

# REVISTA afluente

A REVISTA DO JPS  
VINCULADA À ABES-RS

Ano V / Nº 9 – Julho/2021

TRATAMENTO DE  
EFLUENTES COM  
CONTEÚDO DE  
CORANTE BEZAKTIV  
AZUL GO ATRAVÉS  
DE PROCESSOS  
FOTOCATALÍTICOS



COMPROMISSOS  
AMBIENTAIS  
INTERNACIONAIS E  
O NOVO MARCO  
DO SANEAMENTO  
BÁSICO BRASILEIRO

ENTREVISTA COM  
ILIANE MÜLLER OTTO  
- GESTORA AMBIENTAL  
E CRIADORA DO  
CANAL "AMBIENTAL  
INFORME"

# FICHA TÉCNICA

Autor:  
**ABES-RS**

Título:  
**Revista Afluenta - A revista do JPS**

Conselho Editorial:  
**Roberta Arlêu Teixeira**  
**Renata Oliveira**  
**Kely Boscato**  
**Jussara Kalil Pires**

Edição:  
**Ano V / Nº 9 – JULHO/2021**

Local:  
**Porto Alegre - RS**

Ano da publicação:  
**2021**

Diretor responsável:  
**Jussara Kalil Pires**

Editor:  
**ABES-RS**

ISSN 2594-732X  
<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

O conteúdo dos artigos e resumos de TCC é de responsabilidade dos autores.

REVISTA  
**afluenta**

A REVISTA DO JPS  
VINCULADA À ABES-RS

Projeto gráfico e editoração:  
**Eduardo Riter - ER Design**

Sobre o JPS:



**Jovens Profissionais do Saneamento**  
<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

Sobre a ABES-RS:



**Associação Brasileira de Engenharia  
Sanitária e Ambiental - Seção RS**  
[www.abes-rs.org.br](http://www.abes-rs.org.br)

# CONTEÚDO

<b>EDITORIAL</b>	<i>04</i>
<b>PALAVRA DA PRESIDENTE</b>	<i>05</i>
<b>APRESENTAÇÃO - COORDENAÇÃO JPS</b>	<i>06</i>
<b>ARTIGOS</b>	
TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS	<i>08</i>
COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO	<i>31</i>
<b>ENTREVISTA</b>	
ENTREVISTA COM ILIANE MÜLLER OTTO	<i>41</i>
<b>INFORMES</b>	<i>45</i>

# EDITORIAL

**EM MEIO A UM PERÍODO** tão conturbado de nossa história, no qual estamos vivenciando uma pandemia que já dura mais de um ano, na 9ª edição da Revista Afluenta mostramos que as atividades dos Jovens Profissionais do Saneamento estão continuando na medida do possível, porque saneamento e meio ambiente são inerentes a nossa existência.

Nesta edição, apresentamos trabalhos com diferentes temáticas, mas de extrema relevância para a situação que estamos vivendo. O primeiro artigo é de autoria das advogadas Juliana Pretto Stangherlin e Ana Laura Ramires Carvalho e aborda o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, instituído em 2020, e sua relação com os objetivos internacionais estabelecidos na Agenda 2030 e no Acordo de Paris. Consideramos fundamental conhecer a regulamentação do setor e sua relação com as agendas e temas de interesse da sociedade brasileira e mundial na atualidade. Já o segundo artigo é de autoria do Engenheiro Ambiental Douglas Neri da Silva Varerea e dos professores Silvio Roberto Taffarel e Gloria Correa Restrepo, e apresenta um estudo sobre a remoção do corante têxtil “Bezaktiv Azul Go” em efluentes com o uso de “Processo Oxidativos Avançados”. Pelas mudanças que estão ocorrendo nas legislações sobre qualidade de água em todo mundo, com

padrões mais restritivos relacionados ao lançamento de efluentes e ao consumo de água potável, discussões acerca das tecnologias disponíveis para a remoção de corantes e outros contaminantes, como pesticidas, fenóis e outros, que estão cada vez mais sendo incluídos nos padrões de monitoramento e lançamento, são essenciais.

Ainda nesta edição, entrevistamos a Gestora Ambiental Iliane Müller Otto, integrante do JPS ABES-RS, que fala um pouco da sua trajetória profissional e atividades que vem desenvolvendo, além de dar dicas para os Jovens Profissionais que estão entrando no mercado de trabalho.

Acreditamos que o conteúdo da edição tem grande potencial para promover discussões e reflexões entre os jovens profissionais da área sobre estas temáticas que estão em evidência no cenário nacional e internacional, contribuindo para sua trajetória profissional.

Boa leitura!

**CONSELHO EDITORIAL/REVISTA AFLUENTE**

## PALAVRA DA PRESIDENTE

### CHEGAMOS À NOSSA 9ª EDIÇÃO!

Tenho muito orgulho de ter participado para o sucesso desse projeto. A Afluente é mais uma oportunidade que a ABES/RS oferece aos profissionais em início de carreira para apresentar suas competências e potencialidades, divulgar projetos em que atuam, desenvolver habilidades e aprender a se posicionar sobre temas de interesse. Ainda temos um longo caminho pela frente até sua consolidação, mas a Diretoria e a Coordenação do JPS já aprenderam muito e se preparam para qualificar cada vez mais a revista.

O lançamento dessa edição coincide com minha saída da Presidência. Após quatro anos, saio para auxiliar a nova Diretoria em outra posição. Fico feliz em dizer que estamos conseguindo renovar os quadros dos gestores da ABES/RS. Sei que contribuí para isso quando, junto à professora Ibi Elisabeth organizei o primeiro curso de imersão “Construindo Profissionais do Futuro” e dei meu apoio ao projeto que, em paralelo, se iniciava na Direção Nacional ao ser criado o cargo de Diretor Ad Hoc para os Jovens Profissionais do Saneamento (JPS), mérito da então Presidente Cassilda. São mais de dez anos construindo uma nova ABES.

Fico feliz em dizer que vários JPS ou ex-JPS integram a nova Direção Estadual e seus Conselhos. Esse é o principal objetivo do Programa: renovar o quadro de associados e promover



o surgimento das lideranças que darão continuidade ao trabalho da ABES nos próximos vinte anos. Nesse sentido, reafirmo o convite a todos os estudantes e profissionais com menos de 35 anos para que associem-se à ABES e venham atuar em suas diferentes instâncias. A ABES é seu lugar para pensar o saneamento e o meio ambiente e afirmar suas posições. A ABES é seu lugar para desenvolver projetos de educação ambiental, projetos piloto de solução para problemas locais divulgar sua produção técnica e, finalmente, para atuar como cidadão, representando o setor em diferentes instâncias de planejamento e controle social.

Contem comigo para continuar a colaborar nos seus projetos! Muito obrigada pelo que aprendi e pelas experiências que vivi!

**JUSSARA KALIL PIRES**

## APRESENTAÇÃO COORDENAÇÃO - JPS

É com muita satisfação que assumimos a coordenação do Programa Jovens Profissionais do Saneamento (JPS / ABES-RS), sobre a coordenação:

**KELY BOSCATO PEREIRA** - Coordenadora (JPS / ABES-RS), Sou Engenheira Sanitarista e Ambiental, atualmente sou mestranda em Engenharia Civil, com área de atuação em Saneamento Ambiental. Acompanho o JPS e a ABES desde o tempo da graduação, na qual tive a oportunidade de participar do Programa de imersão em gestão ambiental “Construindo Profissionais do Futuro”, possibilitando a ampliação dos meus conhecimentos na área de saneamento e meio ambiente. Na gestão anterior tive a oportunidade de compor a coordenação como coordenadora adjunta, como coordenadora espero continuar contribuindo para o crescimento do Programa.

**ROBERTA ARLÊU TEIXEIRA** – Coordenadora Adjunta (JPS / ABES-RS), venho acompanhando o JPS e a ABES há bastante tempo, primeiro no meu estado de origem, o Espírito Santo, e agora no estado que vem me acolhendo tão bem, o Rio Grande do Sul. Darei o máximo para que a nova Coordenação do JPS/ ABES-RS consiga manter a excelente qualidade do programa adquirida nos anos anteriores.

Sou Engenheira Sanitarista e Ambiental, com mestrado em Engenharia Civil (Valorização de Resíduos Industriais) e em Tecnologias Sustentáveis. Atualmente sou Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS. Atuando junto à universidade, vejo a necessidade de trazer os graduandos e recém-formados para participarem mais ativamente no programa, porque é neste momento, durante a graduação, que damos início à nossa formação profissional e muitas vezes temos muitas dúvidas de como começar, e é



KELY BOSCATO PEREIRA

## APRESENTAÇÃO

### COORDENAÇÃO - JPS

exatamente nisso que o JPS vai ajudar, a dar esse start na carreira profissional dos Jovens da área de saneamento e meio ambiente.

Especialmente neste ano de 2021, as Coordenações do JPS em todo Brasil têm um grande desafio, manter as atividades a pleno vapor em um momento tão complicado. Como chegar nos JPS de forma efetiva em meio ao distanciamento social?

Para contornar essas dificuldades, nós da Coordenação do JPS estamos desenvolvendo diversas atividades para promover esta reaproximação, como impulsionar a atuação dos JPS junto às Câmaras Temáticas e Técnicas da ABES, palestras e webinars com JPS que atuam no mercado de trabalho e a interação dentro do próprio grupo do JPS, que é formado tanto por graduandos, recém-formados que ainda não atuam na área, como profissionais que já estão estabelecidos no mercado e que podem atuar como “mentores”. As reuniões on-line e mensais vêm ajudando bastante nesse processo, apesar de sentirmos falta do contato físico, mas que ainda não é possível.

Também contamos com um canal de comunicação bem aberto com os JPS da ABES-RS, e estamos à disposição para ajudar no que for preciso, dúvidas, sugestões enviem para nosso e-mail [jpsabesrs@gmail.com](mailto:jpsabesrs@gmail.com), que teremos o maior prazer em buscar a solução juntos! **O JPS é feito por nós e para nós, jovens que estão iniciando a carreira e querem fazer a diferença! Vamos juntos! Um abraço, contamos com vocês!**



ROBERTA ARLÊU TEIXEIRA

# TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea - Graduando em Engenharia Ambiental – Universidade La Salle – Canoas – Brasil

Silvio Roberto Taffarel - Orientador Prof. Dr. em Engenharia – Universidade La Salle – Canoas – Brasil

Gloria Correa Restrepo - Co-Orientadora Prof. Dra. Gloria Correa Restrepo – Corporación Universitaria Lasallista – Caldas – Colômbia

## RESUMO

Um dos bens mais valiosos que a natureza disponibiliza ao ser humano é a água e com o aumento da população e a modificação nos padrões de consumo da sociedade, este recurso começa a sofrer forte pressão e a busca por disponibilidade se torna um objetivo. A indústria têxtil é um dos ramos industriais que mais se utiliza deste recurso que acaba se tornando condutor de vários compostos químicos, entre eles os corantes. Tais compostos se lançados nos corpos hídricos de forma indiscriminada podem oferecer sérios riscos ao ecossistema e conseqüentemente ao homem. Justamente aí que os processos de oxidação avançada (POA's) assumem papel de destaque no tratamento de efluentes. O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência dos processos fotocatalíticos e o impacto de suas variações no processo de degradação do corante Bezaktiv Azul GO (azul reativo) utilizado em indústrias têxteis na cidade de Medellín (CO). Para isso, foi utilizado um coletor solar parabólico para tratar bateladas de efluente têxtil sintético. Com base em outros estudos, foram selecionadas algumas condições ideais para os ensaios de fotólise e fotocatalise. Foi avaliada a redução de cor no efluente (degradação do corante) após os diferentes ensaios via POA. Os resultados foram satisfatórios, demonstrando que a ação de catalisadores acelera o processo de degradação e a adição de agentes oxidantes potencializa o mesmo, aumentando sua eficiência na remoção de cor. Este sistema de tratamento tem grande potencial de utilização, contudo para que isso ocorra é necessário um aprofundamento em pesquisas para maior levantamento de dados em relação ao processo de degradação de corantes.

Palavras-chave: Efluente têxtil. Remoção de cor. Processo de oxidação avançada. Fotólise. Fotocatalise. Degradação.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

A água é um dos bens mais importantes disponíveis na natureza e indispensável ao ser humano, assim como demais espécies e sua falta pode gerar sérios problemas (TRINDADE & BARROSO, 2005).

Segundo Vasconcelos & Ferreira (2007), há um aumento na utilização dos recursos hídricos e uma forte pressão sobre as fontes existentes devido ao aumento da população aliado as modificações nos padrões de consumo da mesma, que são motivados pelo vertiginoso desenvolvimento e oferta de novos produtos, resultantes do avanço tecnológico. Com isso, os interesses no uso dos recursos hídricos passaram a ser divergentes e o aumento da disponibilidade de água, tornou-se um objetivo.

Dentro da indústria têxtil, a água é uma das matérias-primas mais utilizadas, servindo como meio condutor de diversas substâncias químicas, entre elas, os corantes (BARCELLOS et al., 2008). Dessa forma, podemos afirmar que a indústria têxtil tem sua parcela em relação aos impactos ambientais relacionados ao consumo de água e ao descarte de efluentes.

A qualidade dos efluentes gerados dentro das indústrias têxteis pode variar de acordo com o processo e produtos químicos utilizados e geralmente se constata a presença de metais, altas quantidades de matéria orgânica e a presença de cor. O descarte destes contaminantes para o ecossistema promove um aumento da contaminação ambiental, causando influência na qualidade de vida aquática e conseqüentemente à saúde humana.

Desta maneira, é fundamental a busca por processos mais eficientes, tanto produtivos quanto de tratamento de efluentes. Uma opção para complementar o sistema convencional de tratamento de efluentes é o uso de processos de oxidação avançada (POA) que constituem uma das tecnologias mais utilizadas no tratamento de águas contaminadas com pro-

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo<sup>3</sup>

duto orgânico recalcitrante provenientes de indústrias de vários ramos, entre elas as indústrias têxteis. Teixeira & Jardim (2004) mencionam que estes processos (POA's) nos últimos anos, têm merecido uma posição de destaque nas metodologias de tratamento de efluentes, pois apresentam alta eficiência a um baixo custo.

Nessa linha de tratamento, um dos processos de maior perspectiva é o de oxidação fotocatalítica e suas vertentes como a fotólise e a fotocatalise. (GARCÉS GIRALDO, 2007).

Ainda segundo Garcés Giraldo (2007), uma das vantagens deste processo é que ele trata-se de um tratamento destrutivo, onde o contaminante é degradado através de reações químicas ao ponto de mineralizá-lo sem a possibilidade de formação de subprodutos não desejados, como compostos com potencial tóxico que poderiam ser gerados através de outros métodos de tratamento.

### OBJETIVOS

Este trabalho avaliou o uso do dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para a degradação do corante têxtil Bezaktiv Azul GO através do sistema de fotocatalise. Foram analisadas diferentes formas de adição e o potencial efeito de combinar as duas substâncias neste método de tratamento.

Desta forma, é possível determinar que o objetivo principal desta pesquisa é avaliar de forma experimental, a degradação do corante Bezaktiv Azul GO através dos processos de oxidação avançada (fotólise e fotocatalise), apresentando-os como alternativa de tratamento dos efluentes da indústria têxtil.

Ancorados pelo objetivo principal é possível determinar os objetivos específicos, que são:

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

- a) Avaliar a eficiência dos processos fotocatalíticos (fotólise e fotocátalise).
- b) Avaliar qual o impacto da variação das condições experimentais, no processo de degradação do corante Bezaktiv Azul GO.

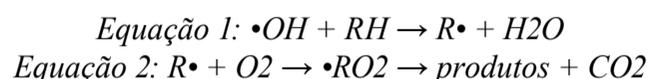
### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tratamento de efluentes tem como objetivo remover os contaminantes encontrados em águas que são descartadas de um processo produtivo: quer sejam de indústrias têxteis, alimentos, couros e outras. Neste caso trabalhamos com águas residuais de um processo têxtil de jeans, dando enfoque na remoção do corante Bezaktiv Azul GO por meio dos processos de fotólise e fotocátalise. Para gerar um maior entendimento e clareza, definem-se os conceitos-chaves do projeto.

#### PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POA'S)

De acordo com Teixeira & Jardim (2004), os processos de oxidação avançada são eficientes porque geram espécies altamente oxidantes, chamados de radicais hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ), que são capazes de mineralizar completamente a matéria orgânica presente no efluente, gerando assim dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e íons inorgânicos.

Os radicais hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ) apresentam um alto potencial de oxidação ( $E^\circ=2,8\text{V}$ ) possibilitando assim, quando presente no meio, gerar radicais orgânicos livres, de acordo com a Equação 1, que podem reagir com o oxigênio molecular resultando na formação de peróxiradicaís, conforme a Equação 2 (GARCÉS GIRALDO, 2007).



#### RADIAÇÃO SOLAR

De acordo com Garcés Giraldo (2007, p. 20) “a luz solar que chega a superfície terrestre tem radiação ultravioleta e visível; esta luz é uma energia direta, primária abundante e barata, que em muitos casos é absorvida por compostos químicos para produ-

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

zir processos fotocatalíticos”.

Esta radiação que há na luz solar, chamada de radiação ultravioleta (UV), faz parte do espectro eletromagnético (situado entre 40 a 400 nm). Isso que dizer que está situada entre os raios-X e a luz visível (SOBOTKA apud TEIXEIRA & JARDIM, 2004).

Teixeira & Jardim (2004) ainda afirmam que a radiação UV tem poder para destruir compostos orgânicos durante processos de degradação fotoquímicos e fotocatalíticos.

### FOTÓLISE

Este processo é caracterizado pelo uso exclusivo da radiação UV para destruição do contaminante e em comparação com outros processos que envolvem a geração de radicais hidroxila, tem uma eficiência mais baixa (TEIXEIRA & JARDIM, 2004).

Entre 210 a 230 nm, há uma maior geração de radicais livres e a eficiência deste processo está relacionada diretamente a capacidade de absorção desta radiação, além da presença de outros compostos orgânicos que também absorvam o mesmo comprimento de onda (GARCÉS GIRALDO et al., 2004).

### FOTOCATÁLISE

Os processos de oxidação avançados (POA's) são constituídos por dois sistemas diferentes: homogêneos e heterogêneos, onde a formação de radicais hidroxila pode ocorrer com ou sem a presença de radiação UV (NOGUEIRA &

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

JARDIM, 1996), conforme ilustra o Quadro 1:

Quadro 1 - Sistemas típicos de POA's. Fonte: Adaptado de TEIXEIRA & JARDIM (2004)

Sistemas	Com radiação	Sem radiação
Homogêneos	O <sub>3</sub> /UV	O <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	
	Feixe de elétrons	O <sub>3</sub> /OH <sup>-</sup>
	US	
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /US	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /Fe <sup>2+</sup> (Fenton)
	UV/US	
Heterogêneos	TiO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> /UV	Eletro-fenton
	TiO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	

Entre estes diferentes processos, os sistemas heterogêneos recebem maior destaque e são alvo de maiores estudos. Na década de setenta, pesquisadores buscavam alternativas para a produção de combustíveis mais baratos, visando à conversão de energia solar em química quando em 1972, Fujishima e Honda descreveram a geração de hidrogênio e oxigênio através da oxidação de água em suspensão de TiO<sub>2</sub> quando irradiado em uma célula eletroquímica (Nogueira & Jardim, 1996).

A fotocatalise heterogênea consiste na ativação de um semicondutor por ação da luz (solar ou artificial), aumentando assim a velocidade das reações sem que os mesmos sofram alterações (TEIXEIRA & JARDIM, 2004).

Garcés Giraldo (2007) afirma que há referências de uso de diversos tipos de semicondutores nos processos de fotocatalise heterogênea, como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub>, sendo este último o mais amplamente utilizado.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

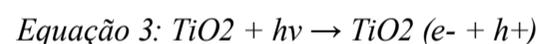
Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

### A INFLUÊNCIA DO DIÓXIDO DE TITÂNIO (TiO<sub>2</sub>) NOS POA'S

Segundo Teixeira & Jardim (2004), o baixo custo, a não toxicidade, a insolubilidade em água, a fotoestabilidade, a fotoatividade, seu poder de estabilidade em diferentes faixas de pH e de imobilização sobre sólidos são algumas das vantagens deste semicondutor em relação aos outros, fazendo com ele seja o mais amplamente utilizado em processos de degradação de compostos orgânicos.

Garcés Giraldo (2007) também menciona que o TiO<sub>2</sub> ao receber radiação em comprimento de onda inferior a 400 nm, quando em sua forma anatasa, produz quantidades consideráveis de elétrons (e<sup>-</sup>) disponíveis em sua camada de condução além de lacunas positivas (h<sup>+</sup>) em sua camada de valência, conforme ilustra a Equação 3 e a Figura 1:



Ainda segundo Garcés Giraldo (2007, p. 24 e 25) “na superfície do TiO<sub>2</sub>, as lacunas reagem tanto com H<sub>2</sub>O absorvida como com grupos OH<sup>-</sup> para formar radicais hidroxilo (•OH)”. Esse processo oxidativo é ilustrado através das Equações 4 e 5:

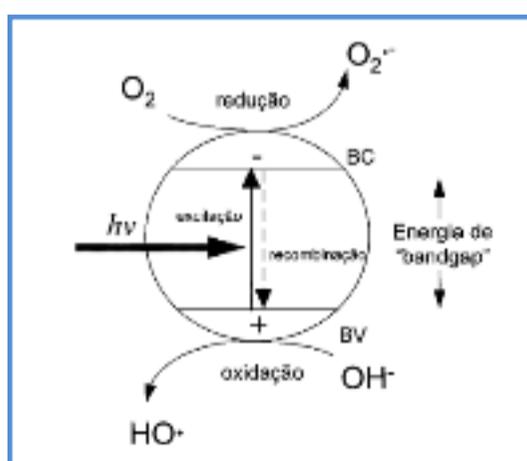
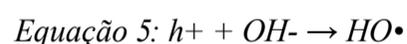


Figura 1 - Esquema representativo de uma partícula de semicondutor. Fonte: Nogueira & Jardim (1996).

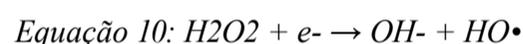
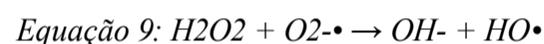
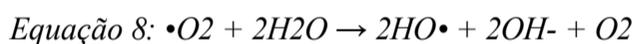
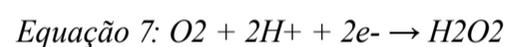
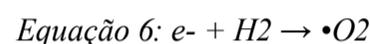
## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

Os processos de redução podem ocorrer entre os elétrons da banda de condução e o oxigênio molecular formando assim os radicais superóxido e peróxido de hidrogênio, que posteriormente produzem mais radicais hidroxila (SURI apud TEIXEIRA & JARDIM, 2004) que são responsáveis pela completa mineralização de muitas substâncias orgânicas, conforme Garcés Giraldo (2007). Estes processos são ilustrados através das Equações 6 a 10:



### PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE FOTODEGRADAÇÃO

Garcés Giraldo (2007) menciona em sua obra alguns parâmetros que influenciam nos processos de oxirredução fotocatalítica. A seguir, os mais importantes serão listados.

### COMPRIMENTO DE ONDA E INTENSIDADE DE LUZ

Segundo Garcés Giraldo et al.(2004), o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), absorve comprimento de ondas menores que 400 nm (radiação UV) e dentro desta faixa, qualquer radiação é capaz de formar os pares elétron/lacuna (e<sup>-</sup>/h<sup>+</sup>) neste semiconductor. De uma maneira geral, o melhor aproveitamento da energia absorvida se dá quanto menor o comprimento de onda.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

### CATALIZADOR

A eficiência nos processos fotocatalíticos tem dependência do catalizador. Alguns itens devem ser tomados em consideração como a escolha do catalizador, a concentração do mesmo, a forma que estará presente no processo, etc. (TEIXEIRA & JARDIM, 2004).

De uma maneira geral, quanto maior a concentração do catalizador empregado, maior será a eficiência. Contudo, a alta concentração do mesmo, pode influenciar negativamente o processo, devido à geração de turbidez ocasionada por suas partículas dificultando a difusão da radiação UV no meio (GARCÉS GIRALDO, 2007).

Segundo Galvés et al. apud Teixeira & Jardim (2004), os catalizadores apresentam características vantajosas como ausência de porosidade interna, forma esférica da partícula, distribuição uniforme de tamanho e alta área superficial.

### O EFEITO DO OXIGÊNIO

Segundo Mills et al. apud Teixeira & Jardim (2004), este elemento é o mais utilizado entre todos os oxidantes, por ser de baixo custo e não competir com o substrato durante as reações. Além disso, participa da estequiometria da reação, desempenhando um papel importante dentro dos processos fotocatalíticos.

Radicais hidroxila são formados na interface do semicondutor com a água através das lacunas geradas no processo fotocatalítico. Desta forma e por outro lado, os elétrons gerados necessitam de uma espécie que os aceite: justamente aí que o oxigênio se apresenta como fundamental, sendo receptor destes elétrons gerando assim os superóxidos que consequentemente geram mais radicais hidroxila (Garcés Giraldo et al. 2004).

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo<sup>3</sup>

### TEMPERATURA E PH

De acordo com Gálvez et al. apud Teixeira & Jardim (2004), a variação de temperatura não exerce grande influência sobre a velocidade dos processos fotocatalíticos.

A variação de pH não afeta de forma significativa os processos fotocatalíticos que envolvem o TiO<sub>2</sub>. É possível observar bons resultados em diferentes faixas de pH, contudo também se observa que o pH influencia no tamanho das partículas e conseqüentemente na carga superficial do semicondutor. É aconselhável trabalhar em pH diferente de 7 (neutro) onde a superfície do TiO<sub>2</sub> não está carregada eletricamente (GARCÉS GIRALDO et al. 2004).

### CONCENTRAÇÃO INICIAL DO CONTAMINANTE

A concentração do contaminante, em primeiro momento, tem relação direta com a taxa de oxidação fotocatalítica como descrevem Teixeira & Jardim (2004, p. 32), pois “ela aumenta com o aumento da concentração do substrato; entretanto, após atingir certo valor crítico, a taxa de oxidação não é alterada por mudanças na concentração do mesmo. Contudo, se o contaminante tiver afinidade com a radiação UV, ou seja, se for um grande absorvedor deste tipo de radiação e tiver sua concentração aumentada, pode ocorrer do mesmo recobrir a superfície do TiO<sub>2</sub> fazendo com o a luz não atinja a superfície do semicondutor, produzindo uma diminuição na taxa de fotomineralização do processo (MILLS et al. apud TEIXEIRA & JARDIM, 2004).

### QUALIDADE DA ÁGUA A TRATAR

Como mencionado anteriormente, o aumento da turbidez do meio pode acarretar em uma menor eficiência. Garcés Giraldo (2007) descreve em sua obra que a presença de materiais orgânicos e inorgânicos, sólidos

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

em suspensão e a própria presença de turbidez na água a receber o tratamento, podem reduzir a eficiência do mesmo, pois tais interferem na relação radiação UV- catalizador.

### COLETOR SOLAR

Segundo Teixeira & Jardim (2004), uma ampla gama de reatores (entenda-se também coletores) tem sido empregada em processos de tratamento fotocatalíticos. O mesmo afirma Garcés Giraldo et al. (2004) acrescentando que tal gama é subdividida em três categorias, de acordo com a relação de área de superfície de captação e a área do reator. Essa relação gera o que é chamado de relação de concentração (RC). Ele ainda afirma que as três categorias são chamadas de: sem concentração ou baixa temperatura, concentração média ou baixa temperatura e alta concentração e temperatura elevada.

Os reatores solares (quando a fonte luminosa é o sol) são muito usados e apresentam como vantagem o baixo custo do processo, pois além de utilizarem uma fonte de radiação disponível na natureza, são fáceis de serem construídos, mantidos e operados, conforme relata Acher apud Teixeira & Jardim (2004).

### METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados na Corporación Universitaria Lallista, localizada no município de Caldas, cerca de 20 km de Medellín, departamento de Antioquia, Colômbia. Na universidade está localizado o coletor solar usado. O mesmo possui somente um módulo, composto por oito tubos de quartzo de 48 mm de diâmetro e 1,35 m de comprimento. Os mesmos estão unidos através de conexões de PVC e apoiados sobre uma estrutura metálica com inclinação de 6° em relação ao solo e que conta com uma lâmina de alumínio que permite a refletância da luz solar ultravioleta. O sistema também conta com uma motobomba de recircula-

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

ção com vazão aproximada de 4 L/s e um tanque plástico com capacidade de 200 litros, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Coletor solar com oito células de quartzo e sua estrutura.  
Fonte: O Autor (2017)



Ao todo, foram realizados sete experimentos diferentes para a degradação do corante Bezaktiv Azul GO de acordo com a Figura 3. Nela é possível verificar os diferentes testes e os reagentes utilizados.

Figura 3 - Experimentos para a degradação do colorante Bezaktiv Azul GO.  
Fonte: O Autor (2017)

Nº.	Experimento Descrição	Concentração de corante (mg/L)	Concentração de TiO <sub>2</sub> (mg/L)	Quantidade de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ml/L)	Aeração
F	Fotólise	25	0	0,0	No
E1	Oxidação	25	0	13,0	No
E2	Fotocatálise heterogênea	25	20	0,0	No
E3	Fotocatálise heterogênea	25	20	13,0	No
E4	Fotocatálise heterogênea	25	20	20,0	No
E5	Fotocatálise heterogênea	25	30	13,0	No
E6	Fotocatálise heterogênea	10	20	13,0	No

### 3.1 DEFINIÇÃO DO COMPRIMENTO DE ONDA

Foram preparados 1000 mL de uma solução de 10 ppm de corante Bezaktiv Azul GO e as leituras foram realizadas a cada 5 nm, desde 290 até 705 nm em um espectrofotômetro da marca JenWay, modelo 6305 como exibido na Figura 4.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

Figura 4 - Espectrofotômetro JenWay 6305 usado nos ensaios.  
Fonte: O Autor (2017)



Com isso foi possível definir o melhor comprimento de onda para posteriormente realizarmos a curva de calibração em relação ao corante.

Como demonstra a Figura 5, o ponto com maior absorbância foi no comprimento de onda de 605 nm.

Figura 5 - Curva de absorbância versus comprimento de onda.  
Fonte: O Autor (2017)



### 3.2 CURVA DE CALIBRAÇÃO

Foi produzido 1 litro de uma solução a 50 ppm de corante Bezaktiv Azul GO, como solução padrão. A partir desta solução padrão de 50 ppm, foram produzidas outras sete soluções de 25 mL cada uma, a ser: 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm e 25 ppm de acordo com a Figura 6.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

Figura 6 - Soluções usadas para fazer a curva de calibração.  
Fonte: O Autor (2017)



As leituras das amostras acima citadas foram realizadas no comprimento de onda de 605 nm e uma curva de concentração versus absorvância (Figura 7) foi plotada, gerando assim a equação utilizada para o cálculo das concentrações durante o período de ensaios e análises dos processos de catálise e de fotocatalise, conforme a Equação 11.

Figura 7 - Curva de calibração e equação usada para calcular as concentrações.  
Fonte: O Autor (2017)



$$\text{Equação 11: } y = 0,0202x - 0,0044$$

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

### 3.3 ENSAIO (F) COM 25 PPM DE CORANTE (FOTÓLISE)

Foram produzidos 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante, a qual durante dois dias foi recirculada no sistema. Durante o período do dia, um determinado intervalo de horas foi escolhido para que o sistema estivesse em funcionamento (7 até as 17 h).

Dentro deste intervalo foram coletadas e analisadas amostras a cada duas horas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

### 3.4 ENSAIO (E1) COM 25 PPM DE CORANTE E 20 PPM DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (OXIDAÇÃO)

Foram produzidos cerca de 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante e a cada duas horas foram acrescentados 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v), a qual durante dois dias foi recirculada no sistema do reator solar. Durante este período do dia, em um intervalo ideal de horas (7 até as 17 h) o sistema esteve em funcionamento. Neste intervalo foram coletadas e analisadas amostras a cada duas horas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

### 3.5 ENSAIO (E2) COM 25 PPM DE CORANTE E 20 PPM DE TiO<sub>2</sub>

Foram produzidos 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante com adição de 20 ppm de TiO<sub>2</sub>, a qual durante dois dias foi recirculada no sistema. Foi escolhido um intervalo ideal de horas durante este período para que o sistema estivesse em funcionamento (7 às 17 h) e dentro deste intervalo, a cada duas horas foram coletadas amostras, filtradas para remoção do TiO<sub>2</sub> e analisadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpreta-

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

dos de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

### 3.6 ENSAIO (E3) COM 25 PPM DE CORANTE, 20 PPM TiO<sub>2</sub> E 20 PPM DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Foram produzidos cerca de 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante e adicionou-se 20 ppm de TiO<sub>2</sub> e também 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). A cada duas horas foram adicionados 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). Esta solução foi recirculada durante dois dias no sistema, somente no intervalo das 7 às 17 h. Neste intervalo de tempo, foram coletadas amostras a cada duas horas, filtradas para a remoção de TiO<sub>2</sub> residual e analisadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

### 3.7 ENSAIO (E4) COM 25 PPM DE CORANTE, 20 PPM TiO<sub>2</sub> E 30 PPM DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Produziu-se 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante e foram adicionados 20 ppm de TiO<sub>2</sub> e 30 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (20 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). A cada duas horas adicionaram-se mais 30 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (20 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). A solução foi recirculada durante dois dias no sistema no intervalo das 7 às 17 h. Dentro deste intervalo foram coletadas amostras a cada duas horas e filtradas para remoção do TiO<sub>2</sub> residual. Após as mesmas foram analisadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

### 3.8 ENSAIO (E5) COM 25 PPM DE CORANTE, 30 PPM TiO<sub>2</sub> E 20 PPM DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Foram produzidos 200 litros de uma solução de 25 ppm de corante e foram adicionados 30 ppm de TiO<sub>2</sub> e também 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). A cada duas horas foram adiciona-

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

dos 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). Esta solução foi recirculada durante dois dias no sistema, das 7 às 17 h e neste período foram tomadas amostras a cada duas horas. As mesmas foram filtradas para remoção de TiO<sub>2</sub> residual e analisadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

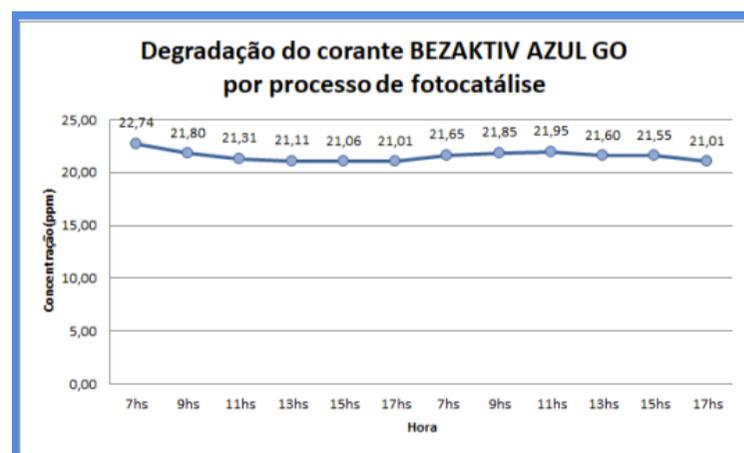
### 3.9 ENSAIO (E6) COM 10 PPM DE CORANTE, 20 PPM TiO<sub>2</sub> E 20 PPM DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Foram produzidos 200 litros de uma solução de 10 ppm de corante e adicionamos 20 ppm de TiO<sub>2</sub> e também 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v). Foram adicionados 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (13 mL de solução H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% v/v) a cada duas horas. A solução foi recirculada no sistema durante dois dias, entre as 7 e às 17hs e a cada duas horas foram coletadas amostras, que posteriormente foram filtradas para remoção de TiO<sub>2</sub> residual e analisadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 605 nm. Os resultados de absorbância obtidos foram interpretados de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível identificar o comportamento do processo de degradação do corante nos diferentes ensaios através das Figuras 8 a 14, que demonstram as concentrações do corante presentes ao longo do tempo de ensaio tomando como base as leituras realizadas interpretadas de acordo com a equação obtida no passo 3.2.

Figura 8  
Degradação pelo processo de fotólise (F).  
Fonte: O Autor (2017)



**TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS**

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

Figura 9  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E1).  
Fonte: O Autor (2017)

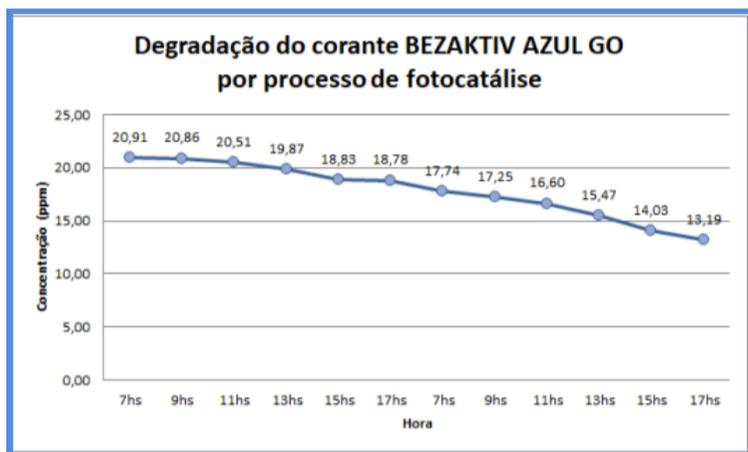


Figura 11  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E3).  
Fonte: O Autor (2017)

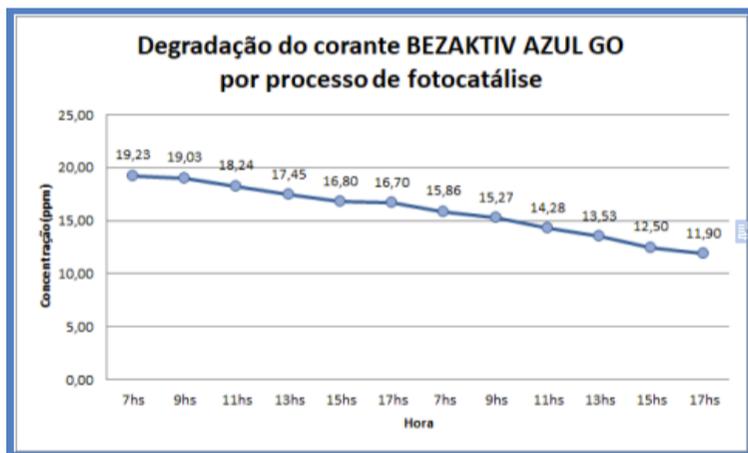


Figura 13  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E5).  
Fonte: O Autor (2017)

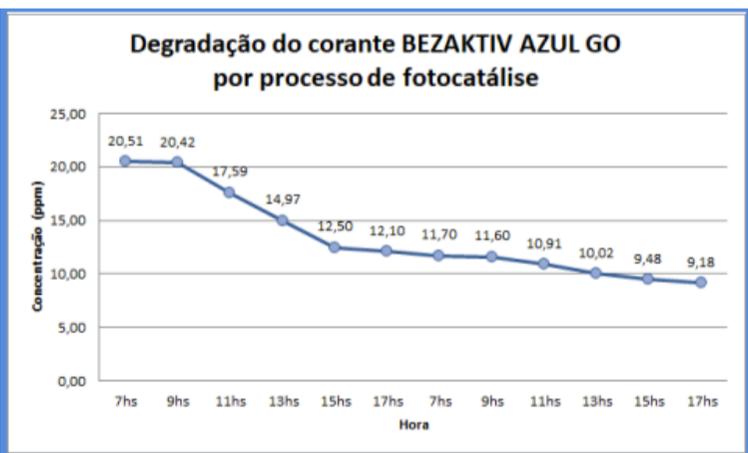


Figura 14  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E6).  
Fonte: O Autor (2017)

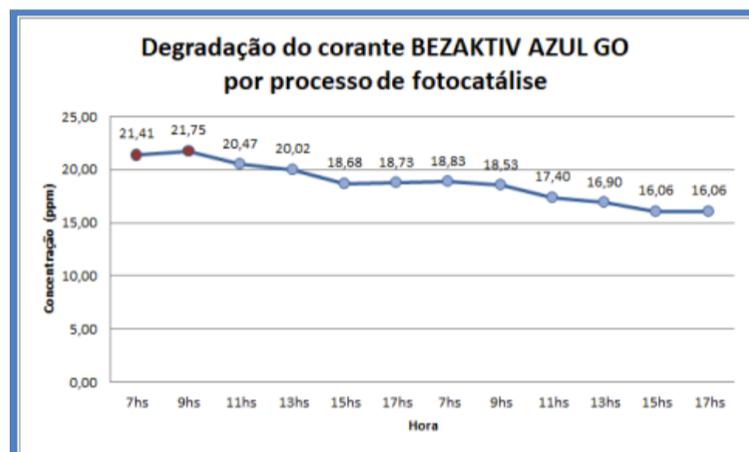
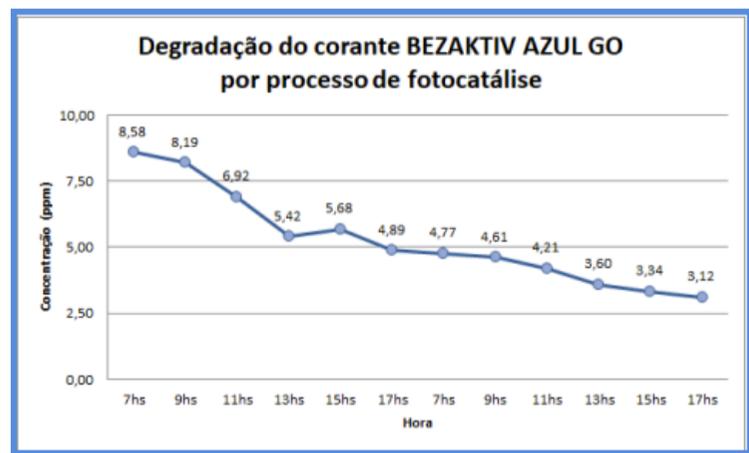
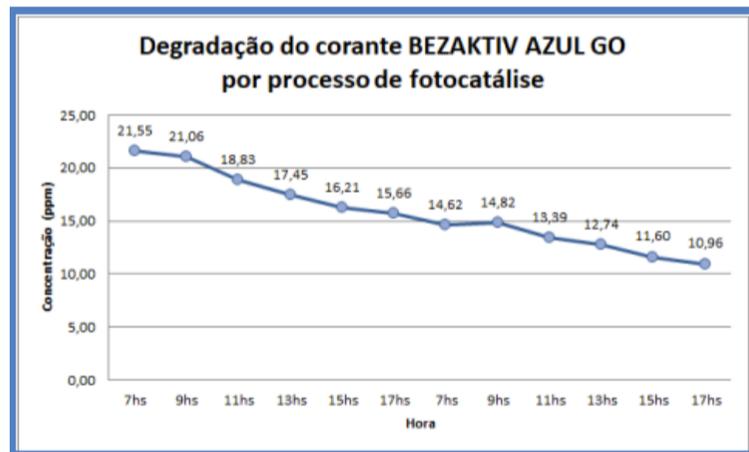


Figura 10  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E2).  
Fonte: O Autor (2017)

Figura 12  
Degradação pelo processo de fotocatalise (E4).  
Fonte: O Autor (2017)



## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

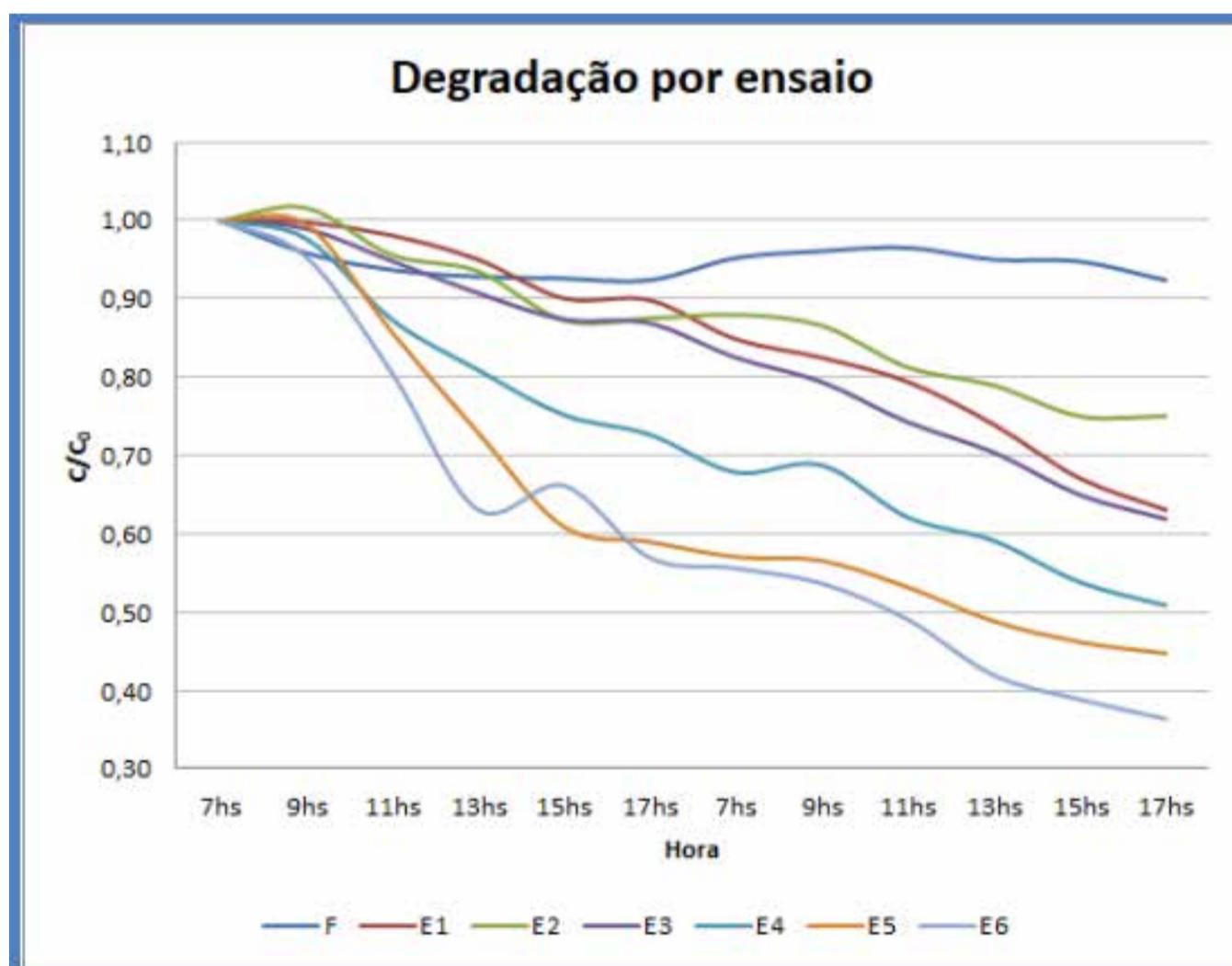
Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

Através da relação de concentração em tempo (t) pela concentração inicial, representada pela simbologia  $C/C_0$ , temos um comportamento normalizado de cada ensaio, que pode ser verificado através da Figura 15.

É importante ressaltar que o ensaio F, indicado na Figura 15 é o ensaio de fotólise, o E1 é o ensaio de fotocatalise homogênea e os demais são ensaios de fotocatalise heterogênea. Outro item importante frisar é que o ensaio E6 foi realizado com uma menor concentração do corante (10 ppm) enquanto os demais foram realizados com 25 ppm do mesmo.

Figura 15 – Degradação por ensaio (normalizado)  
Fonte: O Autor (2018)



É possível verificar através da análise gráfica que os processos de fotocatalise oferecem maior degradação ao longo do tempo quando comparados ao processo de fotólise, onde o efluente é exposto à radiação solar

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

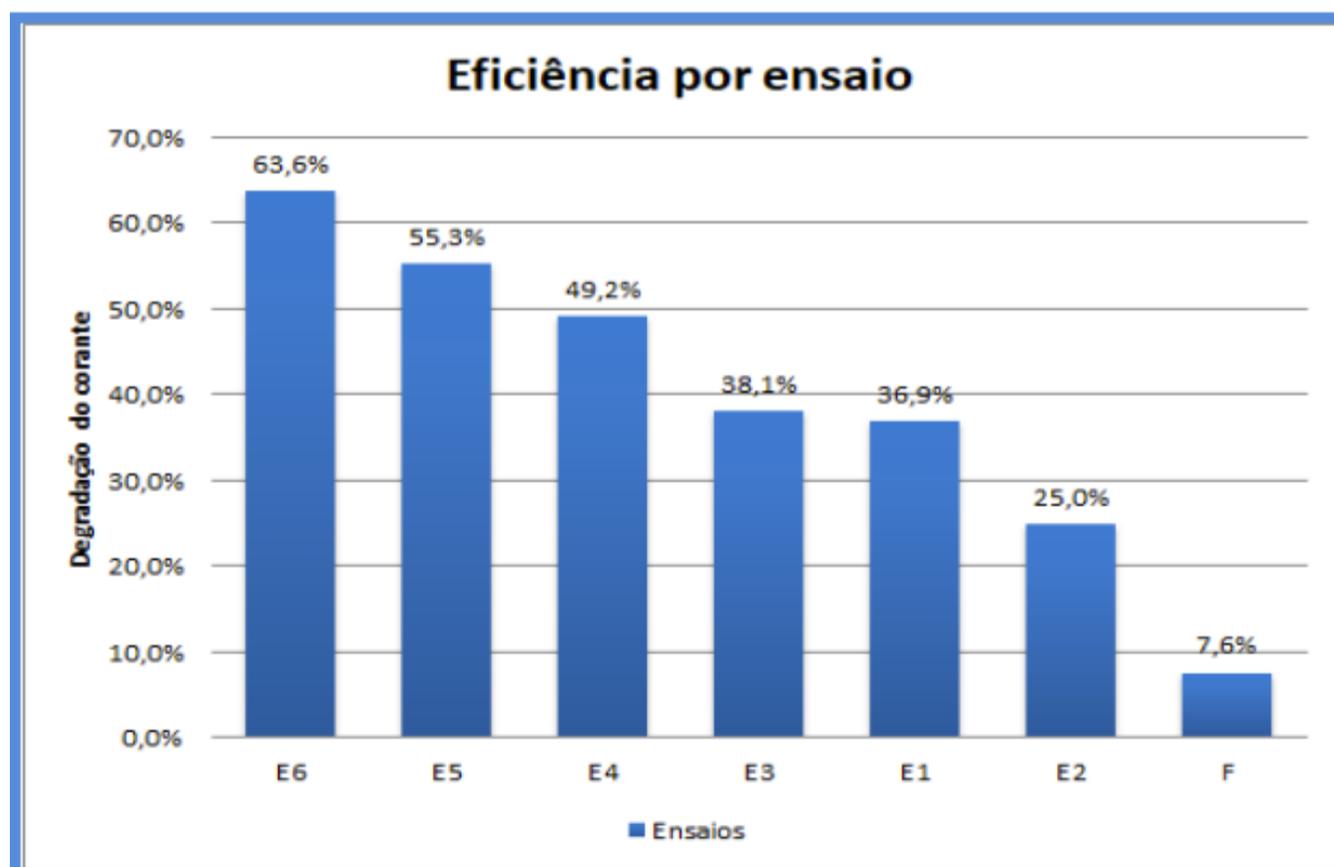
sem adição de catalizador e/ou oxidante.

Observa-se também que o comportamento no ensaio E6 é distinto, apresentando uma taxa de degradação maior em relação aos demais, sendo que nas seis primeiras horas de ensaio houve uma degradação significativa do corante.

Comportamento similar ocorre em relação ao ensaio E5, que nas oito primeiras horas apresenta uma boa taxa de degradação em relação aos demais ensaios.

A Figura 16 apresenta a eficiência de degradação do corante em cada processo. É interessante destacar que o gráfico traz os resultados dispostos de maior a menor eficiência para facilitar a compreensão.

Figura 16 - Eficiência de degradação  
Fonte: O Autor (2018)



## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

O melhor resultado de remoção ocorreu no ensaio E6, onde foi utilizada a menor quantidade de corante de todos os ensaios (10 ppm), com a mesma proporção de TiO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (20 ppm). Possivelmente isto se deve a maior penetração de radiação UV (possibilitada pela menor turbidez e cor) no sistema do coletor solar, facilitando assim o processo de fotocatalise.

Já em relação aos outros seis ensaios, onde a solução tratada foi de 25 ppm de corante, é possível observar uma eficiência de degradação na casa dos 55% (ensaio E5), onde se utilizaram 30 ppm de TiO<sub>2</sub> e 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Esta foi a maior dosagem de TiO<sub>2</sub> utilizada nos ensaios. Isto demonstra que a maior presença do catalizador no meio, possibilita maior degradação ao longo do tempo.

Logo em seguida é possível observar o ensaio E4, onde foram utilizados 20 ppm de TiO<sub>2</sub> e 30 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Neste ensaio foi utilizada a maior concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de todos os ensaios e sua eficiência ultrapassou à casa dos 49%. Apesar do volume de oxidante maior

em relação ao catalizador, a eficiência deste ensaio não superou o resultado do ensaio E5.

Os próximos dois ensaios (E3 e E1) apresentaram resultados de eficiência muito semelhantes, sendo o primeiro com uma remoção pouco maior. Além disso, ambos apresentaram um comportamento de degradação muito similar ao longo do tempo. Contudo, observa-se que no ensaio E1, foi utilizado somente o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) na proporção de 20 ppm, ou seja, havia somente a presença de um agente oxidante enquanto que no ensaio E3 foram utilizados 20 ppm de TiO<sub>2</sub> (catalizador) além de 20 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (oxidante).

O ensaio E2, onde havia somente a presença do catalizador TiO<sub>2</sub> na proporção de 20 ppm foi o que apresentou a menor de todas eficiências dos processos de fotocatalise, atingindo a casa dos 25%. Isso indica que o potencial de degradação do corante cresce mediante a ação do catalizador com adição de oxidante.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varera

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo<sup>3</sup>

Abaixo do mesmo, somente o ensaio F, caracterizado por ser um processo de fotólise, onde a solução com corante é exposta somente à radiação UV sem adição de catalizador e/ou oxidante. O fato da não presença de um catalizador, tampouco de um agente oxidante, faz com que as reações de degradação do corante sejam realizadas de forma quase que natural, ou seja, a velocidade das reações não é acelerada como no caso onde há o uso de catalizador e/ou agente oxidante.

### CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou uma capacidade maior de degradação do corante BEZAKTIV AZUL GO (azul reativo) quando exposto ao processo de fotocatalise heterogênea por aproximadamente 20 horas, onde foi utilizado o dióxido de titânio em suspensão como catalizador além do peróxido de hidrogênio como agente oxidante, atingindo uma eficiência de degradação superior a 63%.

Foi possível constatar também, que o processo de fotólise, onde não há a adição de catalizador tampouco de agente oxidante, apresenta baixa eficiência de remoção em relação aos processos de fotocatalise (tanto homogênea quanto heterogênea), atingindo no máximo a sétima parte em relação

ao melhor resultado do processo de fotocatalise.

Para uma maior elucidação sobre tais processos, recomenda-se a realização de um número maior de ensaios, visando o levantamento de dados e o tratamento estatístico dos mesmos, visto que os ensaios realizados neste estudo, não foram realizados em duplicata ou tréplica.

Por fim, conclui-se que a aplicação de processos fotocatalíticos em efluentes de indústria têxtil pode ser mais explorada, visto que se mostra como uma alternativa de baixo custo, principalmente quando se utiliza fonte de radiação UV natural, como a disponibilizada pela luz solar, semelhante ao processo adotado no presente estudo.

## TRATAMENTO DE EFLUENTES COM CONTEÚDO DE CORANTE BEZAKTIV AZUL GO ATRAVÉS DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Douglas Neri da Silva Varerea

Silvio Roberto Taffarel

Gloria Correa Restrepo3

## REFERÊNCIAS

BARCELLOS, Ivonete O.; ANDREAUS, Jürgen.; BATTISTI, Ana M.; BORGES, Josélia K. Blenda de Náilon-6,6/Quitosana como Adsorvente de Corantes Ácidos para Reutilização das Soluções de Corantes Tratadas em Tingimentos de Poliamida. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 18, núm. 3, julio-setembro, 2008, pp. 215-221. Disponível em <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47015846006>. Acesso em 5 mai. 2018.

GARCÉS GIRALDO, Luis Fernando. *Fotocatálisis y electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales: investigaciones y aplicaciones*. Corporación Universitaria Lasallista – 1ra ed. [Itagüí],:Artes y Letras, 2007.

GARCÉS GIRALDO, Luis Fernando; MEJÍA FRANCO, Edwin Alejandro; SANTAMARIA ARANGO, Jorge Julián. *La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales*.

*Revista Lasallista de Investigación*, Caldas, Antioquia, Colombia, v. 1, n. 1, p. 83-92, 2004. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511013>. Acesso em: 7 jul. 2018.

NOGUEIRA, Raquel F. P.; JARDIM, Wilson F. A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental. *Revista Química Nova*, São Paulo, SP, v. 21, n. 1, p. 69-72, 1998. Disponível em: [http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=2603](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2603). Acesso em: 7 jul. 2018.

TEIXEIRA, C. P. A. B.; JARDIM, W. F. "Caderno Temático: Processos Oxidativos Avançados - Conceitos Teóricos." Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Vol. 3. Campinas, SP, 2004. Disponível em <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/caderno3-POAs.pdf>. Acesso em 5 mai. 2018.

TRINDADE, Gabriella Gonçalves; BARROSO, Lidiane Bittencourt. Sistema de captação de água de chuva para fins não potáveis na empresa Pilecco & Cia Ltda, Alegrete-RS. *Disciplinarum Scientia: Série Ciências Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, RS, v. 6, n. 1, p.11-21, dez. 2005.

VASCONCELOS, L. F.; FERREIRA, O. M. *Captação De Água De Chuva Para Uso Domiciliar: Estudo De Caso*. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental Goiânia, 2007. Disponível em <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf>. Acesso em 25 mai. 2017. ●

# COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin - Especialista em Gestão do Ambiente e Sustentabilidade pela FGV. Especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pela UFRGS.

Ana Laura Ramires Carvalho - Graduanda em Direito pela UFRGS.

## INTRODUÇÃO

O presente artigo busca analisar a relação entre as medidas estipuladas pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020 ou “Marco Legal”) e os objetivos internacionais em matéria ambiental, dispostos, atualmente, pela Agenda 2030 e o Acordo de Paris. Para melhor compreensão da confluência entre esses dois assuntos, os compromissos ambientais internacionais serão inicialmente abordados, com destaque para as disposições específicas atinentes à matéria de saneamento básico. Após, se dará enfoque aos prazos determinados no Marco Legal para a universalização dos serviços de saneamento, avaliando-os perante o cenário internacional.

Importa destacar que os serviços de saneamento básico englobam o abastecimento de água potável e a coleta e tratamento de esgoto<sup>1</sup>, sendo que, nesse trabalho, ao tratarmos de saneamento básico, estaremos considerando especialmente as atividades supramencionadas.

## A AGENDA 2030

O documento “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, ou “Agenda 2030”, foi elaborado a partir de reunião ocorrida em 2015 entre os Estados-Membro da Organização das Nações Unidas (ONU), para funcionar como um plano de ação global para mudar o mundo até 2030. É um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, que busca fortalecer a paz mundial a partir da adoção de medidas transformadoras pelos governos, sociedade, empresas e academia.<sup>2</sup> Este documento, no plano extra-convencional, sucedeu os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), ado-

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

tados pelos Estados-Membro da ONU em 2000 e compostos por oito metas que tinham como marco temporal para cumprimento o ano de 2015. Dentre as metas previstas nos ODM, estava reduzir à metade a porcentagem da população sem acesso permanente a água potável e a saneamento básico.

A Agenda 2030 busca solucionar, até aquele ano, problemas mundiais em múltiplas esferas, como a erradicação da pobreza, a desigualdade social, a saúde, a educação e a proteção ao meio ambiente, visando o desenvolvimento sustentável global. O plano de ação necessário para tal resultado, de acordo com o documento, consiste na observância dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e suas 169 metas.

### Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) são pontos concisos e específicos dispostos na Agenda 2030, com o fim de cumpri-la. Foram elaborados de acordo com áreas sociais específicas tais como: pessoas, planeta, prosperidade, paz e parceria. Integradas aos 17 objetivos do desenvolvimento sustentável – abaixo ilustrados –, estão associadas 169 metas indivisíveis. Os ODS, destaca-se, não se resumem em um rol taxativo e devem ser vistos como pontos que, intercalados, levam a um fim comum.

A redação da Agenda 2030 não deixa dúvidas quanto à busca, cada vez maior, de implementação do conceito de desenvolvimento sustentável no ordenamento jurídico internacional. Nota-se que, ao determinar metas de consumo consciente, governança corporativa sustentável e empregabilidade, a postura adotada pelo documento corrobora a

Figura 1 - 17 Objetivos.  
Fonte: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/2019/10/07/agenda-2030-e-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/>



## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

noção de que a ideia de desenvolvimento econômico não é, necessariamente, antagônica à noção de proteção ambiental.<sup>3</sup> Dentre os diversos objetivos dispostos, interessa ao presente artigo especialmente o ODS nº 6, relativo à água potável e saneamento básico, que busca “assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos”. O ODS 6 possui metas específicas<sup>4</sup>. Sendo que as três primeiras consistem, em síntese, em: i) alcançar o acesso universal e equitativo de água potável segura para todos, ii) alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos e iii) melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

Veja-se, portanto, que a temática vinculada ao saneamento básico obteve grande destaque dentre os objetivos estipulados pela Agenda 2030, demonstrando a importância do assunto em nível internacional, não sendo o problema uma particularidade do cenário brasileiro.

### O ACORDO DE PARIS

Em consonância com outro ODS nº 13 – ação contra a mudança global do clima – importa destacar o Acordo de Paris, o qual foi adotado na 21ª Conferência das Partes, ou COP21,<sup>5</sup> realizada de 30/11/2015 a 11/12/2015, em Paris, tendo entrado em vigor em 04/11/2016, após a ratificação de mais de 90 países e cumprindo, portanto, a meta mínima de ratificação por 55 países responsáveis por 55% das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O acordo, que sucedeu o Protocolo de Quioto, estabelece mecanismos para que os países signatários limitem o aumento da temperatura global e fortaleçam a defesa contra os impactos das mudanças climáticas. Por meio do acordo, a comunidade internacional tem o desafio de limitar em até 2°C o aquecimento do planeta até 2100, com esforços para limitá-lo a 1,5°C.

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

O Acordo de Paris foi celebrado pelo Brasil em 12/12/2015, aprovado pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 140, de 16/08/2016, e promulgado pelo Decreto Presidencial nº 9.073, de 05/06/2017.

Como medidas coletivas, foram estipuladas metas de contribuição para a redução da emissão dos gases de efeito estufa. Para a efetivação destas, cada parte deverá comunicar os números que pretende atingir, por meio de soluções domésticas vinculadas a instrumentos regulatórios, sendo que as metas contributivas deverão ser atualizadas a cada cinco anos. No âmbito nacional, destaca-se que o Brasil informou ao secretariado da Convenção-Quadro a sua Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC),<sup>6</sup> que, após a ratificação do acordo, deixou de ser considerada como pretensão para figurar como um verdadeiro compromisso internacional brasileiro (NDC). As medidas necessárias para a implementação da NDC serão conduzidas por políticas internas já existentes na legislação nacional, como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº12.187/2009) o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/2000).<sup>7</sup>

Até 2025, o país se comprometeu a reduzir, abaixo dos níveis do ano de 2005, 37% das suas emissões de gases do efeito estufa e, subsequentemente, atingir a redução de 43% até 2030. Como forma de adaptação, pretende-se a adoção de políticas e instrumentos legislativos internos que contribuam com o compromisso assumido, dentre tais ações,<sup>7</sup> destaca-se a Política Nacional de Biocombustíveis (Lei Federal nº 13.576/2017) também conhecida como o programa Renovabio, que tem como objetivo o fomento da produção de biocombustíveis por meio da emissão de créditos de carbono, ou CBios.

Mas, e qual a relação da agenda de mudanças climáticas com o saneamento básico?

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

Ainda que o Acordo de Paris e a NDC brasileira não prevejam metas específicas envolvendo a temática do saneamento básico, ressalta-se a intrínseca relação entre saneamento básico e mudanças do clima. Eventos climáticos extremos também associados às mudanças climáticas, como secas e enchentes, impactam nos sistemas de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgoto, além do de drenagem urbana, visto que esses sistemas podem não estar preparados para tais eventos, acarretando consequências negativas à adequada prestação dos serviços de saneamento. Por outro lado, a ausência de tratamento do esgotamento sanitário, por exemplo, contribui para a emissão de gases de efeito estufa e, portanto, prejudica o atingimento das metas atinentes ao combate às mudanças do clima. A respeito da referida falta de tratamento de esgoto, salienta-se que, no Brasil, apenas 49,1% do esgoto sanitário é tratado<sup>8</sup>, prejudicando o ecossistema, poluindo rios, lençóis freáticos, mananciais e demais cursos d'água.

Ademais, observa-se que os ODS antes referidos são vistos como instrumentos que auxiliam o Acordo de Paris a buscar o cumprimento de suas metas, de modo que, uma vez estabelecido o objetivo em torno da universalização do fornecimento de água potável e dos serviços de esgotamento sanitário na Agenda 2030, esses se colocam como meios válidos de intervenção no atual panorama das mudanças climáticas e na concretização das metas do Acordo de Paris.

### O MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

A Lei Federal nº 14.026/2020, ou o Novo Marco Legal do Saneamento Básico Brasileiro (“Marco Legal”), foi uma iniciativa legislativa que buscou a atualização de diversos diplomas legais envolvendo a temática de saneamento básico, como a Lei de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007) e o Estatuto da Metrópole (Lei Federal nº 13.089/2015).

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

Diante disso, a Lei de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico passa a considerar, como universalização, a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, considerando todos os serviços inerentes à atividade, incluídos o tratamento e a disposição final adequados dos esgotos sanitários.<sup>9</sup> Para atingir o conceito disposto, o artigo 10-B passa a estabelecer o seguinte:

Art. 10-B. Os contratos em vigor, incluídos aditivos e renovações, autorizados nos termos desta Lei, bem como aqueles provenientes de licitação para prestação ou concessão dos serviços públicos de saneamento básico, estarão condicionados à comprovação da capacidade econômico-financeira da contratada, por recursos próprios ou por contratação de dívida, com vistas a viabilizar a universalização dos serviços na área licitada até 31 de dezembro de 2033, nos termos do § 2º do art. 11-B desta Lei. (grifo nosso)

Assim, está expressa a data pretendida para universalização dos serviços de saneamento em áreas contratadas e licitadas: 21 de dezembro de 2033. Dentre as medidas estipuladas pelo Marco Legal, destaca-se que caberá à Agência Nacional de Águas (ANA) definir as metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico<sup>10</sup>, criando mecanismos e diretrizes que busquem tal fim e unificando as diretrizes e orientações em matéria de saneamento no Brasil.

Observa-se que a data prevista pela legislação brasileira não coincide com a data prevista nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável que, conforme anteriormente mencionado, buscam a universalização do acesso à água potável e aos serviços de saneamento básico até o ano de 2030. Além disso, o Marco Legal também dispõe a respeito de medidas vinculadas aos contratos de prestação de serviços de saneamento, os quais deverão prever metas que garantam a o atingimento da universalização no prazo de 2033:

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

Art. 11-B. Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento. § 1º Os contratos em vigor que não possuem as metas de que trata o caput deste artigo terão até 31 de março de 2022 para viabilizar essa inclusão. (grifo nosso)

É possível afirmar que a meta disposta pela legislação brasileira é ambiciosa, levando em consideração, principalmente, os investimentos necessários para que tal prazo seja cumprido. De acordo com o Instituto Trata Brasil, entre os anos de 2014 e 2018, foram investidos cerca de R\$ 65 bilhões nos serviços de saneamento básico, uma média de R\$ 12 bilhões ano<sup>11</sup>. Ainda assim, estima-se que cerca de 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto<sup>12</sup> e 35 milhões de brasileiros não são atendidos com abastecimento de água tratada<sup>13</sup>. Também de acordo com o Instituto Trata Brasil:

[...] o Brasil ainda tem um longo caminho para melhorar o saneamento. De acordo com dados de 2018, o índice total de atendimento de água no país é de 83,6% (97,8% em áreas urbanas, e 60,9% de coleta de esgoto. Ou seja, são cerca de 34 milhões de pessoas no país que não contam com abastecimento de água e mais de 81 milhões de pessoas não têm atendimento de esgoto. Este montante é maior que a população da França e Portugal somados.<sup>14</sup>

Nesse sentido, de acordo com estudo realizado pela KPMG em parceria com a ABCON,<sup>15</sup> no ano de 2018, são necessários R\$ 753 bilhões de investimentos na área de saneamento para universalização dos serviços em todo o território nacional até o ano de 2033.

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

Figura 2 - Déficit e Investimento. Fonte: World Bank Group. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/750841521485336025/pdf/124417-PORTUGUESE-BRI-PUBLIC-NT-Urbano-final-A4.pdf>



## CONCLUSÃO

A questão sanitária, como visto, é um tema delicado e complexo em níveis nacional e internacional, demonstrando as necessidades urgentes de grande parte da população brasileira e global. A universalização dos serviços de saneamento básico não está restrita à solução dos desafios relacionados à infraestrutura, mas também demanda melhorias nos mais variados setores da sociedade, como o da proteção ambiental, da saúde e da educação, por exemplo.

Não é por menos que o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente elencou, dentre os ODS, temáticas vinculadas aos serviços de água e esgoto. A tarefa, todavia, não constitui objetivo fácil, sendo necessários vultosos investimentos e medidas cooperativas para que os objetivos da Agenda 2030 sejam atingidos. No caso brasileiro, da mesma forma, as metas de universalização estabelecidas para o ano de 2033 demandam grande esforço coordenado, do poder público e do setor privado, para adaptação às muitas mudanças trazidas pelo novo Marco Legal do Saneamento Básico e efetivação das medidas nele previstas.

Ainda que a compatibilização dos serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água com as metas dispostas na Agenda 2030 e no Acordo de Paris formem um grande desafio para a sociedade brasilei-

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

ra, o cenário em questão também pode ser visto como uma oportunidade de investimento e modernização. Nesse sentido, o Novo Marco Legal do Saneamento Básico se coloca como um sinal positivo em prol da diversificação das medidas a serem adotadas, principalmente diante da maior participação atribuída ao setor privado. Dessa forma, espera-se que os regimes de concessão dos serviços impulsionem a prestação dos serviços de saneamento básico, ampliando o alcance de tais serviços à população atualmente não contemplada. Além disso, a desafiadora tarefa atribuída à ANA de instituir normas gerais de referência proporcionará maior segurança a todos os envolvidos na prestação dos serviços em comento.

Verifica-se, portanto, um momento de alinhamento global e local quanto às metas de universalização do fornecimento de água potável e de tratamento do esgoto sanitário e das iniciativas que possam levar ao atendimento de tais metas. Assim, em que pesem os inegáveis desafios atinentes à temática, a confluência de propósi-

tos confere maiores oportunidades de ação em prol da melhoria da qualidade de vida da sociedade e do desenvolvimento sustentável.

### NOTAS

1 Art. 3º, I, da Lei 11.445/2007, com redação pela Lei 14.026/2020.

2 Assembleia Geral da ONU. (2015). Transformando o Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel#:~:text=Transformando%20Nosso%20Mundo%3A%20A%20Agenda%202030%20para%20o%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel&text=Esta%20Agenda%20%C3%A9%20um%20plano,paz%20universal%20com%20mais%20liberdade>. Acesso em: 15/03/2021.

3 Idem nota 2.

4 6.1 By 2030, achieve universal and equitable access to safe and affordable drinking water for all

6.2 By 2030, achieve access to adequate and equitable sanitation and hygiene for all and end open defecation, paying special attention to the needs of women and girls and those in vulnerable situations

6.3 By 2030, improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping and minimizing release of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater and substantially increasing recycling and safe reuse globally

6.4 By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity

6.5 By 2030, implement integrated water

## COMPROMISSOS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS E O NOVO MARCO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Juliana Pretto Stangherlin

Ana Laura Ramires Carvalho

resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate

6.6 By 2020, protect and restore water-related ecosystems, including mountains, forests, wetlands, rivers, aquifers and lakes

6.A By 2030, expand international cooperation and capacity-building support to developing countries in water- and sanitation-related activities and programmes, including water harvesting, desalination, water efficiency, wastewater treatment, recycling and reuse technologies

6.B Support and strengthen the participation of local communities in improving water and sanitation management

Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>. Acesso em: 15/03/2021.

5 Para fins elucidativos, cabe uma breve explicação a respeito da Conferência das Partes (COP) e seu funcionamento. No âmbito das conferências das partes, são realizadas as Convenções-Quadro sobre Mudança Climática (United Nation Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) cujo objetivo, dentre outros pontos, reside na definição de estratégias adequadas de combate às mudanças climáticas. Diversos cientistas do mundo inteiro colaboram como pesquisadores para as convenções-quadro, observando e analisando as anomalias climáticas. Esse grupo compõe o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), formado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

6 Sigla para o termo em inglês “Intended Nationally Determined Contributions”.

7 BRASIL. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para consecução do objetivo da convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf). Acesso em: 15/03/2021.

8 Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto#:~:text=O%20esgoto%20tratado%20no%20Sudeste%20%C3%A9%20de%2055%2C5%25%2C%2B9.&text=O%20%C3%ADndice%20de%20tratamento%20de,%2C8%25%20no%20Centro%20Oeste%2C%2B9>. Acesso em: 21/02/2021.]. De acordo com o Instituto Trata Brasil, o país lançou aproximadamente 5.622 piscinas olímpicas de esgoto não tratado na natureza somente

no ano de 2017[ Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto#:~:text=O%20esgoto%20tratado%20no%20Sudeste%20%C3%A9%20de%2055%2C5%25%2C%2B9.&text=O%20%C3%ADndice%20de%20tratamento%20de,%2C8%25%20no%20Centro%20Oeste%2C%2B9>. Acesso em: 21/02/2021.

9 Art. 3º, III, da Lei 11.445/2007, com redação pela Lei 14.026/2020.

10 Art. 4-A, § 1º, IV, da Lei 11.445/2007, com redação pela Lei 14.026/2020.

11 Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/universalizacao>. Acesso em: 21/02/2021.

12 Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. Acesso em: 21/02/2021.

13 Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>. Acesso em: 21/02/2021.

14 Instituto Trata Brasil. Cenário para Investimentos em Saneamento no Brasil após a Aprovação do Novo Marco Legal. São Paulo: 2020. Disponível em: [http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Relato%CC%81rio\\_Completo.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Relato%CC%81rio_Completo.pdf). Acesso em: 21/02/2021.

15 Sigla para “Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto”. ●

# ENTREVISTA COM ILIANE MÜLLER OTTO

TECNÓLOGA EM GESTÃO AMBIENTAL COM MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS. ATUALMENTE É GESTORA AMBIENTAL EM UMA EMPRESA PETROQUÍMICA E CRIADORA DO CANAL “AMBIENTAL INFORME”, QUE ABORDA VÁRIOS TEMAS DE MEIO AMBIENTE NO YOUTUBE. ESTANDO AINDA NO LINKEDIN, FACEBOOK E NO INSTAGRAM, ONDE SÃO DIVULGADAS VAGAS NA ÁREA AMBIENTAL.

## APRESENTAÇÃO, TRAJETÓRIA PROFISSIONAL

Meu nome é Iliane Müller Otto, sou gestora ambiental e mestre em desenvolvimento territorial e sistemas agroindustriais. Sou natural de Pelotas e iniciei minha trajetória profissional na graduação, quando entrei para o Núcleo de Gestão Ambiental (NUGAI) do IFSul Campus Pelotas. Foi no NUGAI que confirmei minha preferência pela área de resíduos e aprendi muito não só na parte técnica, mas também sobre postura profissional, pois neste Núcleo fui orientada pela professora Marise Keller, que muito me ajudou e incentivou. Foi através dela que conheci a ABES e o JPS inclusive. Depois de formada, 2012, comecei a trabalhar em uma assessoria ambiental em Bento Gonçalves, onde atendi empresas de diferentes portes e setores, em diferentes



idades do Estado. Foi uma experiência excelente e de muito aprendizado. Já em 2014, eu fui professora substituta por 2 anos no IFSul Campus Pelotas, outra experiência muito rica, onde desenvolvi muito a parte de oratória e apresentação. Em 2016 comecei a trabalhar em uma transportadora de resíduos em Sapucaia do Sul, onde descobri o mundo dos transportes de cargas perigosas e também a área comercial, dois temas que eu gosto muito. Porém em 2017 fiz o processo seletivo para trabalhar em uma empresa petroquímica em Rio Grande e voltei a morar em Pelotas. Desde então, desempenho funções relacionadas ao meio ambiente e tive a oportunidade de me aprofundar no dia a dia da área ambiental de uma grande empresa, o que é outra experiência muito enriquecedora e de muita troca profissional com colaboradores de diferentes áreas. E por fim, desde 2020 iniciei um projeto particular na área de meio ambiente, o Ambiental Informe, que tem o objetivo de levar conteúdo téc-

## ENTREVISTA COM ILIANE MÜLLER OTTO

nico útil aos profissionais da área de meio ambiente, através das plataformas do Instagram, YouTube, LinkedIn e Facebook. Acho muito importante frisar que desde o início da minha trajetória eu trabalhei com pessoas incríveis que ajudaram no meu desenvolvimento profissional e pessoal e dividiram comigo o que sabiam e isso é o que eu busco fazer através do Ambiental Informe.

QUAIS SÃO OS MAIORES DESAFIOS QUE VOCÊ TEM VIVENCIADO NA SUA ATUAÇÃO PROFISSIONAL?

No início da carreira e também em novas oportunidades há uma ansiedade em absorver as informações e não cometer falhas, esse é sempre um desafio que acredito que todos tenham. Neste contexto, dependendo da informação nem sempre encontramos algo que seja satisfatório, em especial quanto ao aprofundamento das informações técnicas. Isso melhorou muito com o advento das redes sociais, que tornou o acesso às informações muito mais prático e didático e também trouxe diferentes profissionais para exporem seus trabalhos e assim fortalecer as discussões técnicas.

Outro desafio é a atualização da legislação e a interpretação. Costumo dizer que a legisla-

ção é nosso amiga quando trabalhamos com meio ambiente, pois é ela que norteia nosso trabalho e é também um fator importante para defesa da execução de determinadas ações de gestão ambiental nas empresas, porém ainda há um caminho a ser fortalecido na discussão das leis, para que a interpretação seja padronizada e evite erros que podem comprometer nosso trabalho e também da empresa que atuamos ou atendemos. Vejo que alguns pontos por serem interpretados de forma equivocada ou por não serem aprofundados podem, por exemplo, levar o profissional a escolher

serviços de prestadores que não são qualificados, podendo levar a multas por descumprimento legais.

FALE UM POUCO SOBRE SUA EXPERIÊNCIA NO AMBIENTAL INFORME.

Há um bom tempo eu pensava em ter um canal de comunicação direta e ampla com diferentes profissionais da área ambiental, porém eu adiava. Em janeiro de 2020 resolvi iniciar pelo Instagram, as primeiras publicações são bem simples, mas com o tempo foi tomando forma e fui definindo o conteúdo. O objetivo sempre foi levar conteúdo útil aos profissionais da área ambiental, independentemente da sua formação ou nível de experiência.

---

*No início da carreira e também em novas oportunidades há uma ansiedade em absorver as informações e não cometer falhas, esse é sempre um desafio que acredito que todos tenham.*

---

## ENTREVISTA COM ILIANE MÜLLER OTTO

O conteúdo é veiculado em diferentes plataformas, porém há algumas diferenças:

LinkedIn (@ambientalinforme), todo domingo são repostadas as vagas que encontramos nas áreas de meio ambiente, segurança do trabalho, biologia, química, florestal e hídrica. As vagas são muito importantes para quem está buscando o primeiro emprego ou a recolocação e entendemos que estar empregado é um objetivo de muitos profissionais, por isso realizamos a pesquisa e divulgação para auxiliar quem está buscando. Estas vagas também são enviadas nos grupos de whatsapp que possuímos.

No Instagram (@ambiental\_informe) estão reunidos todos os conteúdos. Sendo:

- de segunda a sexta são postadas as oportunidades de emprego que encontramos no LinkedIn e também os eventos (lives e webinars) que acontecem ao longo da semana para que estejamos sempre disponibilizando formas do nosso público acessar conteúdos técnicos;

- nos fins de semana há a divulgação do conteúdo de outros produtores de conteúdo da área ambiental, com o objetivo de ampliar as fontes de pesquisa de quem acompanha o Am-

biental Informe e também de fortalecer a nossa área.

- o Ambiental Informe também faz lives com profissionais de diferentes áreas de conhecimento, estas lives são divulgadas no Instagram e sempre que possível, produzimos nossos próprios posts com informações técnicas.

No YouTube (youtube.com/c/AmbientalInforme) são realizadas as lives e também postados os vídeos com o conteúdo técnico que produzimos.

No Facebook realizamos a repostagem do mesmo conteúdo do Instagram.

---

*“A experiência tem sido muito boa, por estar sempre em contato com outros profissionais e conhecer mais sobre alguns assuntos já vistos e também conhecer assuntos novos da nossa área.”*

---

A produção de conteúdo demanda um certo tempo para garantir que as informações estão sendo divulgadas em linguagem clara, objetiva e integralmente corretas. Desta forma, ainda há muito o que ser produzido, para que possamos dar sequência ao nosso objetivo de levar conteúdo útil. Temos o objetivo de produzir conteú-

## ENTREVISTA COM ILIANE MÜLLER OTTO

do voltado a gestão de resíduos, transporte de resíduos perigosos e também informações sobre escolha de prestadores de serviços, considerando aspectos técnicos e legais, para que aquele desafio de potencialmente escolher um prestador de forma equivocada seja minimizado.

A experiência tem sido muito boa, por estar sempre em contato com outros profissionais e conhecer mais sobre alguns assuntos já vistos e também conhecer assuntos novos da nossa área.

---

*A experiência tem sido muito boa, por estar sempre em contato com outros profissionais e conhecer mais sobre alguns assuntos já vistos e também conhecer assuntos novos da nossa área.*

---

#### QUAL CONSELHO VOCÊ DÁ PARA OS JOVENS PROFISSIONAIS DO SANEAMENTO QUE ACOMPANHAM A REVISTA AFLUENTE?

Não tenha medo de expor seu trabalho e tirar suas dúvidas. A melhor parte da nossa carreira profissional, pelo menos para mim, é quando há oportunidade de debater um assunto e conhecer mais sobre ele e sobre as pessoas que trabalham com ele. Há muito o que se fazer na nossa área, porém, obviamente, escolher qual caminho seguir não é uma tarefa simples, ainda mais quando estamos no início da profissão. Por isso, busque sempre ajuda e conforme o seu perfil, procure vivenciar experiências diferentes, para que isso possa te dar uma perspectiva de assuntos diversos. Talvez nesse momento de experimentação você descubra um assunto que é muito empolgante e se isso acontecer, também não tenha medo de se aprofundar nele. ●



ACOMPANHE A PROGRAMAÇÃO DO **ABES CONECTA** E ESTEJA POR DENTRO DOS PRINCIPAIS TEMAS DO SANEAMENTO NO BRASIL. PROGRAMAÇÃO ORGANIZADA PELAS DIFERENTES SEÇÕES ESTADUAIS, CÂMARAS TEMÁTICAS E DIREÇÃO NACIONAL.

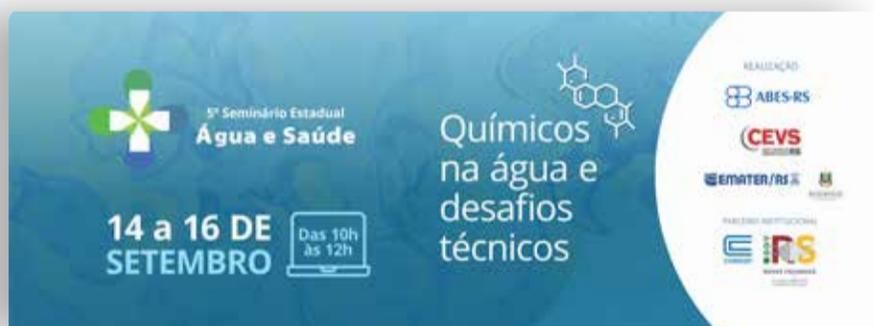
**SEMANA DA ÁGUA 2021**

**XIX SILUBESA**



**V SEMINÁRIO ESTADUAL ÁGUA E SAÚDE**

**II SEMINÁRIO INTERNACIONAL GESTÃO DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**



**PRODUÇÃO MAIS LIMPA - SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIAS LIMPAS**

**ACOMPANHE OS EVENTOS E TRANSMISSÕES DO ABES CONECTA NO YOUTUBE.**



## ASSOCIE-SE NA ABES.

A ABES é uma associação nacional de profissionais e empresas dedicada a qualificar o setor de saneamento e meio ambiente no Brasil. Envolve-se você também nas Câmaras Temáticas. Participe dos cursos, encontros, simpósios e congressos. Envie artigos para as revistas. Conviva com os melhores profissionais da área. Desfrute de descontos em eventos, cursos e na livraria virtual da ABES. O programa Jovens Profissionais do Saneamento (JPS) garante uma atenção especial da Diretoria Nacional e das Seccionais para as necessidades dos novos profissionais que ingressam no mercado. Desde a recente reformulação do Estatuto, a ABES garante anuidade diferenciada para os profissionais com até 35 anos. Informe-se.

Encaminhe seu artigo de opinião, estudo de caso ou artigo técnico para a revista Afluenta, uma realização do núcleo gaúcho do programa JPS.

Visite os sites da ABES/RS e da Diretoria Nacional

[www.abes-rs.org.br](http://www.abes-rs.org.br)

[www.abes-dn.org.br](http://www.abes-dn.org.br)

Visite também a página do programa Jovens Profissionais do Saneamento, onde você encontra todas as edições da Revista Afluenta e fique por dentro das atividades promovidas especialmente para os profissionais em início de carreira.

<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

Acompanhe também pelo Facebook:

[www.facebook.com/abesdn](http://www.facebook.com/abesdn)

E siga a ABES-RS no Instagram:

[www.instagram.com/abes\\_rs](http://www.instagram.com/abes_rs)

Cada uma das seções estaduais realiza diversas atividades a cada ano. Informe-se. Participe!

Realização:



Parceria institucional:

