

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

MARCELA APARECIDA RODRIGUES

**CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR CROMO:
Avaliação de solo submetido ao processo de fertirrigação proveniente de águas
residuais de um curtume**

**ITUMBIARA-GO
2023**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Marcela Aparecida Rodrigues.

Matrícula: 20171040030088.

Título do Trabalho: Contaminação ambiental por cromo: avaliação de solo submetido ao processo de fertirrigação proveniente de águas residuais de um curtume.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

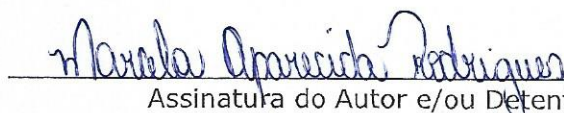
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 10/09/2024.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

MARCELA APARECIDA RODRIGUES

**CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR CROMO:
Avaliação de solo submetido ao processo de fertirrigação proveniente de águas
residuais de um curtume**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciada em Química.

Área de Concentração: Ciências Exatas e da Terra; Química; Química Analítica; Análise Traços e Química Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana Aparecida Rosa da Silva.

**ITUMBIARA-GO
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R696c Rodrigues, Marcela Aparecida

Contaminação ambiental por cromo: avaliação de solo submetido ao processo de fertirrigação proveniente de águas residuais de um curtume./Marcela Aparecida Rodrigues.-- Itumbiara, 2023.

46 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana Aparecida Rosa da Silva.

1. Meio ambiente. 2. Resíduos industriais. 3. Couros - Indústria. I. Título. II. Silva, Tatiana Aparecida Rosa da. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 542

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecário: Eduardo Pereira Resende CRB1/3266

MARCELA APARECIDA RODRIGUES

**CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR CROMO: AVALIAÇÃO DE
SOLO SUBMETIDO AO PROCESSO DE FERTIRRIGAÇÃO
PROVENIENTE DE ÁGUAS RESIDUAIS DE UM CURTUME**

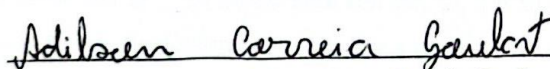
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química e obtenção do título de licenciada em Química.

Área de concentração: Química - Análise de Traços e Química Ambiental.

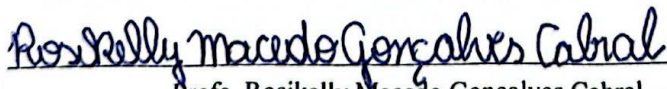
Aprovada em 11 de dezembro de 2023.



Prof. Dra. Tatiana Aparecida Rosa da Silva
Orientadora
IFG – Câmpus Itumbiara



Me. Adilson Correia Goulart
Avaliador - IFG – Câmpus Itumbiara



Prof. Rosikelly Macedo Gonçalves Cabral
Avaliadora

ITUMBIARA - GO
2023

Com muita gratidão no coração, dedico esse trabalho à Deus e toda minha família, sem à direção e apoio de todos, a conclusão não seria possível. Obrigada por ser sempre minha base em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de ter conseguido finalizar meu curso mesmo com algumas dificuldades pelo caminho, ele sempre esteve ao meu lado. Agradeço ao meu marido Dhieferson e meu filho Hugo que são meus bens mais preciosos e que me deu toda força e apoio para continuar e nunca desistir, agradeço minha mãe, pai, irmã, sobrinhas, sobrinho, sogra, sogro, cunhada e avó que nunca mediu esforços para me ajudar em todas as situações, foram meu alicerce no cuidado com o Hugo, sempre à disposição para que eu pudesse concluir os estudos.

Enfim, agradeço a toda minha família que foi minha maior inspiração para que eu pudesse finalizar o curso e nunca ter me deixado sozinha. Hoje estou aqui por vocês e graças a vocês que contribuiu comigo desde lá atrás quando decidi estudar no IFG, quando precisei de cuidados com o Hugo para eu assistir as aulas e hoje finalizando mais uma etapa da minha vida, tenho somente gratidão no coração por cada um de vocês.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Tatiana, que topou o desafio e ajudou em tudo que foi necessário durante o período do TCC, a todos os professores que passaram seus ensinamentos durante esses anos juntos e que de alguma maneira contribui para o meu crescimento.

Obrigada Deus e ao IFG por tornar sonhos em realidades!

“A persistência é o caminho do êxito”
(Charles Chaplin)

RESUMO

Esse trabalho busca identificar através de leituras bibliográficas e análises laboratoriais se um efluente industrial de uma atividade altamente nocivo é descartado corretamente em solo sem prejudicar o meio ambiente. O principal objetivo dessa pesquisa é sobre o cromo utilizado em curtume que é considerado um dos metais mais tóxicos, mas o principal para a transformação da pele do animal a um artigo nobre, o couro. Devido a necessidade e cuidado com o meio ambiente, realizamos através de análises, o teor de cromo presente no efluente industrial após o processo e a porcentagem presente no solo depois de receber esse efluente através da fertirrigação. Tendo em consideração o nosso principal objetivo que é a verificação se a empresa respeita as normas ambientais, cumprindo as exigências de sua licença ambiental sobre o descarte correto de efluente em solo, sem contaminação e destruição da área. Os resultados obtidos revelam aspectos que evidenciam o respeito e cuidado que a empresa possui com relação as questões ambientais e expõem a importância desse tema para discussão e comprometimento da atenção de todos.

Palavras-chave: Contaminação do cromo. Meio Ambiente. Curtimento de pele.

ABSTRACT

This work seeks to identify through bibliographical readings and laboratory analyzes whether an industrial effluent from a highly harmful activity is correctly discarded into the soil without harming the environment. The main objective of this research is on the chromium used in tanning, which is considered one of the most toxic metals, but the main one for transforming animal skin into a noble article, leather. Due to the need and care for the environment, we carried out analyzes of the chromium content present in the industrial effluent after the process and the percentage present in the soil after receiving this effluent through fertigation. Taking into account our main objective, which is to verify whether the company respects environmental standards, complying with the requirements of its environmental license on the correct disposal of effluents on land, without contamination and destruction of the area. The results obtained reveal aspects that highlight the respect, care that the company has regarding environmental issues, and expose the importance of this topic for discussion and commitment to everyone's attention.

Keywords: *Chromium contamination. Environment. Leather tanning.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Ciclo e especiação do cromo no ambiente	20
Figura 02 - Tratamento de Efluentes Industriais	21
Figura 03 – Fluxograma do Tratamento de Efluentes Industriais	22
Figura 04 – Gradeamento	22
Figura 05 – Lagoa de Equalização	23
Figura 06 - Ciclagem de materiais orgânicos para liberação de nutrientes	26
Figura 07 – Amostras de solo	28
Figura 08 – Relatório anual, 2023	36
Figura 09 – Resultado das análises de solo semestralmente	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Produção de couro no Brasil, por região.	18
Tabela 02 – Resultados do teor de cromo no efluente tratado em um curtume	33
Tabela 03 - Resultados do teor de cromo no efluente bruto em um curtume	33
Tabela 04 – Resultado da remoção % do cromo no efluente	34
Tabela 05 – Resultado do teor de cromo no solo	34
Tabela 06 – Resultados do teor de cromo no poço de monitoramento	37

LISTA DE ABREVIATURAS

PAC – Policloreto de Alumínio

Mg/ L – Miligrama por litro

MM – Milímetro

Min – Minuto

SEMAD - Secretária do Meio Ambiente de Recursos Hídricos

LF – Licença de Funcionamento

LISTA DE SIGLAS

B – Boro

Ca – Cálcio

Cr – Cromo

DBO – Demanda biológica de oxigênio

DQO – Demanda química de oxigênio

ETE – Estação de tratamento de efluentes.

Mg – Magnésio

N – Nitrogênio

Na – Sódio

P – Fósforo

ppm – Parte por milhão

SS – Sólidos sedimentáveis

PM – Poços de monitoramento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo geral	14
1.2 Objetivos específicos	14
1.3 Justificativa	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Indústrias de couro no Brasil	17
2.2 O cromo usado no processo do couro e seus impactos ambientais	18
2.2.1 Caracterização do cromo	19
2.2.2 Malefícios do cromo no solo	19
2.3 Tratamento de Efluente	20
2.4 Efluente de um curtume usado na fertirrigação	23
2.5 Uso da espectroscopia em análise química	25
2.6 O solo no meio ambiente	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Coleta de solo	27
3.1.2 Coleta do efluente tratado na ETE	28
3.1.3 Coleta do efluente bruto na ETE	28
3.1.4 Análise do teor de cromo no efluente	29
3.1.5 Análise do cromo presente no solo	30
3.1.6 Análise de dados referente a Legislação Ambiental	30
3.1.7 Análise de cromo nos Poços de Monitoramento	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Teor de cromo presente no efluente tratado	32
4.2 Teor de cromo presente no efluente bruto	33
4.3 Teor de cromo presente no solo	34
4.4 Revisão de Literatura	35
4.5 Teor de cromo presente nos poços de monitoramento	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial e o crescimento populacional impulsionaram a produção e o consumismo. Desta forma, houve um aumento expressivo de demandas no âmbito da gestão ambiental, devido à alta produção de resíduos, como consequência, muitos impactos ambientais prejudiciais estão ocorrendo pelo descarte inadequado desses resíduos. Em consequência disso há alguns anos as indústrias de uma forma geral vem se preocupando com questões ambientais e principalmente em relação aos descartes de resíduos no meio ambiente. “Vale destacar, que não houve um desenvolvimento sustentável em relação a esse crescimento industrial, e que a sociedade foi modificando-se sem a devida preocupação com o gerenciamento e destinação correta dos resíduos produzidos, como consequência, muitos impactos ambientais prejudiciais estão ocorrendo pelo descarte inadequado desses resíduos” (SANTOS, 2012; NUNES; SILVA, 2015).

Bursztyn (2012), afirma “com o aumento dos impactos sobre a natureza, por volta da década de 70 e 80, a consciência sobre a gravidade desses impactos tornou-se global, e diversos fatores contribuíram para colocar a questão ambiental no cenário internacional”.

Segundo Campos (2021), “Há registros da origem do couro desde a antiguidade quando egípcios e hebreus desenvolveram técnicas simples de secagem e cura, o processo de curtimento de vegetais para elaboração de tecidos data de 400 a.C.”. Desde o início da humanidade se tem conhecimentos de tratamentos de pele do couro, atualmente existe um total de 260 curtumes somente no Brasil que é considerado um dos maiores exportadores de móveis, calçados e objetos de couro para o mundo, tendo destaque para o Sul que concentra 149 unidades, na região Centro-Oeste possui 31 indústrias de couro. No contexto econômico o mercado de couro está se expandindo a cada ano, são produzidos de 23 a 25 milhões de unidades de couros processados anualmente no Brasil, o mercado movimenta mais de 6 milhões por ano.

Dentre os processos de transformação da pele de um animal para um produto resistente a biodegradação: o couro, eles utilizam uma lama tóxica de sais de cromo e uma solução de curtimento para que o material fique maleável e se de uma cor, garantindo sua preservação final e se tornando um artigo nobre (PACHECO, 2005).

O cromo (Cr), traduzido do grego “cor” um metal de transição branco, cristalino com baixa maleabilidade localizado no grupo 6 da tabela periódica, número atômico 24, massa atômica 51, pode existir em diferentes formas de oxidação, o cromo encontrado em resíduos industriais é

considerado carcinógeno, com isso quando não tratado o correto pode contaminar rapidamente a saúde do solo e dos seres vivos (UESB, 2014).

No curtume, para a mudança da pele crua para o couro ele passa por três fases: Primeiramente se inicia o processo de limpeza e preparação dessa pele, o curtimento que é a fase da aplicação do cromo, em seguida o pré-acabamento que passa pela secagem do couro e por último a fase de acabamento final conforme o cliente deseja. Durante todos esses processos tem o descarte de efluente, que é o resíduo proveniente das atividades industriais, ou seja, toda a água limpa utilizada durante a fabricação do couro após as misturas de produtos químicos, tintas, cromo entre outros se torna descartáveis, sendo enviadas por canaletas para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), recebida em uma lagoa de equalização, onde passa pelo tratamento físico-químico transformando esse efluente em lodo líquido e centrifugado, o líquido segue para fertirrigação em áreas de pivôs.

O presente projeto busca avaliar a qualidade desse solo no local onde ocorre o descarte do efluente em relação ao teor de cromo presente, com a finalidade de realizar a avaliação para que este parâmetro não prejudique o meio ambiente.

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é apresentar um levantamento bibliográfico sobre o cromo no meio ambiente, trazendo seus pontos positivos e negativos quando utilizado para fertirrigação e análises laboratoriais do efluente quando chega na estação e depois do tratamento, e posteriormente do solo quando recebe esse descarte através do pivô.

1.2 Objetivos específicos

Para o cumprimento do objetivo geral apresentado para este trabalho, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Fazer um levantamento bibliográfico para estudar o cromo e suas propriedades;
- Apresentar as legislações ambientais do curtume e identificar o limite permitido do parâmetro de cromo para descarte em solo;
- Detalhar os valores permitidos de cromo e a legislação vigente;

- Realizar a análise do efluente bruto e tratado do curtume;
- Realizar a análise do solo posterior a fertirrigação para avaliar os teores de cromo;
- Apresentar os resultados e discutir os mesmos baseado na literatura;
- Refletir sobre os efeitos que o excesso de cromo no solo pode causar no ser humano, realizando análise nos poços de monitoramento para consumo humano na empresa;

1.3 Justificativa

Ao observar a falta de relevância com o meio ambiente, bem como principalmente o cuidado com solo ao descartar resíduos e efluentes, notou-se a possibilidade de aprofundar uma pesquisa com um parâmetro que de certa forma causa bastante impacto ambiental quando descartado incorretamente em solo, o cromo.

O cromo tem sido reconhecido como potencialmente perigoso à saúde humana e à biota aquática por agências de controle ambiental de todo mundo, e estando entre as mais frequentes descargas de fontes pontuais de poluição (FREITAS, 2006).

A concentração média de cromo no solo brasileiro varia de 4 a 145 mg/kg, esse dado foi retirado através de uma pesquisa realizada em 2001 no Brasil e em outros locais do mundo (FREITAS, 2006).

A indústria de couro está presente em vários estados brasileiros e no mundo, o cromo é utilizado em grande escala para a transformação de peles de animais em um produto que resiste à biodegradação o couro. Gerando assim substâncias perigosas que prejudica a saúde ambiental, porém desde que atenda a legislação ambiental e realize o tratamento correto desse efluente o mesmo pode ser descartado através de fertirrigação em solo sem danificar o próprio.

O projeto tem por foco analisar e reportar os danos que causa no meio ambiente quando um efluente contendo esse parâmetro é descartado sem tratamento e sem controle, mostrando como pode ser prejudicial à saúde dos seres vivos e do meio ambiente.

A principal justificativa é a suma importância de cuidar do meio ambiente, por essa questão o projeto foi realizado pensando em analisar o teor de cromo presente no solo através de fertirrigação em um curtume, mostrando como é feito o tratamento desse parâmetro e suas causas a saúde ambiental.

Lembrando que uma fertirrigação com excesso de cromo ao longo do tempo pode causar impactos negativos ao solo como a acidificação e desequilíbrios nutricionais, esses danos podem ser bastante expressivos, pois afetam a absorção de água e nutrientes pela planta, além do desenvolvimento, devido a fertirrigação ser uma técnica usada para poder levar os nutrientes presentes na água até as raízes da planta, reduzindo a incidência de patógenos e queima de folhas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústrias de couro no Brasil

A indústria de couro brasileira, preparada para segmentos de artigos e objetos de couro, é formada por empresas de pequeno, médio e grande porte. O Brasil é considerado um dos maiores exportadores e produtores de couro e calçados do mundo, além disso o país possui o maior rebanho bovino, elevado a 200 milhões de cabeças (JUNIOR, 2022).

De acordo com o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), o país tem 244 plantas curtidoras, 2.800 indústrias de componentes para couro e calçados e 120 fábricas de máquinas e equipamentos. Conforme mostra na tabela 01, a produção de couro no Brasil, por região (CICB, 2023).

A concentração da produção de couro no país segue a distribuição do rebanho bovino, sendo a principal região produtora o Centro-Oeste. Isso acontece, pois, a pele é um material extremamente perecível e as indústrias precisam ficar próximas aos frigoríficos para que o produto não perca sua qualidade (CICB, 2023).

A cadeia produtiva do couro segue parâmetros de sustentabilidade por meio de dois programas de rastreabilidade: Certificação de Sustentabilidade do Couro Brasileiro (CSCB) e o Leather Working Group (LWG). Esses programas definem padrões ambientais e trabalhistas que os curtumes devem seguir e são uma espécie de garantia para os compradores de que o produto respeitou as boas práticas de produção sustentável. A maior parte dos curtumes exportadores do Brasil possui o nível máximo de certificação (CICB, 2023).

Material nobre, o couro é empregado em variadas indústrias, como a automotiva, moveleira, de calçados, vestuário, de decoração, entre outras. Sua fabricação é essencial também com uma visão de cadeia produtiva, para a continuidade de outros segmentos. E esta é justamente a ideia do setor: crescer, obtendo o melhor do que o couro pode oferecer em harmonia com o meio ambiente e a comunidade para fornecer produtos de qualidade a outros segmentos e, assim, contribuir cada vez mais para a economia e o desenvolvimento do país. Todos só têm a ganhar com o progresso da indústria de curtumes do Brasil (Ferrari, 2015).

Tabela 01 – Produção de couro no Brasil, por região.

Região	Número de couros	Participação (%)
Sul	12.385.750	38 %
Sudeste	11.027.250	33 %
Centro-Oeste	4.920.500	15 %
Nordeste	3.562.000	11 %
Norte	604.500	2 %
Total	32.500.000	100 %

Fonte: IBGE, 2022.

2.2 O cromo usado no processo do couro e seus impactos ambientais

O cromo é um elemento bioativo que, embora presente no organismo em pequenas quantidades, realiza importantes funções, particularmente no metabolismo da glicose. No entanto, quando em concentrações elevadas, e sobretudo em estado de oxidação diferente de 3, é potencialmente perigoso à saúde e ao equilíbrio ambiental (NRIAGU; NIEBOER, 1988).

O cromo é um dos metais pesados mais tóxicos e é descarregado no meio ambiente pelo despejo de efluentes de diversos setores industriais, como o metalúrgico, siderúrgico, têxtil, curtumes, entre outros. Dentre esses, destaca-se o curtimento de peles com sais de cromo como um dos processos que apresenta maior risco de contaminação ambiental (UFU, 2017).

O cromo é um elemento encontrado na natureza de rochas, plantas, solo e até mesmo em gases vulcânicos. As formas mais comuns encontradas no ambiente são o cromo (0), cromo (III), o cromo hexavalente, geralmente produzido em processos industriais (IPEN, 2016).

Os resíduos contendo metais pesados são considerados perigosos ao meio ambiente e à saúde humana, pois quando descartados erroneamente no solo podem se infiltrar e atingir lençóis freáticos no ecossistema (UFPR, 2017).

Nesse sentido, a busca por métodos de tratamentos de metais pesados presentes nos efluentes é de suma importância para que as atividades industriais não impactem o meio ambiente. Além disso, a recomendação do tratamento mais adequado para determinadas situações é uma informação valiosa para garantir eficiência e pureza elevadas dos efluentes ao final do processo (UFU, 2017).

Ressalte-se que a legislação brasileira impõe uma série de regras rigorosas aos projetos industriais que utilizam esse elemento (SILVA; PEDROZA, 2001).

2.2.1 Caracterização do cromo

O cromo (Cr) é um metal acinzentado e lustroso que abre o grupo 6 da tabela periódica, é resistente a corrosão e ao ataque químico em temperatura ambiente. Apresenta, principalmente, os estados de oxidação +2, +3 e +6, inclusive uma característica interessante é que todos os compostos de cromo são coloridos (NOVAIS, 2016).

Foi descoberto em 1797 pelo químico francês Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829), o nome vem da palavra grega chroma, que significa “cor”, por ser cores diferentes cada composto. O cromo é um metal bastante ativo ele não reage com a água, mas reage com a maioria dos ácidos, combina-se com o oxigênio a temperatura ambiente para formar óxido de cromo. O cromo foi empregado principalmente como corante em pinturas. No final do século XIX começou a ser utilizado como aditivo em aço. Atualmente, em torno de 85% do cromo consumido é utilizado em ligas metálicas (RODRIGUES, 2007).

A concentração deste elemento varia grandemente com a natureza da rocha ou sedimentos. As maiores concentrações de cromo são encontradas geralmente associadas a grãos bastante pequenos (RICHARD; BOURG, 1991).

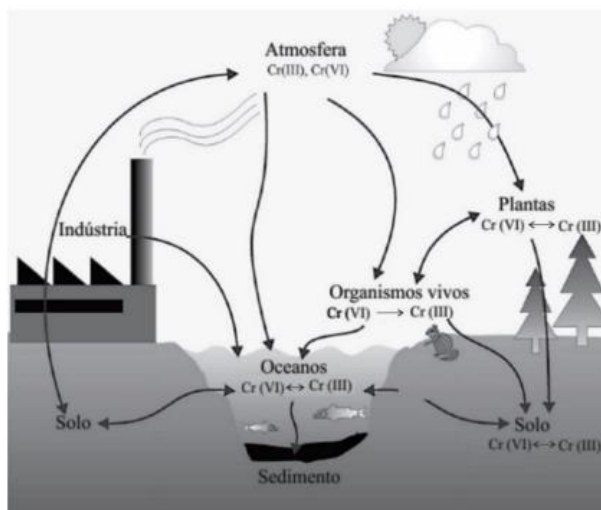
2.2.2 Malefícios do cromo no solo

Nos estudos ambientais de áreas contaminadas, é de extrema importância o conhecimento do histórico da contaminação, das características e do comportamento do contaminante, assim como do meio impactado para direcionar os esforços de investigação, diagnóstico e remediação (CETESB, 2001).

Os resíduos contaminados por cromo dispostos regular ou irregularmente no solo são atingidos pela precipitação, onde parte da água escoar superficialmente ou permanece acumulada na superfície e outra sofre infiltração ou evaporação. A água infiltrada e de percolação alcança o solo e interage com as fases sólida, líquida e sua microfauna e flora. Essas interações determinam a mobilidade do metal e afetam o transporte e a retenção do mesmo no meio físico (UEP, 2016).

Os compostos de cromo são persistentes no meio ambiente e são caracterizados pela insolubilidade e imobilidade quando comparado com outros metais. O estado de valência que prevalece depende do tipo de ambiente encontrado pelo metal: o Cr (VI) predomina em condições oxidantes elevadas, e o Cr (III) em ambientes redutores (Figura 01).

Figura 01 – Ciclo e especiação do cromo no ambiente



Fonte: Filho, 2016.

A contaminação por metais como o cromo podem causar problemas ambientais e de saúde pública, podendo afetar o crescimento morfológico e metabólico dos microrganismos.

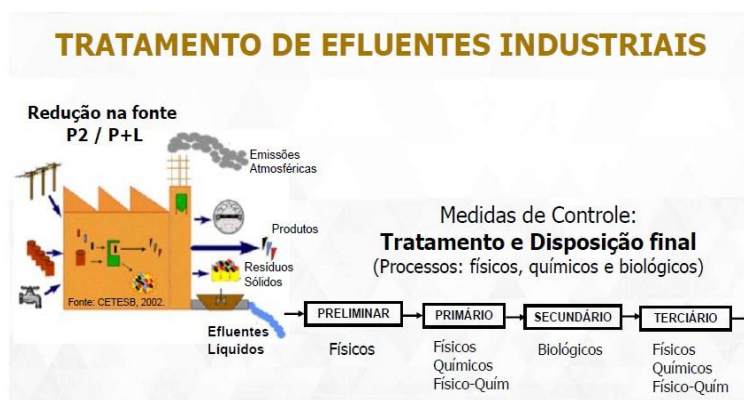
A contaminação do solo altera drasticamente a sua composição, o que pode causar: redução de fertilidade, perda de nutrientes, desequilíbrio ecológico, liberação de gases poluentes, desertificação, contaminação de alimentos e principalmente a intoxicação de humanos e animais por meio da ingestão dessas substâncias. Portanto, zelar pela qualidade do solo é além de uma responsabilidade ambiental, uma preocupação social que toda empresa consciente deve ter (SANIPLAN, 2017).

2.3 Tratamento de Efluente

Os tratamentos de efluentes industriais, figura 02, estão diretamente ligados a preservação ambiental, sendo que estes envolvem a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria (CRESPILHO et al., 2004).

Um sistema de tratamento de efluentes é constituído por uma série de etapas e processos, os quais são empregados para a remoção de substâncias indesejáveis da água ou para sua transformação em outra forma que seja aceitável pela legislação ambiental, os principais processos de tratamento são reunidos em um grupo distinto, sendo eles os processos físicos, químicos e biológicos (PROJETO MUNICIPIO VERDE, 2012).

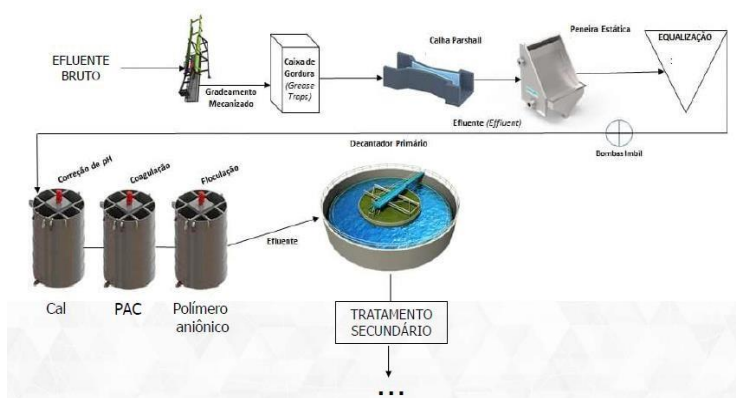
Figura 02 – Tratamento de efluentes industriais.



Fonte: Cavalcanti, 2012.

Dentre os vários processos de tratamento de efluentes, pode-se destacar os processos físicos, que são caracterizados por métodos de separação de fases, sendo que este fato pode ocorrer através de gradeamento, peneiramento, sedimentação ou decantação e por flotação dos resíduos (CRESPILOHO, et al., 2004). Conforme mostra a figura 03, fluxograma das etapas no tratamento físico químico, utilizado em curtumes:

Figura 03 – Fluxograma do tratamento de efluente.



Fonte: Crespilho, 2004.

1) Gradeamento, representado na figura 04: Remoção de materiais grosseiros, proteção de dispositivos e equipamentos contra obstrução e remoção parcial da carga poluidora. Esses modos de limpeza são simples/manuais e mecanizadas, espaçamento entre barras, inclinação das grades e seção das barras.

Figura 04 – Gradeamento.



Fonte: Autoria própria.

2) Equalização: Minimização ou controle das variações de vazão, neutralização e homogeneização do efluente, tornando uniforme: pH, temperatura, turbidez, sólidos, DQO, cor, etc. e minimização das variações de concentração. Na figura 05, a representação de uma lagoa de equalização.

Figura 05 – Lagoa de equalização.



Fonte: Autoria própria.

3) Coagulação: A coagulação é o processo de desestabilização das partículas coloidais, mediante adição de um coagulante adequado, a fim de que possam agrupar-se e ser eliminadas por floculação. Dentre os coagulantes mais empregados, no tratamento de efluente, são os inorgânicos de ferro e alumínio.

4) Floculação: Após o processo de coagulação o efluente deverá passar pelo processo de floculação, objetivando fazer com que os coágulos, que são partículas desestabilizadas, tendam a formar agora partículas maiores denominadas flocos. A floculação pode ser mecânica ou hidráulica. A flotação é uma técnica de separação de misturas que consiste na introdução de bolhas de ar a uma suspensão de partículas. Com isso, verifica-se que as partículas aderem às bolhas, formando uma espuma que pode ser removida da solução e separando assim seus componentes de maneira efetiva. O importante nesse processo é que ele representa exatamente o inverso da sedimentação das partículas (MASSI, et al., 2008).

2.4 Efluente de um curtume usado na fertirrigação

A fertirrigação é a aplicação localizada de fertilizantes via água de irrigação, sendo uma técnica que implica no uso racional de fertilizantes em agricultura irrigada, uma vez que aumenta a eficiência de seu uso (as perdas por evaporação superficial são reduzidas), reduz mão-de-obra e o custo com máquinas, além de flexibilizar a época de aplicação, podendo as doses recomendadas ser fracionadas, conforme a necessidade da cultura. É uma prática usada em grande escala nos países e regiões onde a agricultura irrigada é desenvolvida (OLIVEIRA, 2007).

A fertirrigação apresenta as seguintes vantagens: atende às necessidades nutricionais da cultura de acordo com a absorção dos nutrientes; aplicação dos nutrientes restrita ao volume molhado, onde se encontra a região de maior atividade das raízes; quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas à necessidade da planta. Em função da fase de crescimento e das condições climáticas; a camada de sobreposição de folhagens é mantida seca, reduzindo a incidência de patógenos e queima das folhas. Como desvantagens apresentam: retorno do fluxo de solução à fonte de água, podendo provocar contaminação; possibilidades de entupimento dos tubos emissores, possibilidades de contaminação do manancial subsuperficial ou subterrâneo citam como desvantagem o fato de que, se o técnico não for capacitado para usar a técnica de fertirrigação de modo adequado, vai ter erros na aplicação de excesso de adubação e no uso de algumas

recomendações, sem considerar as condições de solo e clima em que esta técnica está sendo realizada (SCHUSTER, 2015).

A fertirrigação permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura. Sendo assim, a quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura ao longo das fases de desenvolvimento (FERNANDES, 2002). Sempre mantendo uma concentração salina da solução nutritiva que não prejudique o fluxo de absorção de água pela planta, não afetando o potencial osmótico em torno das raízes (ANDRIOLO, 2005).

Dentro da indústria de um curtume, todos os efluentes (resíduos líquidos) gerados no processo produtivo são conduzidos até um tanque de equalização e homogeneização da ETE (ACHON, 2008).

Com o objetivo de proporcionar uma mistura uniforme dos efluentes a homogeneização dos tanques é contínua com a utilização de aeradores flutuantes. Na sequência, o efluente segue para o tanque de mistura e, quando necessário, ocorre correção de pH por aditivos químicos. Junto à dosagem destes produtos é adicionado coagulante, que age e auxilia no processo de flotação com injeção de microbolhas de ar (ACHON, 2008).

Após as etapas descritas, consideradas como tratamento primário, o efluente clarificado é escoado para dois reatores biológicos - com sistema de lodo ativado - que vão atuar na remoção da matéria orgânica. Por funcionarem com organismos biológicos aeróbios esses reatores necessitam contínua introdução de oxigênio por aeradores (ACHON, 2008).

Os efluentes de saída dos dois reatores recebem a adição de polímero (carga catiônica) e, eventualmente, uma dosagem de Policloreto de alumínio (PAC), que auxiliam na sedimentação do lodo e correção do pH (ACHON, 2008). O efluente já clarificado escoar pela superfície do decantador até a lagoa de polimento onde segue para um tanque com vertedouro triangular para medição da vazão e posterior lançamento no corpo receptor (BARROSO; CORDEIRO, 2002).

Os parâmetros mais importantes no monitoramento dos efluentes (ETE) são os sólidos (SS), a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Os constituintes químicos dos efluentes, de maior importância para o uso de fertirrigação são os nutrientes N (nitrogênio), P (fósforo) e Na (sódio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e B (boro). Portanto os efluentes tratados são compostos por nitrogênio e fósforo. A fertirrigação no solo tem o principal

objetivo de correção do solo, pois o efluente de um curtume tem o que o solo necessita cálcio, fosforo e nitrogênio (CETESB, 2018).

2.5 Uso da espectroscopia em análise química

A espectroscopia é uma técnica experimental que se baseia na utilização da luz para estudar a composição, estrutura e as propriedades da matéria. As informações obtidas são extraídas a partir do espalhamento sofrido pela radiação eletromagnética após a interação da mesma com o material, que pode ser inorgânico ou orgânico (IFUSP, 2022).

Refere-se ao campo da ciência que trata da mensuração e da interpretação da luz que é absorvida ou emitida por uma amostra. Esse tipo de análise, muitas vezes, envolve o uso de um espectro, que é o padrão que se observa quando a luz é separada em suas diversas cores, ou bandas espectrais (SCHRIPSEMA, 2021).

Espectrômetro, é projetado para medir eletronicamente a quantidade de luz que há em um espectro de uma determinada banda espectral ou de um grupo de bandas. O eixo x de um espectro indica o tipo de luz que está sendo medida ou observada. O eixo y de um espectro mostra a quantidade de luz que é emitida por uma determinada fonte (como o Sol), ou que interage com uma amostra (atmosfera da Terra) (SCHRIPSEMA, 2021).

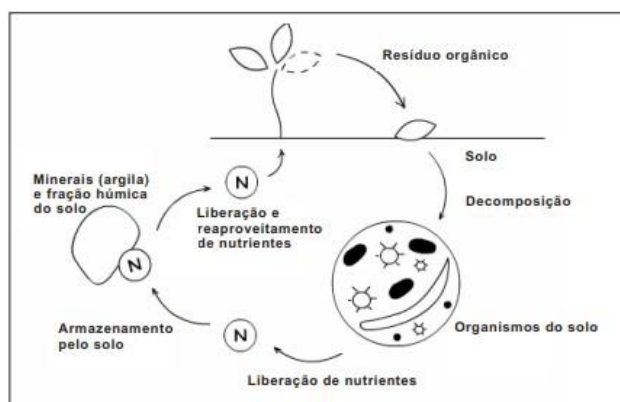
A análise química por espectrometria segue um padrão bem definido. É importante ressaltar que as etapas devem ser seguidas de maneira igualitária em todos os procedimentos, possibilitando a padronização dos testes e a análise comparativa dos resultados. (LABTEST, 2018). Sendo assim, é fundamental que o procedimento englobe: Seleção de parâmetros, limpeza de equipamentos e análise de resultados (LABTEST, 2018).

2.6 O solo no meio ambiente

O solo interage com todos os seres vivos. Todos os nutrientes que as plantas absorvem, e que posteriormente são utilizados por nós e por todos os seres, têm, em algum período de seu ciclo, uma passagem pelo solo. Além disso, o solo contém uma imensa riqueza de vida (organismos), os quais promovem o reaproveitamento dos nutrientes (LIMA; MELO, 2007).

Assim, DORAN e PARKIN (1996) mostraram que o solo pode atuar em seis funções críticas: 1) Ciclagem de materiais orgânicos para liberação de nutrientes, que posteriormente serão reutilizado na síntese de nova matéria orgânica, ou seja, um ciclo, conforme mostra a figura 06; 2) Estocagem e gradual liberação de água e nutrientes; 3) Divisão da água da chuva que chega à superfície do solo: escoamento superficial e infiltração; 4) Manutenção da diversidade de habitat necessária aos seres vivos do solo; e) Sustentação das raízes e resistência à erosão provocada pelo vento e água; 5) Divisão (partição) da energia superficial, importante em processos globais.

Figura 06 – Ciclagem de materiais orgânicos para liberação de nutrientes.



Fonte: Lima; Melo, 2007.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para obter as respostas a respeito do tema apresentado neste trabalho, foram realizadas análises do solo para alcançar os resultados através de pesquisas com levantamento bibliográficos, trazendo a abordagem quantitativa. Segundo Michel (2005), a pesquisa quantitativa é conseguida na busca de resultados exatos evidenciados por meio de variáveis, em que se verifica e explica a influência, mediante análise da frequência de incidências e correlações estatísticas (MICHEL, 2005).

A pesquisa é experimental e bibliográfica, que irá buscar elencar e responder a questões referentes ao uso do cromo no processo de curtimento do couro e aos seus impactos ambientais. Para Gil (2008), pesquisa Bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos e a Experimental quando se determina um objeto de estudo, seleciona-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, define-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

O presente trabalho vai ter por foco o levantamento bibliográfico através das legislações ambientais e licenças de funcionamento para o determinado curtume que realiza a fertirrigação, considerando os limites permitidos para obtenção dos resultados finais do projeto.

Abaixo seguem os detalhes da parte experimental realizada.

3.1 Coleta do solo

Para prosseguimento dos objetivos do trabalho, foi realizado a coleta de solo em um frasco conforme figura 07, em três superfícies, seguindo o mesmo procedimento que a empresa realiza segundo as exigências da LO do curtume: Uma contendo solo com o efeito da fertirrigação do efluente gerado na produção do couro contendo o cromo, esse efluente passa pela a ETE é tratado depois o mesmo é descartado em fertirrigação através de pivôs.

Após a coleta dessa amostra, foram realizadas as análises para apresentação da quantidade de cromo presente nesse solo. Em seguida analisamos os laudos e verificamos se o cromo está no limite permitido ou ultrapassado. O grande objetivo é poder identificar o impacto que essa constante pode causar no meio ambiente e na saúde dos seres vivos, caso esteja em abundância.

seguimos para o laboratório para realizarmos a análise de teor de cromo presente no efluente quando chega da indústria e posteriormente poder realizar uma comparação com o tratamento, para identificarmos melhor a remoção do cromo através do tratamento.

3.1.4 Análise do teor de cromo no efluente

Após a chegada das amostras do efluente no laboratório, seguindo a metodologia de análise de determinação do teor de cromo total em líquidos e sólidos, procedimento interno da empresa, foram realizados os seguintes procedimentos: No interior de uma capela com a exaustão ligada homogeneizamos 20 mL da amostra, transferimos a quantidade com a pipeta para um erlenmeyer de 250 mL, adicionamos algumas pérolas de ebulição ao erlenmeyer, acrescentamos 5 mL de ácido sulfúrico e realizamos a agitação, logo após, adicionamos 10 mL de ácido perclórico e de delicadamente movimentamos o frasco, colocamos sobre a chapa de aquecimento e aguardamos até que a amostra chegar em uma cor clara.

Quando se obtém a tonalidade tom desejado retiramos do aquecimento e aguardamos por 5 minutos, com o auxílio da proveta adicionamos 50 mL de água destilada e agitamos. Após realizarmos bem a mistura, voltamos para o aquecimento e assim que atingimos a ebulição aguardamos 2 minutos e retiramos do aquecimento e respeitamos o resfriamento total da amostra.

O próximo passo foi pegar o reagente ChromaVer, que é um reagente em pó, pre-dosado, pronto para ser utilizado, embalado em sachês de alumínio, indicado para amostras de 10 mL. Em seguida ligar o espectrofotômetro, pegar as cubeta de 10 mL e preencher até a marcação com a amostra, pegar um envelope do reagente ChromaVer, e segurando o gargalo da cubeta com uma mão, realizamos os movimentos de rotação suavemente.

O resultado do teor de cromo presente no efluente é obtido através da leitura que o espectrofotômetro realiza, apresentando o resultado em absorbância em mg/L, o mesmo já é calibrado com uma curva analítica, após a verificação do resultado apresentado deve-se multiplicar pelo número de vezes que a amostra foi diluída e verificar se o mesmo está acima do limite permitido da licença ambiental.

Realizamos esse mesmo processo para o efluente bruto e o tratado, em momentos diferentes, mas seguindo a mesma metodologia de análise.

3.1.5 Análise do cromo presente no solo

Com a chegada das amostras de solo no laboratório, seguindo a metodologia estabelecida pela empresa através do método de análises interno realizamos os seguintes procedimentos: Uma pequena quantidade foi extraída e dissolvida em ácido nítrico concentrado, usando micro-ondas de aquecimento, logo após essa amostra foi colocada em um polímero de fluorcarbono, e aquecido através de micro-ondas por 5 minutos.

Após o resfriamento, o conteúdo foi filtrado, diluído e seguiu para a análise do teor de cromo que foi realizado através do espectrofotômetro: Com o resfriamento das amostras adicionamos 10,5 mL de água destilada para um espectrofotômetro a 590nm; (II) Mebius otimizado, para esta análise, pesamos 0,2 g de solo em tubo de cultura de 25 mm, em seguida adicionamos 4 mL solução dicromo 0,1667 mol., e ácido sulfúrico com volumes variando de 2, 4, 6, 8 e 10 mL, mantemos em aquecimento à 140°C e tempo variando de 36, 108, 180, 252 e 324 min, após o resfriamento realizamos a leitura do espectrofotômetro, que já nos forneceu o resultado.

Repetimos esse processo para cada amostra coletada, das três profundidades diferentes e do solo virgem com o fertirrigado.

3.1.6 Análise de dados referente a Legislação Ambiental

Durante as análises do teor de cromo presente no solo e no efluente de um curtume, foi realizado o levantamento bibliográfico através de leituras sob a legislação ambiental de uma empresa coureira e também suas licenças de funcionamentos.

Para esse trabalho, estudamos a licença de funcionamento LF 1809/2014, da secretária do meio ambiente de recursos hídricos (SEMAD) do estado de Goiás, que segue a resolução do CONAMA 006/86 e tem como principais condicionantes:

- I. Apresentação de um relatório anual até o mês de março, onde mostra o monitoramento e controle da poluição ambiental da indústria;
- II. Deve-se apresentar à SEMAD, anualmente, análises completas do solo irrigado, contendo análises comparativas das transformações ou não ocorridas no solo a cada período de seis meses.

- III. Apresentar anualmente análises completas dos poços de monitoramento com comparativos ou não para monitorar os poços presentes nas áreas da fertirrigação.

Após o levantamento dessas condicionantes e a obtenção dos resultados, podemos realizar o comparativo, e concluir nosso trabalho caso o teor de cromo no solo esteja dentro da legislação e sem causar impactos ambientais.

3.1.7 Análise de cromo nos Poços de Monitoramento

A empresa possui poços de monitoramento para consumo humano, então deve ser realizado análises de parâmetros necessários para uma água potável. Dentre esses parâmetros possui o cromo que em alta quantidade pode causar problemas de saúde, devido os poços ficarem nas áreas de solo que recebem a fertirrigação é necessário esse controle em razão do risco de contaminação da água subterrânea.

As análises dos poços de monitoramento são realizadas por laboratório terceiro, não conseguimos ter acesso a todo método de análise utilizado para poder realizar, devido a isso fizemos um levantamento dos laudos com os resultados obtidos no 1º semestre de 2023 e um comparativo com o limite permitido de acordo com a legislação do curitume, para verificarmos se a quantidade de cromo presente na água está de acordo com o permitido sem causar danos à saúde humana.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizamos as coletas dos efluentes (bruto e tratado) e do solo após receber a fertirrigação em frascos, fechados e identificados, posteriormente em um laboratório realizamos as análises desses materiais para identificação do teor de cromo presente em cada amostra, o valor da quantidade de cromo identificado em cada amostra é dado pelo espectrofotômetro, após todo o procedimento, conforme citado na metodologia. Abaixo podemos analisar os resultados obtidos durante as análises.

4.1. Teor de cromo presente no efluente tratado

Conforme podemos observar na Tabela 02, realizamos as coletas e análises durante o 1º semestre de 2023 os resultados obtidos nas análises referente ao parâmetro de cromo no efluente enviado para fertirrigação após o tratamento está dentro do limite permitido pelo CONAMA 006/86, sendo 5mg/L. Foi verificado que no mês de março teve o limite um pouco acima do adequado, isso se pode acontecer devido o artigo do couro produzido naquele mês que pode conter uma quantidade maior de cromo ou determinados produtos químicos presente que dificulta a sua remoção com mais clareza durante o tratamento, a análise foi feita novamente em outro período ainda dentro do mês de março e ficou com o resultado de 3,68 respondendo o nosso objetivo de ficar dentro do limite permitido de 5 mg/L.

Referente ao efluente enviado para os pivôs com destino a fertirrigação durante esse semestre de análises e observação obteve bons resultados e apresentou que o curtume está realizando as atividades dentro do permitido para sua licença ambiental, cumprimento seus deveres sustentáveis e não ocasionando danos ao meio ambiente.

Para uma comparação, na Tabela 3 os resultados de análises do efluente no momento em que chega na ETE, antes do tratamento. Assim foi verificado com mais clareza a quantidade de remoção que está sendo realizada para aplicação no pivô e consequentemente no solo. Efluente que identificamos no trabalho como efluente bruto, pois ainda não recebeu o devido tratamento.

Tabela 02 – Resultados do teor de cromo no efluente tratado em um curtume.

MÊS	RESULTADO	LIMITE PERMITIDO
Janeiro / 2023	0,96 mg/L	5 mg/L
Fevereiro /2023	2,59 mg/L	5 mg/L
Março / 2023	5,95 mg/L	5 mg/L
Abril / 2023	2,66 mg/L	5 mg/L
Maio / 2023	1,44 mg/L	5 mg/L
Junho / 2023	4,39 mg/L	5 mg/L
Julho / 2023	2,57 mg/L	5 mg/L
Agosto / 2023	3,06 mg/L	5 mg/L
Setembro / 2023	3,73 mg/L	5 mg/L

Fonte: Autoria própria.**4.2. Teor de cromo presente no efluente bruto****Tabela 03** – Resultados do teor de cromo no efluente bruto em um curtume.

MÊS	RESULTADO	LIMITE PERMITIDO
Janeiro / 2023	58,31 mg/L	-
Fevereiro /2023	21,37 mg/L	-
Março / 2023	38,43 mg/L	-
Abril / 2023	35,57 mg/L	-
Maio / 2023	48,75 mg/L	-
Junho / 2023	59,04 mg/L	-
Julho / 2023	44,93 mg/L	-
Agosto / 2023	43,99 mg/L	-
Setembro / 2023	31,97 mg/L	-

Fonte: Autoria própria.

Conseguimos observar que o valor de cromo presente durante o processo de couro é alto e quando chega na ETE, o valor é alto de cromo presente para um efluente que vai seguir a fertirrigação. Em comparação com a tabela 2, que nos mostra os resultados após o tratamento físico-químico que acontece na estação de tratamento desse curtume, respeitando o atendimento a licença e aplicação no solo, observamos que o procedimento realizado no curtume consegue remover a seguinte porcentagem de cromo antes da sua aplicação, conforme nos mostra a tabela 04:

Tabela 04 – Resultados de remoção do cromo %:

MÊS	RESULTADO
Janeiro / 2023	98,35 %
Fevereiro / 2023	87,88 %
Março / 2023	90,42 %
Abril / 2023	92,52 %
Maio / 2023	97,04 %
Junho / 2023	92,56 %
Julho / 2023	94,27 %
Agosto / 2023	93,04 %
Setembro / 2023	88,33 %

Fonte: Autoria própria.

Com os resultados da tabela 04, fica claro que o tratamento não consegue efetivar 100 % da remoção do cromo antes de realizar a sua aplicação no meio ambiente, porém atinge-uma remoção significativa, com isso pode-se concluir que não danifica e nem prejudica a saúde ambiental, a sua aplicação no solo.

4.3. Teor de cromo presente no solo

Na tabela 05, são apresentados os resultados obtidos para o teor de cromo presente no solo após receber a fertirrigação. Esse sistema é realizado através de 04 pivôs para atendimento de todas

as áreas de produção do curtume. Conforme solicitado na legislação, as análises devem ocorrer semestral, então em maio/23 as coletas e posteriormente as análises para obtenção dos resultados.

Tabela 05 – Resultados do teor de cromo no solo em um curtume.

MAIO / 2023	RESULTADO	LIMITE PERMITIDO
Pivô 01	280,42 mg/kg	400 mg/kg
Pivô 02	314,16 mg/kg	400 mg/kg
Pivô 03	231,38 mg/kg	400 mg/kg
Pivô 04	199,19 mg/kg	400 mg/kg

Fonte: Autoria própria.

Através da análise da tabela acima, observa-se os melhores resultados durante o semestre. Com isso mostra que o solo não está sendo prejudicado com excesso de cromo e está atendendo o limite da licença de funcionamento do curtume. É evidente que o solo recebe uma boa aplicação do efluente e não ultrapassa seu limite permitido em relação ao cromo, levando em consideração que o efluente é rico em NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) elementos essenciais que o solo necessita, para uma boa fertilidade e desenvolvimento.

As análises devem continuar sendo feitas semestralmente pelo curtume, e para qualquer alteração ou aumento do teor de cromo, deve ser feito uma reanálise e posteriormente um comunicado ao órgão ambiental justificando o não atendimento da condicionante. Segundo histórico analisado desse curtume e nosso experimento nesse primeiro semestre de 2023, o mesmo vem atendendo as necessidades e ficando com o parâmetro dentro do permitindo, conseguindo realizar a entrega anual dos relatórios exigidos em sua licença que segue a resolução do CONAMA 006/86.

4.4. Revisão de literatura

Como resultado do levantamento bibliográfico, podemos concluir que o curtume que realizamos nossas amostragens, posteriormente análises e leituras das licenças, possui a LF 1809/2014, emitida pela secretaria do estado de Goiás (SEMAD) a qual eles respondem as condicionantes dentro do prazo e está vigente no momento.

Figura 09 – Resultado das análises de solo semestralmente.

ID ÁREA ¹	PARÂMETRO	UNIDADE DE MEDIDA	CAMADA	1º semestre 2021	2º semestre 2021	1º semestre 2022	2º semestre 2022	1º semestre 2023
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Arsênio Total - (As)	(mg/kg)	0-20	1,10	0,32	0,28	0,30	0,86
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Arsênio Total - (As)	(mg/kg)	20-40	0,78	0,79	0,29	0,31	1,05
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Arsênio Total - (As)	(mg/kg)	40-60	1,38	0,30	0,29	0,30	0,73
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cádmio Total - (Cd)	(mg/kg)	0-20	0,18	0,19	0,17	0,19	0,17
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cádmio Total - (Cd)	(mg/kg)	20-40	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cádmio Total - (Cd)	(mg/kg)	40-60	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Chumbo Total - (Pb)	(mg/kg)	0-20	9,13	8,16	8,95	8,46	8,07
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Chumbo Total - (Pb)	(mg/kg)	20-40	9,15	9,16	9,47	8,78	8,01
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Chumbo Total - (Pb)	(mg/kg)	40-60	9,94	8,30	9,83	9,29	8,64
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Hexavalente - (Cr (VI))	(mg/kg)	0-20	0,09	0,25	0,22	0,24	0,23
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Hexavalente - (Cr (VI))	(mg/kg)	20-40	0,09	0,10	0,23	0,25	0,23
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Hexavalente - (Cr (VI))	(mg/kg)	40-60	0,09	0,24	0,23	0,38	0,23
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Total - (Cr)	(mg/kg)	0-20	63,20	156,81	166,11	388,44	177,23
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Total - (Cr)	(mg/kg)	20-40	74,20	74,20	169,48	203,23	166,45
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Cromo Total - (Cr)	(mg/kg)	40-60	60,50	138,20	213,99	175,62	330,83
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Mercurio Total - (Hg)	(mg/kg)	0-20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Mercurio Total - (Hg)	(mg/kg)	20-40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Mercurio Total - (Hg)	(mg/kg)	40-60	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Níquel Total - (Ni)	(mg/kg)	0-20	8,79	9,52	11,20	12,47	10,81
Pivô 01 - Área A - Cordenada: 18°22'48.14"S / 49°11'52.35"O	Níquel Total - (Ni)	(mg/kg)	20-40	8,93	8,94	12,07	10,84	13,50

Resultado das análises de solo.

Fonte: Curtume, 2023.

Podemos concluir que são realizadas as análises conforme solicitamos semestralmente, e como nos mostra a figura 09, a tabela em Excel, permitindo avaliar todos os pivôs separado por áreas e profundidade como é a exigência e são analisados no total 35 parâmetros, dentro deles o cromo que é o nosso maior objetivo do trabalho. Todos os parâmetros têm um limite permitido a ser atendido e devemos ter a atenção em todos, para não ocorrer possíveis danos futuramente ao solo que vem a receber esse efluente.

4.4. Teor de cromo presente nos poços de monitoramento

Nas áreas dos pivôs, observamos durante nossa pesquisa que possui poços de monitoramento (PM), esses poços devem ser controlados para garantir que o efluente da irrigação não está atingindo a água dos poços que vão para o consumo humano. Como podemos observar na tabela 06, o resultado das análises referente ao mês de maio/2023, do parâmetro cromo. Porém as amostras e análises são realizados semestral e seguindo o escopo de 28 parâmetros, toda a coleta e seus respectivos resultados são realizados por laboratório terceiro mas atende a última condicionante das principais da licença de funcionamento do curtume, que é a apresentação do controle de monitoramento dos poços, conforme mostra a Tabela 06, com os laudos das análises realizadas. Reanálises também são adquiridas quando necessário.

Tabela 06 – Resultados do teor de cromo no poço de monitoramento.

MAIO / 2023	RESULTADO	LIMITE PERMITIDO
PM 01	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 02	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 03	SECO	0,005 mg/L
PM 04	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 05	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 06	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 07	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 08	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 09	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 10	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 11	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 12	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 13	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 14	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 15	SECO	0,005 mg/L
PM 16	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 17	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 18	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 19	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 20	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 21	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 22	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 23	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 24	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 25	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 26	0,002 mg/L	0,005 mg/L
PM 27	0,002 mg/L	0,005 mg/L

Fonte: Autoria própria.

Conforme observa-se na tabela acima, o cromo não ultrapassa o limite permitido no poço de monitoramento, não causando nenhum problema a saúde dos colaboradores. Conforme mencionado acima essas análises são realizadas por laboratórios externos, com isso tivemos acesso a esses resultados através de pesquisas em laudos.

Realizamos nosso levantamento de pesquisas através de revistas tanto de curtumes como de legislações ambientais, entender e compreender não é tão simples para cada segmento existe uma norma diferente, um limite a ser permitido. Quando falamos em curtume foi bem nítido que é um dos ramos mais prejudiciais ao meio ambiente, com isso seus condicionantes para atendimentos são bem rígidos e todo cuidado é pouco, pois é uma atividade altamente poluente, devido a empregar grandes quantidades de sal, cal, sulfetos, cromo e outros materiais tóxicos. Por isso trazer como resultado somente atos positivos e pode mostrar que a empresa consegue realizar um cuidado eficiente em todos os seus controles é gratificante.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Convém lembrar que ao decidir a realização desse trabalho, de acordo que foi acontecendo as análises, os estudos, percebemos o quanto o curtume tem um impacto grande no meio ambiente. Rotulado como uma das atividades mais poluente devido os materiais utilizados, tivemos a certeza que optamos pelo certo pois teríamos muito o que estudar e apresentar com todos sendo os resultados positivos ou negativos, já que o maior objetivo é o cuidado com o meio ambiente.

O cromo sendo o principal material utilizado dentro do processo e devido ser altamente toxico e prejudicial, podemos ver nele a possibilidade de verificar como é o cuidado e o respeito as normas ambientais. Em consideração do objetivo principal sobre o teor de cromo presente em solo que recebe fertirrigação do efluente industrial de um curtume, concluímos que o trabalho foi finalizado com sucesso trazendo evidências do cumprimento das exigências ambientais dentro da indústria com relação a preservação do solo e suas áreas próximas.

Os resultados encontramos desde os estudos nas pesquisas bibliográficas as análises laboratoriais realizadas, foram positivos trazendo uma relevância para o tema escolhido. Mostrando que o parâmetro analisado permaneceu dentro do limite permitido em todas as amostras analisadas e os laudos, relatórios solicitados são entregues dentro do prazo determinado para o órgão ambiental tendo o compromisso e comprometimento. O principal objetivo do projeto foi atendido.

Conclui-se que a questão ambiental está presente nesse curtume e tem grande relevância para os colaboradores, com isso identificamos como é importante alguém ou uma empresa cuidando do meio ambiente que é o maior bem.

O trabalho foi voltado para as questões ambientais devido o merecimento e respeito que devemos ter, após a finalização do projeto encerramos com a seguinte frase: ‘Quem ama preserva.

Preservar o meio ambiente, é preservar a VIDA” – Andrea Taiyoo.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, **Fertirrigação em eucalipto com efluente tratado de indústria de laticínios.** Disponível em: <https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriana.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

ACHON, **Fertirrigação em eucalipto com efluente tratado de indústria de laticínios.** Disponível em: <https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriana.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

BARROSO, CORDEIRO, **Fertirrigação em eucalipto com efluente tratado de indústria de laticínios.** Disponível em: <https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriana.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

BIAGIO, **Couro e calçados.** Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482dspace/bitstream/123456789/1435/1/2022_CDS_243.pdf. Acesso em 02 nov. 2023.

BURSZTYN, M.; MURSZTYN, M. A. **Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CAVALCANTI, J, E. W de A. **Manual de tratamento de Efluentes Industriais.** Disponível 2 ed. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda, 2012.

CENTURIONE FILHO, P, L, DI BERNARDO, L, **Procedimento para execução de ensaios de flotação/filtração em equipamentos de bancada.** Disponível na revista Engenharia Sanitária e Ambiental. V8, n1, p 39-44, 2003.

CETESB, **Curtumes.** Disponível em: <https://www.crq4.org.br/downloads/curtumes.pdf>. Acesso em 15 jun. 2022.

CMS, **Atual mercado do couro no Brasil.** Dores do Campo. Disponível em: <https://curtumesaomarcos.com.br/fique-por-dentro-do-atual-mercado-do-couro-no-brasil/>. Acesso em 01 jun. 2022.

DORIN e PARKIN, **O solo no meio ambiente: Abordagem para professores e alunos do ensino fundamental e médio.** Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo_escola/solo_meio_ambiente.pdf. Acesso em 26 jul. 2022.

EDUCAPOINT, **Mercado do couro: conheça este importante subproduto.** Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-geral/mercado-couro-importantesubproduto/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Centro,f%C3%A1bricas%20de%20m%C3%A1quinas%20e%20equipamentos>. Acesso em 02 nov. 2023.

FERNANDES, **Fertirrigação em eucalipto com efluente tratado de indústria de laticínios**. Disponível em: <https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriana.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

FERRARI, **Guia técnico ambiental de curtumes, 2º edição**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/camaras-ambientais/wp-content/uploads/sites/21/2013/12/GuiaT%C3%A9cnico-Ambiental-de-Curtumes-v2015.pdf>. Acesso em 12 jun. 2022.

FREITAS, **O cromo na indústria de curtumes de Mato Grosso do Sul, Brasil: Aspectos ecológicos**. Campo Grandes, 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/33532577.pdf>. Acesso em 08 jun. 2022.

GIL, **Tipos de pesquisas**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ecb/files/2009/09/Tipos-dePesquisa.pdf>. Acesso em 02 ago. 2023.

IFUSP, **Espectroscopia Raman**. Disponível em: <https://portal.if.usp.br/arqueometria/ptbr/node/347#:~:text=A%20Espectroscopia%20Raman%20%C3%A9%20uma,pode%20ser%20in%20org%C3%A2nico%20ou%20org%C3%A2nico>. Acesso em 03 mai. 2022.

IPEN, **Caracterização do cromo presente no lodo de galvanoplastia: Avaliação técnica e econômica de processos de remoção**. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-29032016084227/publico/2016AlvesCaracterizacao.pdf>. Acesso em 28 nov. 2023.

LABTESTE, **Análise química por espectrometria**. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/analise-quimica-espectrometria>. Acesso em 15 jun. 2022.

MARCONDES, **Tratamento de efluentes**. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290473.pdf>. Acesso em 02 nov. 2023.

MICHEL, **Inclusão digital de professores de matemática da rede municipal de ensino de Farroupilha**. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141423/000990060.pdf?sequence=1>. Acesso em 02 ago. 2023.

NOVAIS, Stéfano Araújo. **Cromo (Cr)**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/cromo.htm#:~:text=O%20cromo%20%C3%A9%20um%20metal%20acinzentado%20e%20lustroso%20que%20abre,os%20seus%20compostos%20possuem%20cor>. Acesso em 20 mar. 2023.

OLIVEIRA, S. L. de; COELHO, E. F.; BO. **Irrigação e fertirrigação**. Frutas do RGES, A. L. Brasil- Banana Produção, v.1, 2007.

PACHECO, **Curtumes**, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/downloads/curtumes.pdf>. Acesso em 08 jun. 2022.

RICHARD & BOURG. **O elemento cromo e suas características.** Disponível em: https://joacaba.gestorlgpd.com.br/uploads/sites/327/2022/05/370238_contrarrazoes_ecologica_II.pdf. Acesso em 01 set. 2023.

RODRIGUES, M.L. **Ordem, distribuição e mobilidade potencial de metais pesados em ambientes fluvial impactado por curtumes.** Disponível em: <file:///C:/Users/marcelarodriguesgo/Downloads/000620173.pdf>. Acesso em 01 set. 2023.

SANIPLAN, **Solo contaminado: o perigo e as consequências.** Disponível em: <https://www.saniplanengenharia.com.br/blog/solo-contaminado-o-perigo-e-as-consequencias>. Acesso em 08 jun. 2022.

SANTOS, RODRIGUES, ANDRADE, QUEISSADA, **Os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos.** Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24090/1/Artigo%20Os%20impactos%20ambientais%20.pdf>. Acesso em 03 set. 2023.

SCHRIPSEMA, **Espectroscopia.** Disponível em: https://ead.uenf.br/moodle/pluginfile.php/41019/mod_resource/content/1/Aula%2010%20Quimica%20Analitica%20AARE.pdf. Acesso em 28 nov. 2023.

SCHUSTER, **Fertirrigação em eucalipto com efluente tratado de indústria de laticínios.** Disponível em: <https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriana.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

TACHIZAWA, **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de Negócios Focadas para a Realidade Brasileira.** 2º Ed. Revista e Ampliada. São Paulo, 2004.

UEP, **Diagnóstico ambiental de solo contaminado por cromo de curtume em Motuca por métodos geofísicos.** Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139516/helene_lpi_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em 10 mar. 2023.

UESB, **Cromo**, Jequié, 2014. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppggbc2/wpcontent/uploads/2017/12/Klebson-Souza-Santos-Disserta%C3%A7%C3%A3o-Vers%C3%A3oFinal-watermark.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.

UFPR, **Estudo da remediação eletrocinética de cromo em solo contaminado por processos galvânicos.** Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52847/R%20-%20T%20-%20CRISTIANE%20CECCHIN%20MONTE%20RASO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 08 jun. 2022.

UFU, **O cromo no Meio Ambiente e tratamentos de efluentes contaminados com metais pesados.** Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36519/4/CromoMeioAmbiente.pdf>. Acesso em 20 mar. 2023.