

RABELO, Leônis da Silva Maia; SANTIAGO, Emerson Carlos de Sousa; GOMES, Artur de Sousa; BRAGA, Renata Chastinet (Coorientadora); JÚNIOR, Francisco Holanda Soares (Orientador);

## INTRODUÇÃO

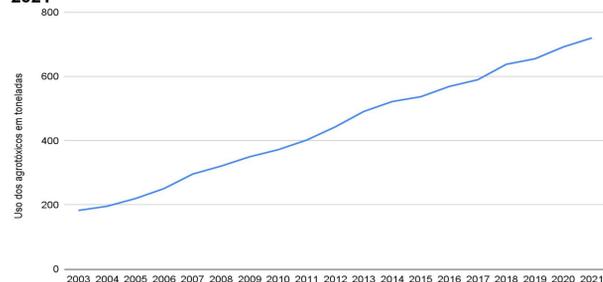
Inúmeros são os relatos de mulheres que são submetidas, contra a sua vontade, a drogas que as incapacitam levando-as a sofrerem violências físicas e estupro. As drogas mais utilizadas são o Lorazepam, Flunitrazepam, Bromazepam, Benzodiazepina e Ácido Gama-Hidroxibutírico (GHB).



IMAGEM 1 - ESTRUTURAS MOLECULARES DAS PRINCIPAIS DROGAS. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

Por outro lado, outro aspecto social no Brasil trata-se do uso dos agrotóxicos. Em que, a nação brasileira teve um aumento de 392% no uso de agrotóxico desde 2003 até 2021. Apesar do uso de agrotóxicos possuírem sua importância para a economia, uma vez que aumentam a produção, por outro aspecto eles trazem diversos malefícios a saúde humana, gerando doenças como câncer, por exemplo.

GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO DO USO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL. Uso dos agrotóxicos em toneladas no Brasil nos anos de 2003 até 2021



FONTE: JORNAL DA USP - AGROTÓXICOS NO BRASIL

Com base nisso, o projeto objetiva o desenvolvimento de um protótipo de um copo eletrônico com capacidade multianalítica para identificação de possíveis contaminações por agrotóxicos prejudiciais à saúde humana, e o entorpecimento involuntário que podem levar a mortes, abusos sexuais e violências impróprias.

Para atingir esses objetivos será feito a identificação desses agentes através de dois compostos: *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>].

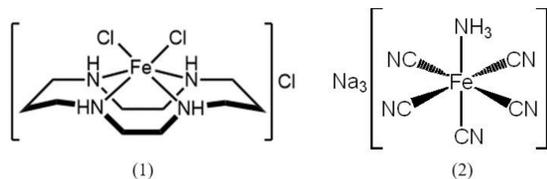


IMAGEM 2 - ESTRUTURA DOS COMPLEXOS (1) *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e (2) Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>]. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

## METODOLOGIA

### 01 Pesquisas e levantamento de custo de materiais.

TABELA 1 - VALORES DOS EQUIPAMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DO COPO DE ENTORPECENTES.

Materiais	Valor R\$
Copo	10,00
Mini-Bomba	10,00
ESP-230	20,00
Sensor RGB-TC 230	35,00
Reagentes Químicos	30,00
Outros	10,00
Componentes	
TOTAL	115,00

FONTE: TABELA ELABORADA PELOS AUTORES.

TABELA 2 - VALORES DOS EQUIPAMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DO COPO DE AGROTÓXICOS.

Materiais	Valor R\$
Copo	10,00
Mini Válvula Solenoide	40,00
Led	20,00
Acrílico	45,00
Reagentes Químicos	30,00
TOTAL	145,00

FONTE: TABELA ELABORADA PELOS AUTORES.

### 02 Elaboração do modelo gráfico do copo.

Na segunda etapa, foi feito o modelo gráfico do copo para uma melhor visualização da estrutura.

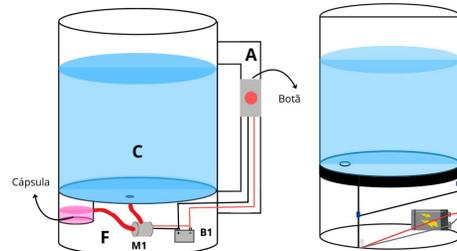


IMAGEM 3 - MODELOS GRÁFICOS DOS COPOS. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

### 03 Construção do protótipo do copo.

O modelo do protótipo para os entorpecentes/agrotóxicos consiste em um recipiente, com a estrutura composta por: I - Botão Liga/Desliga; II - Bateria; III - ESP-230; IV - Sensor RGB-350; V - Mini bomba d'água; VI - Mangueira de Silicone; VII - Mini Válvula Solenoide; VIII - Cápsula de Acrílico; IX - Led;



IMAGEM 4 - COMPONENTES UTILIZADOS NA ESTRUTURA DO COPOS. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

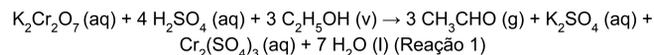
### 04 Realização de testes químicos e de funcionamento.

### 05 Validação e disponibilização no mercado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### I - IDENTIFICAÇÃO DE ÁLCOOL E ENTORPECENTES

O sistema de identificação do copo funciona através do sistema de bombeamento, no qual leva o líquido para as cápsulas dos reagentes, onde acontecerá uma reação entre uma solução de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> com C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, em meio ácido (Reação 1).



A concentração da solução de dicromato de potássio utilizada no projeto foi 0,3 mol/L e concentração de ácido 3 mol/L. Para chegar nessas concentrações foi feita uma diluição seriada (Imagem 5).

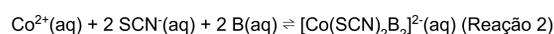


IMAGEM 5 - DILUIÇÃO SERIADA. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

Testes	Concentração (mol/L)
I	0,5
II	0,25
III	0,125
IV	0,0625
V	0,0312
VI	0,0156

TABELA 3 - CONCENTRAÇÕES DA DISSOLUÇÃO SERIADA. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

Baseado no teste de Scott, (reação 2) e nos estudos sobre os metais de transição, foram cogitados possíveis reagentes para identificação dos entorpecentes, com isso usou-se os complexos *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>].



Então foi feito um teste qualitativo com dois remédios: o atropina (Colírio) e bultibrometo de escopolamina (Buscopam) para testar os dois complexos.



IMAGEM 6 - TESTE QUALITATIVO DOS COMPOSTOS (1) *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e (2) Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>]. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

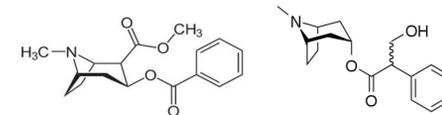


IMAGEM 7 - ESTRUTURA MOLECULAR DOS REMÉDIOS ATROPINA(COLÍRIO) E ESTRUTURA QUÍMICA DA COCAÍNA. FONTE: FCIÊNCIA

### II - IDENTIFICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Baseado nos testes anteriores, foi teorizado que os mesmos complexos poderiam reagir com alguns agrotóxicos. Então foi realizado os primeiros teste. Um inseticida foi o primeiro agrotóxico a ser testado que em sua composição o sulfoaxflor.

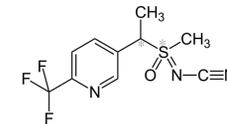


IMAGEM 8 - MOLÉCULA DO SULFOAXFLOR. FONTE: WIKIPÉDIA

O inseticida em questão foi testado com três reagentes, sendo eles os complexos *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>] e o reagente de Scott, todos os testes em uma placa de petri, como mostra imagem 8.



IMAGEM 9 - REAÇÃO DOS COMPLEXOS *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e (2) Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>] E O REAGENTE DE SCOTT COM INSETICIDA SULFOAXFLOR. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES.

O inseticida não teve nenhum efeito externo reagindo com o complexo Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>] e nem com o reagente de Scott. Entretanto o composto *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl se saiu bem ao reagir. Pois é possível notar a formação de alguns precipitados, ocorrendo uma floculação desse agrotóxico.

Os reagentes iniciais (Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>], *cis*-[Fe(cyclam)Cl<sub>2</sub>]Cl e Reagente de Scott) foram testados com o glifosato, mas não apresentaram reação visível. Com base na estrutura molecular do agrotóxico (Imagem 9), teorizou-se que o PbNO<sub>3</sub> poderia interagir com ele. Ao ser testado, essa hipótese se confirmou, resultando em uma reação com efeito externo semelhante à observada anteriormente.

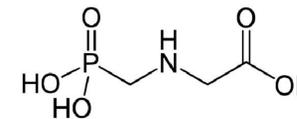


IMAGEM 9 - MOLÉCULA DO GLIFOSATO. FONTE: RESEARCHGATE.

## CONCLUSÃO

O projeto encontra-se em desenvolvimento, com isso tem sido buscado alternativas para atingir o objetivo geral do projeto. Ambos copos mostraram-se ser um dispositivo seguro de ser usado e auxiliando na segurança das pessoas. É evidente que dispositivos como este podem mudar a perspectiva do planeta, coibindo a violência e nos proporcionando saúde e bem estar.

O projeto resultou em dois protótipos voltados para a segurança pessoal: um copo eletrônico para identificação de entorpecentes e um dispositivo para detecção de agrotóxicos em água doce, ambos visando a proteção da saúde e a prevenção de riscos.

## REFERÊNCIAS

- Burks, R.; Ohlstrom, L.; Amombo Noa, F. M., Clarifying the complex chemistry of cobalt(II) thiocyanate-based tests for cocaine using single-crystal X-ray diffraction and spectroscopic techniques. *J Forensic Sci* 2024, 69 (1), 291-300.
- Hindmarch I, ElSohly M, Gambles J, Salamone S. Forensic urinalysis of drug use in cases of alleged sexual assault. *J Clin Forensic Med*. 2001;8(4):197-205. DOI: <http://dx.doi.org/10.1054/jcfm.2001.0513>
- PAZ, Juliana Vieira; REZENDE, Vanessa Theodoro; GAMEIRO, Augusto. Agrotóxicos no Brasil: entre a produção e a segurança alimentar. *Jornal da USP*, 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/agrototoxicos-no-brasil-entre-a-producao-e-a-seguranca-alimentar/>. Acesso em: 26 jan. 2025.