamentos, construção civil, água para lavador de gases, controle de poeiras, decorações urbanas e descartes sanitários. Recomenda-se neste último caso para descartes em vaso sanitário, colorir a água para que se utilize somente para este fim.

Existem recomendações para o reuso da água para fins industriais conforme NBR 15527/2007.

“O reuso de água não é simples, dependendo da complexidade dos contaminantes dos efluentes. Estas características demandam tecnologias de membranas e eletro-oxidação para recuperação de efluentes” (REVISTA HYDRO, 2019, p.14-17).

Reciclo ou reciclagem: Há reciclo quando a água é condicionada para remoção de componentes indesejáveis ao processo, sendo aplicados diversos processos de tratamento tais como: osmose reversa, troca iônica, cristalização, evaporação, filtração, centrifugação, adsorção com carvão ativado, clarificação, ozonização, desmineralização, destilação, manutenção de piscinas, entre outros.

No reciclo há água oriunda de descartes de osmose reversa, torres de resfriamento, caldeiras, água de chuva (pluvial). A água pluvial, a de chuvas, pode ser armazenada, filtrada e usada em todo o processo produtivo da fábrica, sendo uma utilização ímpar de grande benefício econômico para a empresa.

Recomenda-se que seja observada a NBR nº 15.527, de 2007, que dispõe sobre o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Quando utilizada para fins que não exigem qualidade elevada como rega de jardins ou lavagem de áreas externas, a água não necessita de tratamento avançado. Dessa forma, reservar e utilizar as águas pluviais permite a conservação de água de melhor qualidade.

Para eliminação de contaminantes em áreas de grande movimentação industrial é necessário recorrer a processos avançados de tratamento de águas, como a exemplo de oxidação por ozonização.

3.2.2 - Ozonização no combate aos compostos emergentes.

Para desinfecionar água é utilizado cloro na forma de gás, dióxido de cloro ou hipoclorito de sódio. No tratamento convencional de água, ele entra na fase pré-cloração e pós-cloração. No início do tratamento, a pré-cloração em combinação com compostos orgânicos, gera trihalometanos (THM) de potencialidade carcinogênica.

Meyer (1994, p.103) enfatiza: “*A reação do cloro com alguns compostos orgânicos leva à formação de trihalometanos (THM). [...] considerando a cloração de água bruta indicaram uma associação entre a dosagem de cloro e o câncer de estômago [...].*”

Em substituição a pré-cloração, portanto, pode utilizar processos oxidativos com a aplicação do ozônio (O₃), mantendo o processo de adição de cloro na etapa de pós-cloração.

O ozônio é 100 vezes mais potente que o cloro, sendo uma solução para mitigar contaminantes emergentes, eliminando gosto e odor. (BRASIL, REVISTA TAE, 2018, p.12-18).

Outros tratamentos são estudados no combate aos compostos emergentes.

3.2.3 - Separação por membrana de ultrafiltração, seguida de processos biológicos e oxidativos avançados.

Em alguns casos mais complexos onde existe aglomerado urbano industrial as contaminações estão mais excessivas e são necessárias aplicar tecnologias mais avançadas a começar com o tratamento de membranas de ultrafiltração. Mulder (1996, p.43), afirma sobre isto:

O mecanismo de remoção de componentes emergentes, está associado à adsorção no material em suspensão e na matéria orgânica presentes na água bruta e acumulada na superfície da membrana. As partículas de maiores dimensões, associadas aos

compósitos emergentes em geral têm, assim, a possibilidade de serem removidas com maior eficiência (Mulder, 1996).

Estudos piloto realizados em São Paulo no Centro Internacional de Referência em reuso de Água (Cirra/IRCWR/USP) identificaram a presença de Disruptores endócrinos em diversos reservatórios que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo e verificaram o potencial de remoção destas substâncias de forma positiva através de um sistema de membranas de ultrafiltração, utilizando água dos reservatórios de Guarapiranga e Billings (Mierzwa, 2009).

Dependendo das concentrações de contaminações é necessário aplicar ozonização e processos oxidativos avançados para remoção eficaz.

Processos oxidativos avançados envolvem, um oxidante forte com capacidade de oxidar compostos que não são passíveis de serem oxidados por oxidantes convencionais, tais como oxigênio, ozônio e cloro (Tchobanoglous & Burton, 2003). Estes processos em geral se utilizam do peróxido de hidrogênio 200 volumes.

3.2.4 - Sistemas de reuso direto

Como o próprio nome, esta técnica permite o reuso direto da água enquanto há consumo. Hespanhol (2015, p.85) define assim:

A técnica de reuso potável direto, pelo fato de empregar tecnologia e sistemas de controle e de certificação modernos, proporcionará, certamente, melhores benefícios em termos de saúde pública do que o emprego das tecnologias de tratamento convencionais em prática para tratar água oriunda de mananciais extremamente poluídos contendo altas concentrações de esgotos domésticos e industriais.

3.2.5 - Tecnologias eletroquímicas microbianas (met) para eliminar contaminantes emergentes.

Esta tecnologia ainda está em estudos pela Universidade de Alcalá – Madrid, na Espanha, segundo relata suas pesquisas, como relata site “Tratamento de Água”:

As Tecnologias Eletroquímicas Microbianas são baseadas em oferecer aos microrganismos um material condutor de eletricidade para estimular a transferência de elétrons entre bactérias e o material.

Uma vez que os processos de tratamento biológico exigem que os microrganismos tenham um acceptor final de elétrons (oxigênio em processos aeróbicos), oferecendo um material condutor de eletricidade, a

limitação metabólica é reduzida pela disponibilidade dos aceptores, promovendo a oxidação biológica.

Essas condições promovem mecanismos de transferência direta de elétrons entre bactérias, pois aqueles que não podem tirar proveito do material condutor formam associações com aqueles que podem. As comunidades assim formadas, também possuem uma ampla gama de degradação de compostos em relação à soma das bactérias que os compõem. (Portal Tratamento de água, 2018).

<https://www.tratamentodeagua.com.br/tecnologias-eletoquimicas-microbianas/>
acesso: 31/10/2020

3.2.6 - Processo Avançado de Oxidação.

É uma solução de baixo custo para o tratamento de efluentes industriais, a fim de atender a regulamentações rígidas que deveriam existir no Brasil sobre micro poluentes.

Os Sistemas Avançados de Oxidação Avançada, normalmente integram uma combinação de diferentes métodos de oxidação, incluindo oxidantes como ozônio, peróxido de hidrogênio e desinfecção ultravioleta. Esses sistemas criam radicais hidroxila contendo considerável potencial de oxidação para efetivamente reagir com numerosos contaminantes, incluindo micro poluentes não biodegradáveis, metais traço, orgânicos e patógenos. Essas moléculas geradas por radicais hidroxila podem reagir com contaminantes em tempos de reação rápidos, exigindo menos tempo de contato com o tratamento e uma menor pegada do sistema nas instalações do cliente.

3.2.7 - Aproveitamento dos Lodos de ETA e ETE.

As características geradas nas estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgotos e efluentes podem variar em função da qualidade da água bruta e dos processos industriais que irão gerar uma característica tóxica ou não.

O lodo originado no tratamento de água consiste de partículas contidas na água, tais como microrganismos, materiais sólidos orgânicos e não orgânicos, bem como resíduos do próprio tratamento.

O lodo proveniente de tratamento de água de mananciais geralmente é composto em sua maioria de argilas e que podem ser reaproveitados após secagem em olarias para produção de blocos. São de cor âmbar claro, marrom ou avermelhados.

Os lodos provenientes de tratamento de efluentes industriais ou esgoto é preto, compostos de materiais orgânicos e ricos de bactérias patogênicas ou não e que podem ser reaproveitados após uma cuidadosa análise de caracterização para preparação de fertilizantes.

Em visita há algumas estações de tratamento de água urbanos que captam água das bacias do Rio Sorocaba e médio Tietê e bacias Piracicaba, Capivari e Jundiaí no Estado de São Paulo, presenciou-se em que em sua maioria, sequer, elas tratam seu lodo, seu rejeito. Estas devolvem ao corpo receptor toda a concentração de massa, contendo argila, policloreto de alumínio, sulfato de alumínio e todo o material tóxico retirado para tornar a água clarificada. Pergunta-se: De que adianta clarificar a água se os compostos tóxicos voltam ao local de origem para um posterior retrabalho e de uma forma concentrada?

A alternativa é desaguar este lodo, secando-os em leitos de secagem natural, ou uso de filtro-prensas, centrífugas, prensas desaguadoras. Após a secagem deve-se caracterizar a toxicidade e implementar pesquisas para ser incorporado em materiais cerâmicos.

Margem (2008), analisou a viabilidade técnica do aproveitamento de lodo de ETA na produção de blocos cerâmicos. Concluiu-se que os blocos fabricados com 15% de lodo de ETA, atenderam as exigências da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e se enquadraram na classe 15 de resistência a compressão.

Já o lodo gerado do tratamento de efluentes sejam domésticos ou industriais, algumas indústrias e estações de esgotos retornam ao corpo receptor o próprio lodo. Um crime contra a saúde pública, pois, justamente este contém contaminantes na forma concentrada. Outras empresas enviam a aterros sanitários.

O envio de lodo de ETE à aterros sanitários deveria ser a última opção, levando-se em conta o impacto ao meio ambiente e gastos com disposição e transporte destes lodos.

Estes lodos podem servir na adubação agrícola, pois contêm muito nitrogênio, necessitando de complementação de fósforo e potássio. Eles devem passar por tratamento prévio de descontaminação de patógenos com cal e variação de temperatura para extinguir tais vermes.

Homero (2010), pesquisadora desta temática afirma sobre concentrações de uso do lodo doméstico:

As diferentes concentrações avaliadas foram: 100% de composto puro; 75% de composto + 25% de substrato comercial; 50% de composto e 50% de substrato comercial; 25% de composto + 75% de substrato comercial; 100% de substrato comercial. "Desses grupos, foi visível a diferença das plantas tratadas com composto puro ou em percentuais de até 50%. Isso significa que a adição do composto resultou em um significativo rendimento para o desenvolvimento da planta.

Nota-se, portanto, que na implantação da tecnologia disponibilizada para o tratamento dos contaminantes da água, sempre haverá formação de resíduos sólidos, os lodos, que deverão ser direcionados e tratados de tal forma que jamais sejam devolvidos ao corpo receptor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Águas de mananciais sejam estes superficiais ou subterrâneos necessitam serem contemplados com mais acuidade, principalmente em grandes metrópoles e áreas agricultáveis a fim de mitigar componentes tóxicos, tanto dos descritos em leis como dos emergentes.

No Brasil, há inúmeras regiões que não são beneficiadas pela distribuição de água potável e coleta de esgotos. A universalização destes serviços urge serem realizados. Basta implantar o sistema convencional de tratamento, pois estes locais são caracterizados pela inexistência de vultosos parques industriais. Deve-se considerar, no entanto, a área de agricultáveis com a utilização de pesticidas que podem contaminar água de mananciais, sejam estes superficiais ou subterrâneos.

Nos grandes centros urbanos, por sua vez, certamente são contemplados a presença de redes coletoras de esgotos e sistemas de distribuição de água potável, porém, funcionando com tecnologias do modo convencional. Esta tecnologia não remove os componentes químicos emergentes originários dos descartes de industrialização. Novas tecnologias devem ser implantadas pelas prestadoras de serviços de tratamento de água sejam elas autarquia, concessão de serviços público ou mistas.

Os contaminantes emergentes são um problema que as tecnologias clássicas ou convencionais não conseguem tratar. Sua presença constante, mesmo em baixas concentrações, representa um risco ambiental e de saúde.

Soluções são possíveis com tratamentos compatíveis de acordo com os níveis de poluição, evoluindo dos tratamentos convencionais de filtração com camadas de areia, brita e carvão mineral (antracito) e desinfecção com cloro para sistemas mais avançados, tais como: Ozonização, oxidação avançada, reuso direto da água, reciclo de água de chuva e industrial, tecnologias eletroquímicas microbianas, tratamento e reutilização de lodo gerado nos tratamentos.

Cada indústria tem o dever de caracterizar o seu efluente e jamais lançar contaminantes ao corpo receptor. Existem possibilidades para reduzir e sanar estes poluidores ambientais, com reuso, reciclo e tratamento específico da toxicidade que seus produtos podem gerar.

A reutilização de água através do reuso e do reciclo sem dúvida é a principal ação para economizar dispêndios financeiros, proteger o meio ambiente, economizar energia, reduzir investimentos em infraestrutura.

O uso da água deve ser racional com consciência ambiental, analogamente ao desejo de uma pessoa impulsionada a fazer algo, que só o fará, se tiver um genuíno desejo de realizar.

Praticar a sustentabilidade consciente do uso racional da água é apoiar com todo o esforço e promover atitudes salutaras para que após seu uso ela possa ser reusada ou reciclada da forma mais limpa e sadia, sem compostos químicos ou componentes que irão prejudicar a saúde.

O aproveitamento do lodo deve ser tratado tal como o tratamento de águas. Estes devem ser reaproveitados em benefício da preservação dos recursos hídricos, em consonância com a política ambiental.

Este é um artigo de revisão bibliográfica, como contribuição para alertar da necessidade de se preocupar com a toxicidade presente na água para consumo humano.

Os setores de tratamento de água e políticas públicas, devem se interagir a fim de pressionar para mudanças nas leis atuais, que nos dias atuais pouco se tem alcançado em termos de conscientização e praticado ações para viabilizar tratamentos complementares no que tange a diminuição ou mitigação dos compostos tóxicos emergentes inseridos em nossos mananciais e para prevenir a

contaminação nas fontes de abastecimento e a recontaminação do próprio sistema de distribuição e armazenamento de água.

Novas pesquisas devem ser aprimoradas e elaboradas, pois, em nenhum momento, este trabalho se pautou em examinar o tema até a medida de esgotar-se. Este é um assunto atual e importantíssimo, porém, não contemplado com o devido valor que merece pelas políticas e leis.

REFERÊNCIAS

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: 2007: **Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007;

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: 1998: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998;

BRANCO, Samuel Murgel. **Poluição: A Morte de Nossos Rios – 2ª Edição – CETESB**, 1983;

BRASIL, Instituto Trata, **Falta de saneamento básico prejudica potencial de uso das águas subterrâneas do país; Recurso indispensável à segurança hídrica das cidades**. Revista TAE – especializada em tratamento de água & efluentes, São Paulo, n. 48, Tiragem Única, p.46-50, abril/Maio 2019;

CRISTIANE, R. **Ozônio elimina novos contaminantes que cloro não acompanha mais, inclusive nas residências, dispensando uso de filtros**. Revista TAE – especializada em tratamento de água & efluentes, São Paulo, n. 44, Tiragem Única, p.12-18, agosto/setembro 2018;

GEISSEN, V. et al. **Poluentes emergentes no meio ambiente: um desafio para a gestão de recursos hídricos. Pesquisa Internacional sobre Conservação da Água do Solo**.V. 3, n.1, 2015; FIESP. **O Uso Racional Da Água No Setor Industrial Confederação Nacional da Indústria**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. – 2. ed. -- Brasília: CNI,2017;

HARA, Massao. **A Água E Os Seres Vivos – 6ª Edição – Editora Scipione**, 1997;

Wikipédia,2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Conven%C3%A7%C3%A3o_de_Estocolmo>. Acesso em outubro de 2020;

HESPANHOL, Ivanildo. **Reuso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes**; Revista USP • São Paulo • n. 106 • p. 79-94 • julho/agosto/setembro 2015;

HESPANHOL, Ivanildo e MIERZWA, José Carlos; **Água Na Indústria – Uso Racional E Reuso – Editora: Oficina de Textos**, 2015;

HOMERO, Vilma – Artigo no jornal FAPERJ - **Pesquisa de lodo doméstico na aplicação como adubo orgânico.** UFRJ,2010. Disponível em: <<http://www.faperj.br/?id=2376.2.5>>. Acesso em outubro de 2020;

MARGEM, Jean Igor - **Caracterização e incorporação de lodo de decantação de estação de tratamento de água (ETA) em cerâmica vermelha** – Trabalho de mestrado Universidade Fluminense (2008);

MEYER, Sheila T, Caderno de Saúde pública n.10 – Rio de Janeiro p. 103 e p.105 – artigo: **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**, 1994; Portal Revista USP. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11>>Acesso em outubro de 2020;

MIERZWA, J. C. **Desafios para o Tratamento de Água de Abastecimento e o Potencial de Aplicação do Processo de Ultrafiltração.** Tese de livre-docência. São Paulo, Poli-USP, 2009;

MULDER, M. - **Princípios Básicos da Tecnologia de Membranas.**2ª ed. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 43, 1996;

PESCARA, I. C. “Ocorrência e remoção de contaminação emergentes por tratamentos convencionais de água e esgoto”. **JORNAL da UNICAMP**, Campinas, 27 abril 2015. 1-5;

Portal Revista Hydro, jan./fev./mar. 2019 p. 14-17 artigo: **Reuso na indústria.** Disponível em:<<http://www.arandanet.com.br/assets/revistas/hydro/2019/janeiro/index.php#page=14>> Acesso em outubro de 2020;

Portal tratamento de água, 2018. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/tecnologias-eletoquimicas-microbianas/>>. Acesso em outubro de 2020;

Revista USP • São Paulo • n. 106 • p. 79-94 • julho/agosto/setembro 2015;

SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS – SP. Orientações para a utilização de águas subterrâneas no Estado de São Paulo, São Paulo, 2ª edição, p.20, 2015;

TCHOBANOGLIOUS, G.; LEVERENZ, H.; NELLOR, m. h. n.; CROOK, J. - **Reutilização Direta Potável - Um Caminho à Frente.** Fundação de Pesquisa de Reutilização de Água, 2011.