

## Análise de Metais Pesados Oriundos da Fabricação De Tintas

Emily Caroline Deolinda da Silva; Guilherme Solar  
Duarte; Karina Alves Barbosa; Samires Oldra;  
Sudaleyf Chaves dos Santos

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Claudia Lucia de Moura

**Resumo:** As tintas são materiais de imensa utilidade em diversas áreas, já que proporcionam revestimento e melhor acabamento, proteção e resistência. Possuem em sua composição quatro elementos principais: a resina que é responsável pela flexibilidade, aderência e brilho após o processo de secagem; o solvente que tem a função de solubilização da resina para a formação de uma mistura homogênea facilitando a aplicação; o pigmento, cuja a composição possui partículas bem reduzidas, que caracterizam a cor, opacidade e cobertura; e, por fim, tem-se os aditivos que são compostos químicos utilizados para aperfeiçoar, promover estabilidade e reduzir a concentração de pigmentos. Observando-se a estrutura química das tintas, entende-se o grande impacto que a dispersão do material e/ou dos resíduos ao meio ambiente, ocasiona tanto para fauna e flora como para os seres humanos, pois há aditivos em sua composição, como o chumbo, que provocam males à saúde. O propósito deste artigo foi realizar a análise do córrego Panambi e verificar o teor de chumbo, cujo perímetro é caracterizado por uma área industrial. Tendo realizado estas coletas e análises, por meio de estudo quantitativo de acordo com a Resolução CONAMA Nº 430 de 13/05/2011 e Resolução CONOMA Nº 357 de 17/03/2005, pôde-se observar o alto teor de chumbo no valor de 8,719 mg/L, além de outros metais pesados como o cromo no valor de 7,083 mg/L e cádmio no valor de 1,509 mg/L, que estavam presentes nos pontos, e como isso impactou e continua impactando os biomas ao seu redor e demonstrar como ainda é realizado o descarte incorreto de resíduos.

**Palavras-chave:** Tintas, Meio Ambiente, Chumbo, Saúde.

## Analysis of Heavy Metals Originating from Paint Manufacturing

**Abstract:** Paints are extremely useful materials in several areas, as they provide coating and better finishing, protection, and resistance. They have four main elements in their composition: the resin, which is responsible for flexibility, adherence and shine after the drying process; the solvent that has the function of solubilizing the resin for the formation of a homogeneous mixture facilitating the application; the pigment, whose composition has very small particles, which characterize the color, opacity and coverage; and, finally, there are the additives, which are chemical compounds used to improve, promote stability and reduce the concentration of pigments. Observing the chemical structure of the paints, it is understood the great impact that the dispersion of the material and/or the residues to the environment, causes as much for fauna and flora as for the human being, since there are additives in its composition, as lead, which cause harm to health. The purpose of this article is to analyze the Panambi stream and verify the lead content, whose perimeter is characterized by an industrial area. Having carried out these collections and analyses, through a quantitative study in accordance with CONAMA Resolution No. 430 of 05/13/2011 and CONOMA Resolution No. 357 of 03/17/2005, it was possible to observe the high lead content in the value of 8,719 mg/L, in addition to other heavy metals such as chromium worth 7,083 mg/L and cadmium worth 1,509 mg/L, which were present in the points, and how this impacted and continues to impact the surrounding biomes and demonstrate how incorrect waste disposal is still carried out.

**Keywords:** Paints, Environment, Lead, Health.

## **1. INTRODUÇÃO**

O artigo tem como foco demonstrar os impactos gerados pelo descarte indevido de resíduos que são produzidos durante a fabricação de tintas, tendo como fundamento a análise de metais pesados presentes no córrego e observar as consequências geradas para o meio ao qual está incluso.

Observa-se que a indústria de tinta tem imensa importância para o mercado, devido a sua utilização em diversos segmentos, tanto como automotivo como imobiliário, além de ser uma área que a cada ano vem aumentando de forma considerável o volume de vendas. De acordo com a ABRAFATI (Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas), o volume de tinta produzido foi de 1,715 bilhões por litro no ano de 2021 e assim obtendo um crescimento de 5,7% no mesmo ano. Tendo em vista esta informação, pode-se entender que existe uma grande produção de resíduos que acabam sendo descartados de forma incorreta em sua maioria, o que ocasiona a contaminação e destruição de partes do meio ambiente.

A luz dos fatos acima expostos, pode-se considerar de grande importância as análises que foram realizadas com o intuito de demonstrar como a contaminação afeta não somente o local ao qual está presente, como também os biomas ao seu redor.

### **1.1. Justificativa**

Discutir sobre o tema sustentabilidade sempre foi de grande importância e questionamentos, mas nas últimas décadas vem ganhando força, principalmente, no âmbito industrial em relação a projetos e propostas que buscam melhorias para amenizar os impactos ambientais produzidos pelas indústrias.

Visando os impactos gerados pelas indústrias, o presente trabalho teve como objetivo geral apresentar algumas consequências geradas a partir do chumbo, em relação ao descarte incorreto de resíduos de tintas, através da análise de um córrego. Sendo destacado no decorrer deste artigo: uma breve contextualização sobre como o chumbo está inserido nas tintas, o processo de fabricação, as decorrências do chumbo para a natureza, além de, apresentar os dados obtidos da análise efetuada com amostras retiradas do local estudado.

### **1.2. Objetivos**

O objetivo geral do trabalho é analisar os impactos ambientais do chumbo, gerados na fabricação de tintas, a partir de um estudo feito no córrego da Rua Panambi, Cumbica. Para cumprir o propósito, foram definidas como pautas específicas:

- a) Contextualizar a utilidade do chumbo na fabricação de tintas;
- b) Apresentar os impactos ambientais causados pelo chumbo decorrentes da indústria de tintas;
- c) Verificar a possível contaminação por chumbo do córrego Panambi, por meio de uma análise.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

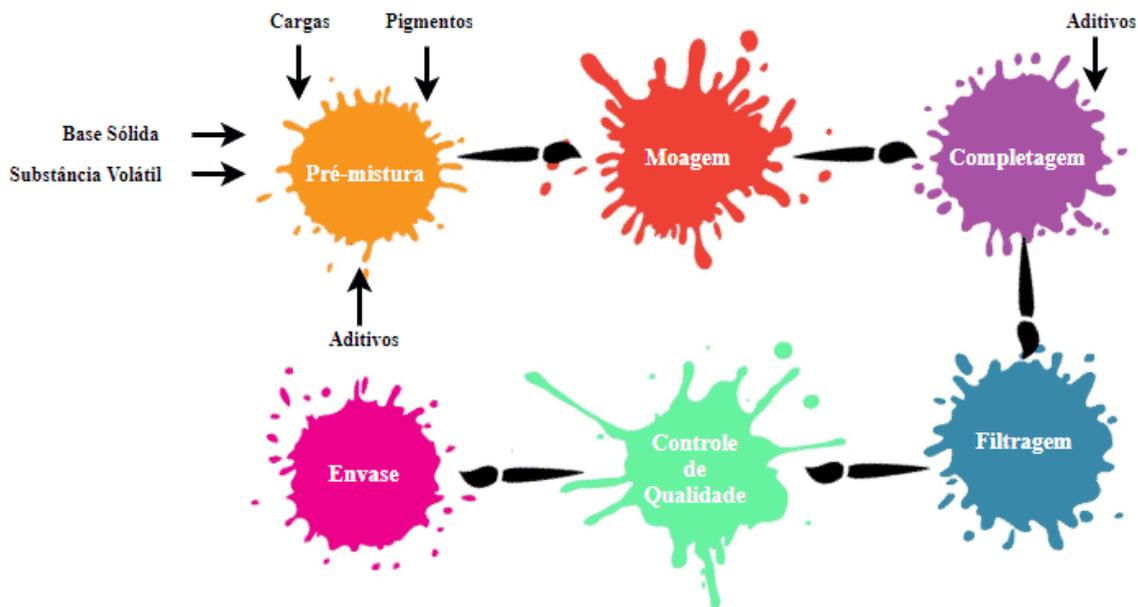
Segundo dados do ano de 2022 da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o Brasil é um dos cinco maiores mercados de tintas do mundo. Existem grandes, médios e pequenos fabricantes em todo o país. 75% do total de vendas no Brasil é equivalente aos dez maiores fabricantes. Os principais fornecedores globais de matérias-

primas e insumos para tintas são nacionais, diretamente ou por meio de seus representantes.

As tintas são composições líquidas de pigmentos sólidos mantidos juntos por um aglutinante e aderidos a um substrato por polimerização de óleo ou evaporação de solvente (SILVA, 2009). O principal objetivo de seu uso é proteger e embelezar a superfície.

A fabricação de tintas se inicia pela pesagem dos ingredientes em um misturador: pigmentos, óleos, resinas, corantes e solventes. A qualidade e homogeneidade do produto são obtidas pela boa equalização e moagem dos pigmentos (VARGAS, 2003). Após a moagem, o material resultante é diluído e colocado em um tanque com água para obter a cor, em seguida o pigmento não disperso é separado por centrifugação, peneira ou filtro de pressão. A terceira etapa apresenta um acionamento até a máquina de envase para encher as embalagens finais com tinta e por fim até a máquina de titulação, onde essas embalagens recebem os rótulos de acordo com o fluxograma abaixo (Figura 1).

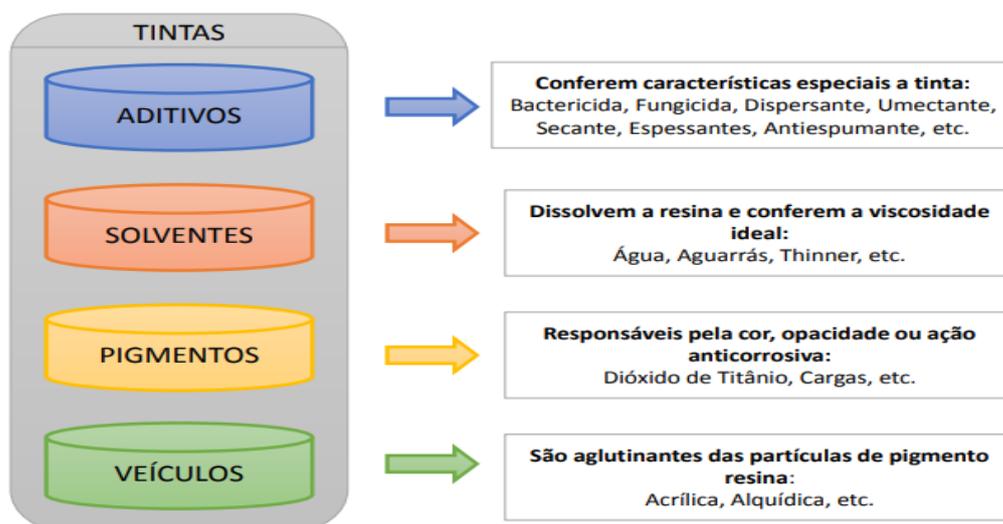
Figura 1 - Fabricação de uma tinta



Fonte - Propec, 2016

Na composição dos revestimentos, as resinas condensam os pigmentos e formam filmes; os pigmentos conferem efeitos como cor, opacidade e resistência, e os solventes dissolvem as resinas (SILVA, 2009). O “filler” é responsável por manter o volume do produto, e os aditivos, como espessantes, atribuem ao produto sua viscosidade (Figura 2).

Figura 2 - Composição genérica de uma tinta



Fonte: Autoral, 2022

## 2.1. Resinas

As resinas garantem durabilidade, resistência e formação de filmes de tinta através da reação de seus sistemas poliméricos, distinguindo entre orgânicos e sintéticos. Os orgânicos mais usados são breu e goma-laca. Em termos de materiais sintéticos, destacam-se as resinas acrílicas e os poliuretanos PVA (à base de poliéster, resinas epóxi ou resinas poliédricas acrílicas) (FAZENDA, 1995 e SILVA, 2009). Os insumos sintéticos fornecem filmes plastificados para superfícies revestidas com esses produtos. Notavelmente, as matérias-primas sintéticas são provenientes do petróleo, uma matéria-prima não renovável de difícil degradação na natureza e que está em uso desde meados do século XX.

## 2.2. Pigmentos

Os pigmentos são principalmente de origem inorgânica, embora também possam ser corantes orgânicos insolúveis (CARVALHO, 2002). A insolubilidade é importante porque não permite que a dispersão no meio afete qualquer reação química com os outros ingredientes do produto. Estas substâncias são coloridas ou incolores, ou resistentes à corrosão. Os elementos mais comuns classificados como pigmentos inorgânicos são dióxido de titânio, óxido de ferro amarelo, óxido de ferro vermelho, cromato e molibdato de chumbo, fundo preto, silicato de magnésio e óxido de zinco. Todas são recorrentes, como ftalocianinas azuis e verdes, quinacridonas roxas e vermelhas, perilenos vermelhos, toluidinas vermelhas e arilaminas amarelas (GOV. DE SÃO PAULO, 2006).

## 2.3. Solventes

Os solventes são compostos orgânicos responsáveis pelo aspecto líquido e viscoso da tinta. Sua base é composta por água, como no caso da tinta PVA (tinta fosco artesanato), ou de origem orgânica. Os solventes orgânicos são líquidos contendo níveis de compostos orgânicos voláteis (COV) que são prejudiciais ao meio ambiente (UEMOTO, 2002). Também podem ser hidrocarbonetos aromáticos ou alifáticos ou oxigenados, como por exemplo, os álcoois, acetatos, cetonas e éteres. Os “fillers” condensam as tintas e são, geralmente, compostos de alumina hidratada, diatomita e sulfato de bário (CIMINELLI, 1989).

## 2.4. Aditivos

Os aditivos adicionam propriedades especiais (secantes, antinata, antiespumantes, bactericidas, niveladores etc.) aos produtos. Óxido de zinco, sais organomercuriais, fenóis clorados, fenóis substituídos e seus sais alcalinos ganham destaque na composição dos aditivos. Essas substâncias são altamente tóxicas para os seres humanos (CARVALHO, 2002).

## 2.5. Espessantes

Os espessantes e modificadores de reologia estão se sobressaindo na fabricação de tintas, pois dão uma maior eficiência a estes produtos. Tais componentes estão de 2% a 3% nas fórmulas das tintas (ZAPAROLI, 2007) A viscosidade para facilitar a aplicação é resultado do uso de espessantes, enquanto os modificadores de reologia agem sobre as propriedades do líquido em repouso, controlando e, em alguns momentos, evitando a concentração no fundo da embalagem das cargas e pigmentos. Também evita respingos e efeitos de porosidade. Os principais componentes são hidroxietilcelulose e carboximetilcelulose, todavia, segundo Zaparoli (2007), associativos uretânicos e espessantes sintéticos podem ser usados, já que darão maior resistência (de 30% a 50%).

## 2.6. Metal chumbo

A expansão da indústria petroquímica após a Segunda Guerra Mundial causou e continua causando poluição orgânica. Portanto, os principais poluentes industriais são os orgânicos, incluindo plásticos e metais pesados, com destaque para o chumbo metálico, elemento que é nocivo a um ou mais ecossistemas (VARGAS, 2003).

O metal chumbo surgiu na antiguidade, quando as técnicas de mineração e metalurgia eram comuns. Desde o século 16, a Revolução Industrial aumentou expressamente as emissões de metais no meio ambiente. O metal se caracteriza por ser cinza-azulado, inodoro, maleável e sensível ao ar. Pertence ao grupo IVB da tabela periódica e possui quatro isótopos naturais e quatro elétrons em sua camada de valência, mas apenas dois se ionizam rapidamente. Além disso, os estados de oxidação do chumbo em compostos inorgânicos são +2 e +4.

Devido aos altos níveis de envenenamento por chumbo no passado, muitos países como Estados Unidos e Nova Zelândia estão preocupados com as concentrações desses produtos e estabeleceram limites para a produção de tintas e pigmentos. Limite máximo de 0,06 % de chumbo (DNPM, 2000).

O Brasil produz apenas chumbo secundário a partir de sucata e rejeitos, com média de 0,6% ao ano, quantidade relativamente pequena em relação à produção mundial (DNPM, 2000). O chumbo é um excelente escudo contra a radiação ionizante. Sabe-se ainda que os maiores produtores mundiais de chumbo são os Estados Unidos, a China e a Alemanha.

A fonte comercial mais importante do chumbo é a galena (sulfeto de chumbo), fato comprovado pela porcentagem do elemento observada durante a extração (retira-se, em média, de 3% a 8% do material). O processo de trituração permite seu consumo na forma de metal puro ou ligado a outros metais. Sabe-se que tal composto será usado como lâmina, canos, placas de bateria elétricas, esmaltes, vidros e na base de muitas tintas e pigmentos. (BURGUESS, 1995).

## 2.7 Resolução CONAMA

Os parâmetros de emissão desses efluentes são descritos de acordo com os padrões de emissão e qualidade do órgão receptor. Nesse caso, o órgão responsável pela operação e fiscalização determina os critérios para inclusão do efluente na rede de tratamento ou órgão receptor de acordo com a legislação pertinente.

No Brasil, a Resolução CONAMA 357/05 é responsável por estabelecer diretrizes para os padrões de descarte de efluentes e, em São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) é responsável pela fiscalização da indústria de descarte.

Os principais parâmetros monitorados no tratamento de efluentes industriais e sanitários são: pH, temperatura, metais pesados, cianetos, óleos, oxigênio dissolvido (OD), fenóis e tensoativos/detergentes, turbidez, cor, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Por conseguinte, de acordo com a Resolução CONAMA 430/2011, artigo 3º,

os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, diretamente ou indiretamente, nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução.

Os níveis de chumbo encontrados em água para consumo ocorrem devido à lixiviação e corrosão de tubulações produzidas à base chumbo, assim, combinações entre água, pH baixo, baixas concentrações de sais dissolvidos, encanamentos do metal no sistema de distribuição e os pigmentos de tintas, por exemplo, causam a liberação do chumbo na água. O Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu concentrações mínimas para o chumbo em cada tipo de água. Para águas doces a máxima é de 0,03 mg/L e para águas salinas a concentração é até 0,01 mg/L. Já para qualquer outra fonte contaminante, como efluentes, o limite é de 0,5 mg/L (CAVALCANTI, 2012).

Portanto, segundo o artigo 34º capítulo VI da resolução do CONAMA, o descarte de efluentes poderão ser lançados diretamente no corpo receptor se estiverem de acordo com os seguintes padrões:

I - pH entre 5 e 9;

II - Temperatura inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

III - Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - No regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - Óleos e graxas: Óleos minerais: até 20 mg/L; Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;

VI - Ausência de materiais flutuantes;

VII - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite será reduzido apenas no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que, por sua vez, comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

## 2.8. Processo de fabricação de tintas

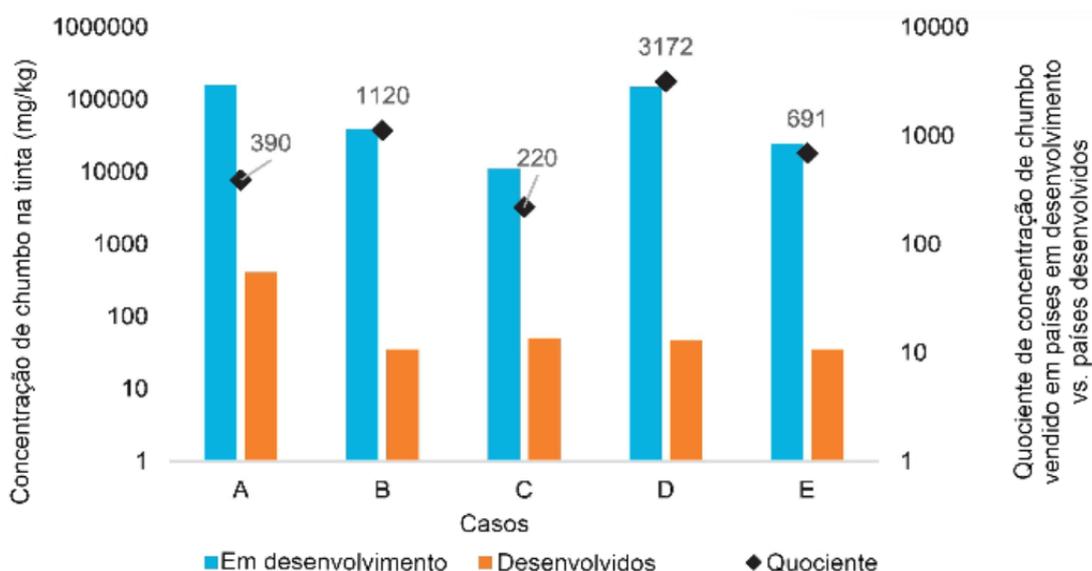
De forma global, é possível no período contemporâneo notar no ambiente (principalmente em grandes metrópoles) a ineficiência de determinados processos produtivos para com o meio ambiente e a sociedade em seu entorno. Trazendo impactos socioambientais maléficos para a saúde humana com ênfase no metal pesado chumbo (Pb), utilizado no processo produtivo como pigmento na produção de tintas para garantir melhores resultados e qualidade ao produto.

Historicamente é possível pontuar a utilização do chumbo para a composição de tintas também no âmbito da arte, mais especificamente no período do século XVII, como citado por Laura Hendriks e Irka Hajdas no artigo "Selective dating of painting components: Radiocarbon dating of Lead White pigment" da Universidade de Cambridge. O material, como atualmente, era amplamente utilizado, porém nesses casos apenas trazendo complicações de saúde para as pessoas que o manuseavam imprudentemente devido ao não conhecimento de seus efeitos prejudiciais aos indivíduos expostos.

Segundo estudos publicados no jornal científico Environment International, em países desenvolvidos devido a um número maior de regulamentações ambientais, os níveis de chumbo em tintas, sejam elas para acabamentos, brinquedos ou mesmo para arte, é menor do que em países em desenvolvimento. Desta forma é possível alcançar uma métrica para comparação entre tais casos, colocando em foco o problema causado para que possa haver a busca da harmonia e equilíbrio entre sustentabilidade, saúde e lucro sem renunciar a qualidade.

O Brasil permanece na contramão dos países desenvolvidos e segue junto a outros países da América Latina como por exemplo Peru, Argentina e Equador, utilizando-se do composto chumbo em grandes quantidades, gerando resíduos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (Figura 3).

Figura 3 - Níveis de chumbo nas tintas de mesma marca e mesma cor sendo vendidas em países em desenvolvimento vs. vendidas em países desenvolvidos



Fonte: Clark et al, 2006

No período atual é possível utilizar-se de meios físico-químicos como a precipitação do material ou até mesmo a extração com utilização de solventes específicos para realizar a dissolução desse resíduo metálico evitando assim a poluição de mananciais e rios, existe

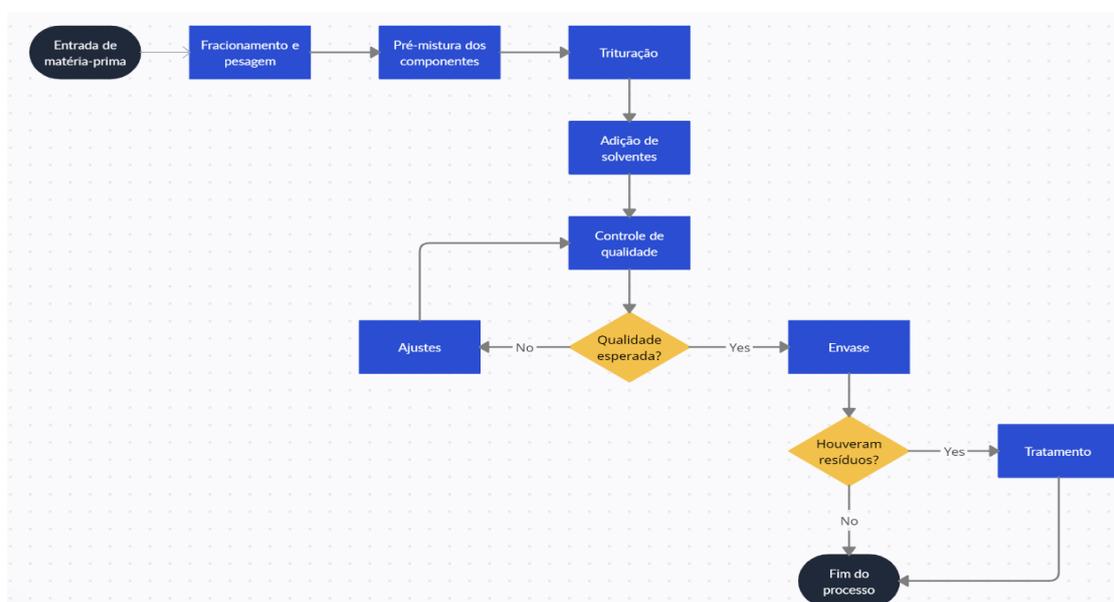
também a possibilidade de se utilizar de aterros específicos ou empresas especializadas para a reintegração do material na natureza, salvo em casos excepcionais em que a resolução CONAMA Nº 430/2011 prevê possibilidade de descarte desde que observados os requisitos (Artigo 6º).

**Art. 6º** Excepcionalmente e em caráter temporário, o órgão ambiental competente poderá, mediante análise técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de estudo ambiental tecnicamente adequado, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento;
- V - fixação de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e
- VI - Estabelecimento de medidas que visem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.

Desta forma pode-se reduzir assim os danos causados sem impactar no processo produtivo da empresa, seguindo as devidas orientações legais, trazendo equilíbrio da indústria com a sustentabilidade, o que podemos analisar de forma visual no fluxograma (Figura 4), iniciando o processo com a entrada de matéria - prima se faz necessária a pesagem e fracionamento do material nas quantidades pré-definidas, seguido de sua trituração e acrescido de solventes, o produto atinge sua homogeneidade após ser submetido a mistura de todos os compostos, sendo transferido a revisão de sua qualidade e posteriormente, seu envase. Nota-se ao fim do processo produtivo a necessidade de tratamento dos resíduos gerados por esse processo, que devem ser destinados conforme as resoluções vigentes para o menor impacto ambiental.

Figura 4 - Fluxograma do processo de tintas



Fonte: Autoral, 2022

## 2.9. Produção e sustentabilidade

Em contrapartida das tintas usuais que existem no mercado, a cultura de tintas ecológicas é um potencial crescente no período contemporâneo, pois cria a possibilidade de atender as demandas sustentáveis e de produção. Tendo em vista a necessidade contínua de diminuir a emissão de resíduos metálicos e poluentes no meio ambiente e caminhar a favor de projetos socioambientais, o processo produtivo de tintas ecológicas apresenta formas criativas de se atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS's) traduzindo matérias primas básicas e recorrentes no cotidiano, em produtos finalizados, prontos para uso e comercialização, sendo assim, atingindo beneficentemente diversos setores da sociedade.

Utilizando como base projetos sociais como o do 4ºConReSol (Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade) que trazem luz ao tema, para produzir tintas ecológicas os insumos necessários não impactam negativamente no meio, pois possuem bases naturais, como por exemplo: terra argilosa, cola branca e pigmentos naturais provenientes de flores ou frutos dependendo da demanda de coloração do produto.

Exemplos base de pigmentos para a coloração (Figura 5):

- Açafreão = laranja
- Beterraba = vermelho
- Fruto de boldo = roxo
- Hibisco = Rosa/Magenta

Figura 5 - Pigmentos Naturais



Fonte: Revista Artesanato, 2021

## 2.10. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Visando formas de equilibrar a sociedade com o meio ambiente, devido a necessidade mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) junto a seus países constituintes no ano de 2015 elaborou um pacote de políticas a serem seguidas para gerir em harmonia a

humanidade e o meio em que vivem. O planejamento busca atingir os padrões estabelecidos em 17 objetivos que conectam a sociedade e a natureza até 2030, diminuindo desigualdades e mapeando as possibilidades de melhoria socioambiental contínua.

Sendo assim, o projeto se adequa em três artigos diferentes em relação as ODS's, mas com os mesmos impactos proporcionalmente, esses são:

**6.3** Até 2030, 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.

**9.4** Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades.

**12.4** Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

**12.5** Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

As diretrizes permitem que indústrias e empresas criem maneiras criativas para melhor gerir seus processos e resíduos a fim de minimizar as mudanças na natureza, e conseqüentemente, podendo veicular suas marcas com selos das ODS's (Figura 6) atendidas proporcionando um maior enfoque a seus produtos e serviços.

Figura 6 - ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável)



Fonte: Socioambiental online, 2017

## 2.11. Impactos ambientais do chumbo

Ao se tratar da utilização de metais em indústrias, o chumbo adquire destaque por sua maleabilidade, ductilidade e ampla esfera de utilização no que tange a fabricação de baterias, reagentes em processos químicos e produção de tintas. Ademais, pode ser introduzido na atmosfera ou em meio aquático com demasiada facilidade, sendo usualmente encontrado em concentrações ínfimas - Salamons e Fortstener (1984) estimaram em cerca de 0,02 ug/L a concentração natural de chumbo em águas superficiais.

Contudo, após modificações vivenciadas por ações antrópicas através da Revolução Industrial, como a queima de combustíveis fósseis e aumento da industrialização, esse metal está presente em diversos meios poluidores no eixo global - atmosfera, através da queima de carvão, gás natural e petróleo, ou em ambientes aquáticos, contaminando animais e plantas.

Segundo o autor “as plantas cultivadas em ambientes com excesso de chumbo têm o crescimento e desenvolvimento afetados” (SOUZA et al., 2011)

Um grave impacto ambiental gerado pelo acúmulo de metal pesado, tal qual o chumbo, é representado pela acumulação trófica, em que essa substância tóxica para o organismo é progressivamente aglomerada ao longo da cadeia alimentar, podendo assim ser prejudicial à saúde de diversos organismos envolvidos na teia, desde produtores fotossintetizantes, até mesmo consumidores de alto nível trófico.

O excesso de chumbo, então, configura-se como problema de saúde pública, por ser capaz de afetar atividades metabólicas do corpo humano e interferir em atividades bioquímicas essenciais para o pleno funcionamento dos sistemas de membranas celulares e enzimas, com maior efeito de sensibilidade no sistema nervoso, além de afetar severamente as funções cerebrais, sistema digestivo e reprodutivo possivelmente acarretando mutações genéticas em descendentes. (MOREIRA, 2004).

Conforme De Gennaro LD (2002), níveis de chumbo que antes eram considerados seguros para crianças - menores que 10 ug/L - pode estar afetando negativamente o desenvolvimento neurológico destas, demonstrando o efeito negativo da alta exposição ao chumbo.

O perigo não consiste apenas pelos locais próximos a indústria, regiões distantes também podem ser afetadas devido a movimentação das massas de ar e por meio de chuvas. Afetando permanentemente a fauna e flora aquática, ao ser inserido na comunidade biológica e causando estresse ambiental na região, plantas essas que podem ser até mesmo utilizadas como bioindicadores, já que o acúmulo de chumbo e sua inerência no sistema promovem abundância no organismo. (LARCHER, 2010).

Portanto, caso a empresa não possua recursos para fazer o tratamento e descarte correto desses resíduos, o mais viável seria mandar para uma estação de tratamento, onde lá seria seguido todo um protocolo de diminuição da concentração tóxica desses resíduos para assim ser feito o processo de descarte.

### **3. METODOLOGIA**

O presente artigo realizou um estudo quantitativo de característica exploratória, por meio de uma coleta de campo, a fim de analisar o córrego da Rua Panambi, Cumbica – Guarulhos, com o intuito de verificar o teor de chumbo e examinar se o descarte de efluentes de tintas, que está de acordo com a Resolução CONAMA Nº 430 de 13/05/2011 e a Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005. Para obter os dados necessários, foram realizadas revisões literárias para encontrar o método correto para realizar o preparo e análise do ensaio. A partir da dissertação de mestrado de Ana Claudia de Paiva (2005), obteve-se o embasamento para a execução da pesquisa.

#### **3.1. Materiais**

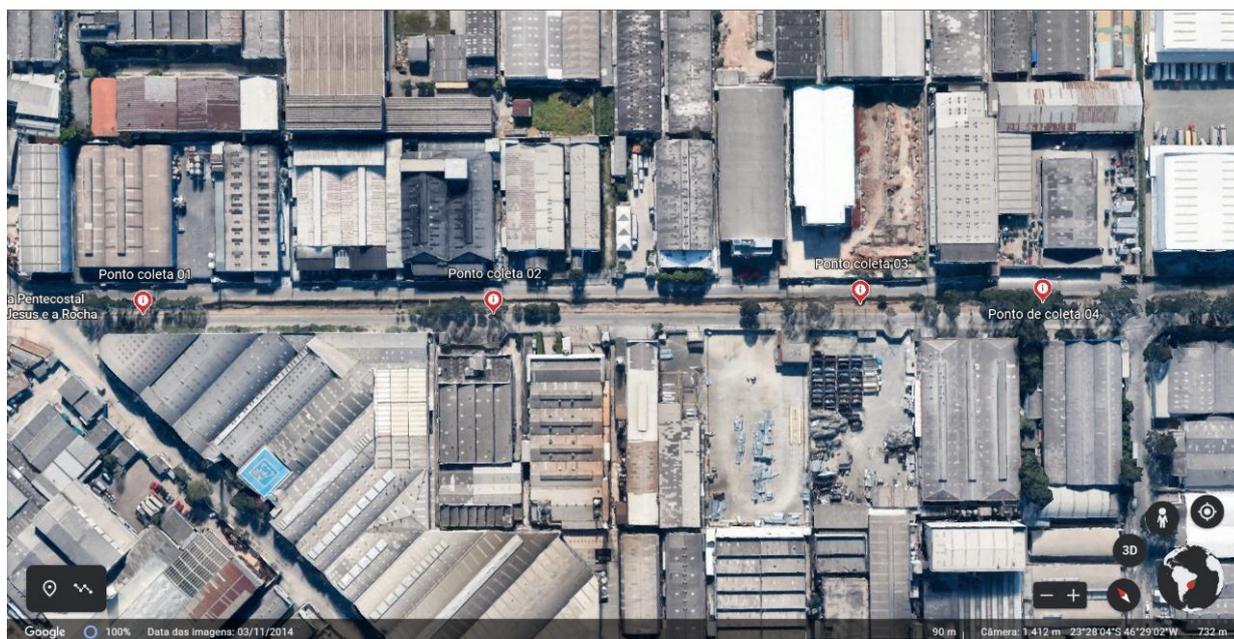
Para realizar a coleta das amostras foram utilizados os seguintes materiais:

- Caixa térmica;
- Ácido nítrico 65% PA;
- Pipeta pasteur;
- Corda;
- Prancheta;
- Caneta;
- Fita crepe;
- Papel indicador de pH;
- Etiqueta;
- 6 Frascos de 500 ml;
- Luvas nitrílica e latex;
- Álcool em gel;
- Avental;
- Papel alumínio;
- Balde;
- Cabo de madeira;
- Gelo artificial.

#### **3.2. Coleta**

As coletas das amostras foram efetuadas no dia 25 de setembro de 2022, em uma área industrial, a fim de detectar a concentração de chumbo na localidade. Na figura 7, temos o mapa com vista superior dos pontos de coleta. Foram realizadas 4 coletas, no córrego exposto, no perímetro de uma quadra. O primeiro ponto de coleta foi em frente ao número da rua 215 Panambi sendo este o ponto de entrada, figura 8. Os pontos 2, 3 e 4, foram trechos de nítida visualização do descarte de efluentes e possíveis pontos da tubulação de descarte, podendo visualizar nas figuras 9, 10 e 11.

Figura 7 - Mapa com vista superior dos pontos de coleta



Fonte: Google Maps, 2022

Figura 8 - Ponto de Coleta 1



Fonte: Autoral, 2022

Figura 9 - Ponto de Coleta 2



Fonte: Autoral, 2022

Figura 10 - Ponto de Coleta 3



Fonte: Autoral, 2022

Figura 11 - Ponto de Coleta 4



Fonte: Autoral, 2022

Para coleta foi utilizado como referência as NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competências de laboratório de ensaio receptores – JUN 1987; NBR 9897 – Planejamento de amostragem de fluentes líquidos e corpos receptores – JUN 1987; NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Assim, tendo um maior êxito na coleta, evitando possíveis contaminações e problemas posteriores.

Foi realizada uma coleta por ponto, totalizando 4 amostras (Tabela 1). Estas foram acondicionadas em frascos shotts com capacidade para 500 mL. Após cada coleta, foi verificado o pH, e acidificadas para pH menor que 2, com ácido nítrico 65% PA, a fim de preservar as características físico-químicas, pois a adição de agentes químicos é um método que oferece maior estabilização da amostra (Manual Técnico de Coleta de Amostra de Água, 2009).

Tabela 1 - Característica físico-químicas da amostra

<b>AMOSTRA</b>	<b>pH</b>	<b>TEMPERATURA (°c)</b>	<b>UMIDADE (%)</b>
<b>1</b>	7	23	49
<b>2</b>	3	23	49
<b>3</b>	2	23	49
<b>4</b>	1	23	49

Fonte: Autoral, 2022

Como pode ser visto na figura 12, todos os frascos foram identificados e envolvidos por papel alumínio para preservar da luz, em seguida, acondicionados em uma caixa térmica, contendo gelo artificial, para manter uma temperatura de 2 °C a 10 °C (Manual Técnico de Coleta de Amostra de Água, 2009).

Figura 12 - Acondicionamento das amostras



Fonte: Autoral, 2022

No ponto 1, foi utilizado um balde virgem e uma corda, em razão, do difícil acesso. Amarrrou-se uma corda ao balde e ele foi lançado ao córrego, assim conseguindo retirar uma quantidade significativa da amostra (Figura 13).

Figura 13 - Coleta da amostra 1



Fonte: Autoral, 2022

Para coleta dos pontos 2, 3 e 4, foi utilizado um cabo de madeira e fita crepe, no qual, amarrrou-se o shott ao cabo, tendo uma melhor mobilidade para coletar a amostra saindo diretamente da tubulação (Figura 14).

Figura 14 - Coleta da amostra 3



Fonte: Autoral, 2022

### 3.3. Preparação da amostra

No laboratório, as amostras foram filtradas em um kitasato com papel filtro quantitativo faixa azul de 2  $\mu\text{g}$  filtração lenta, utilizando um compressor para aumentar a velocidade do processo, sendo necessário esse procedimento para separar o chumbo dissolvido e o sedimento em suspensão. (PAIVA, 2005). Após a filtração, foi colocado 5 mL de cada amostra da água filtrada, em tubos de ensaio de polipropileno, e posteriormente, encaminhado para realizar a análise da água.

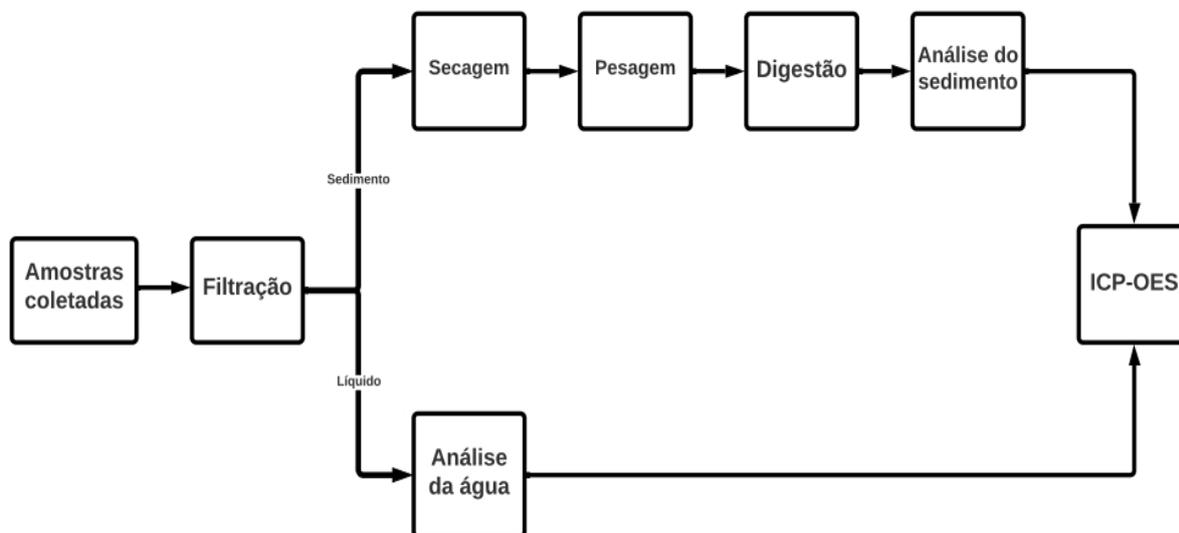
Os papéis filtros contendo o material particulado, foram colocados em vidros de relógio e levados para a estufa à 105 °C para secagem. (PAIVA, 2005). Após estarem, completamente secos, cada amostra foi pesada de 10 a 200 mg em um béquer de 25 mL, primeiramente tarado e identificado.

Foi preparado, previamente, uma solução de água régia ( $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$ ) na proporção 1:3 (15 mL de ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  e 45 mL de ácido clorídrico  $\text{HCl}$ ), sendo este um forte agente oxidante. (PAIVA, 2005). Em cada béquer contendo a amostra, foi adicionado 10 mL da solução, e, em um béquer vazio, que representa o branco, para ocorrer o processo de digestão. Em seguida, colocados em uma bateria de sebelin em sua temperatura máxima, pois, ao ocorrer o aquecimento na digestão, as moléculas ficam mais agitadas, ocasionando assim uma separação efetiva destas.

Após visualizar a digestão das amostras, e não ser mais possível ver os sedimentos, foram retiradas da bateria de sebelin e neutralizadas com água deionizada, pois, ao não neutralizar, a água régia é forte o suficiente para corroer o papel filtro durante o processo de filtragem. Em seguida, cada amostra foi filtrada em um balão volumétrico de 50 mL, com

auxílio de um funil e papel filtro, avolumada até o menisco com água deionizada e homogeneizada. Por fim, as amostras foram levadas para análise. (Figura 15)

Figura 15 - Diagrama da análise



Fonte: Autoral, 2022

### 3.4. Análise

Após o preparo das amostras, da água e do sedimento, ambas foram analisadas utilizando-se a técnica de espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), por argônio, operando um equipamento da Thermo Scientific modelo ICAP 2000, figura 16. Utilizou-se uma curva de 0,1 a 10,0 mg/L e um Padrão Pb da Sigma de 1000 mg/L. O equipamento atuou com as seguintes condições de operação, vista na tabela 2.

Tabela 2 - Condições de operação ICP-OES

<b>Temperatura óptica</b>	38,0 °C
<b>Temperatura da câmara</b>	- 47,0 °C
<b>Pressão</b>	5 a 6 Bar

Fonte: Autoral, 2022

Segundo o site oficial da Universidade Federal de São Carlos (CCD. UFSCAR, 2022), o equipamento funciona da seguinte maneira:

Uma técnica que utiliza uma fonte de plasma extremamente quente para excitar os átomos ao ponto de emitir fótons de luz de comprimento de onda característicos e específicos de determinado elemento.

Figura 16 - Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente



Fonte: Autoral, 2022

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise dos resultados obtidos é importante ressaltar alguns pontos a serem considerados. O mês da coleta, foi de grande precipitação de chuva, o qual gerou uma interferência nos resultados, mesmo que, nas 48 horas que antecederam a coleta não tenha chovido. Além disso, a coleta foi realizada em um domingo, o qual a concentração de efluentes despejados é menor, do que se a coleta fosse realizada num dia útil, em que as indústrias estão em total produção.

Os valores encontrados na análise da água, em relação ao chumbo, já eram esperados, pois ao realizar pesquisas para determinar o teor do material, concluiu-se que, sendo um metal pesado, normalmente fica retido na camada superficial. Assim, é plausível considerar os valores obtidos na análise do sedimento da matéria.

A amostra 1, representada na Tabela 3, mesmo aparentando estar dentro dos padrões, pois visualmente observou a presença de seres vivos (larvas), sendo normal pela localidade ter água parada e muita vegetação, não foi possível observar uma anormalidade comparada aos outros pontos de coleta, como uma coloração diferente ou presença de vapor no córrego. E, embora seu pH estivesse 7, neutro, dentro dos conformes estipulados pelo CONAMA, a análise apresentou grande teor de chumbo total, um valor de 0,7931 mg/L, sendo superior ao valor máximo permitido pelo CONAMA de 0,5 mg/L.

Na tabela 3, é possível verificar a proporção máxima obtida, de alguns elementos presentes na amostra 1. É importante observar, que ao realizar a análise com objetivo específico de verificar o teor de chumbo, obtivemos valores inesperados do teor de cromo na análise do sedimento, um valor máximo de cromo total de, aproximadamente, 5 vezes superior ao limite permitido pelo CONAMA de 0,5 mg/L.

Tabela 3 - Amostra 1

<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valor Máximo (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais nos resíduos (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais na água (mg/L)</b>
<b>Arsênio total</b>	0,5	0,0006	-0,0017
<b>Bário total</b>	5,0	0,0457	0,0433
<b>Cádmio total</b>	0,2	0,0023	0,0004
<b>Cromo total</b>	0,5	2,678	0,0022
<b>Mercúrio total</b>	0,01	0,0027	0,0095
<b>Chumbo total</b>	0,5	0,7931	0,0101
<b>Selênio total</b>	0,30	-0,0257	0,0008
<b>Antimônio total</b>	*	0,0415	-0,0003

(\*A norma não traz valor de referência)

Fonte: Autoral, 2022

Ao realizar o ensaio, foi nítido ver no processo de filtração e secagem, que a amostra 2 apresentava uma textura e coloração, semelhante a tinta de raspagem, pode-se comparar com o resíduo da amostra 2. E após examinar os resultados, (Tabela 4), foi detectado 8,719 mg/L de chumbo total na análise do sedimento, um valor significativo que supera o permitido pela legislação. Além disso, observa-se o teor altíssimo do cromo total na análise efetuada na água, de 5,696 mg/L.

Tabela 4 - Amostra 2

<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valor Máximo (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais nos resíduos (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais na água (mg/L)</b>
<b>Arsênio total</b>	0,5	0,0045	0,0416
<b>Bário total</b>	5,0	0,3068	0,0385
<b>Cádmio total</b>	0,2	0,002	0,0031
<b>Cromo total</b>	0,5	0,0043	5,696
<b>Mercúrio total</b>	0,01	0,0061	0,0092
<b>Chumbo total</b>	0,5	8,719	0,1788
<b>Selênio total</b>	0,30	0,002	-0,0102
<b>Antimônio total</b>	*	0,0041	0,105

(\*A norma não traz valor de referência)

Fonte: Autoral, 2022

Os dados coletados da amostra 3, estão representados na tabela 5, resultam que neste ponto da coleta, os valores analisados de chumbo estão de acordo com os parâmetros permitidos pelo CONAMA. Porém, a análise da água constatou um valor de cádmio total, superior ao permitido pela legislação de 0,2 mg/L, o qual evidenciou na análise da água 1,509 mg/L de cádmio total.

Tabela 5 - Amostra 3

<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valor Máximo (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais nos resíduos (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais na água (mg/L)</b>
<b>Arsênio total</b>	0,5	-0,0025	0,1877
<b>Bário total</b>	5,0	0,012	0,0008
<b>Cádmio total</b>	0,2	0,001	1,509
<b>Cromo total</b>	0,5	0,1776	0,0071
<b>Mercúrio total</b>	0,01	0,0017	0,0481
<b>Chumbo total</b>	0,5	0,0452	0,0268
<b>Selênio total</b>	0,30	-0,0004	-0,0015
<b>Antimônio total</b>	*	0,007	0,0268

(\*A norma não traz valor de referência)

Fonte: Autoral, 2022

A análise da amostra 4 (Tabela 6) constatou que o teor de chumbo total da água tanto como do sedimento está de acordo com a Resolução. Mas, neste ponto demonstrou a maior quantidade de cromo total, comparada a outras amostras, um valor de 7,083 mg/L nos resultados do estudo da água.

Tabela 6 - Amostra 4

<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valor Máximo (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais nos resíduos (mg/L)</b>	<b>Análise dos metais na água (mg/L)</b>
<b>Arsênio total</b>	0,5	0	0,0248
<b>Bário total</b>	5,0	0,0204	0,082
<b>Cádmio total</b>	0,2	0,0008	0,0036
<b>Cromo total</b>	0,5	0,2697	7,083
<b>Mercúrio total</b>	0,01	0,0017	0,0059
<b>Chumbo total</b>	0,5	0,0677	0,2602
<b>Selênio total</b>	0,30	-0,0017	-0,0129
<b>Antimônio total</b>	*	0,0067	0,1278

(\*A norma não traz valor de referência)

Fonte: Autoral, 2022

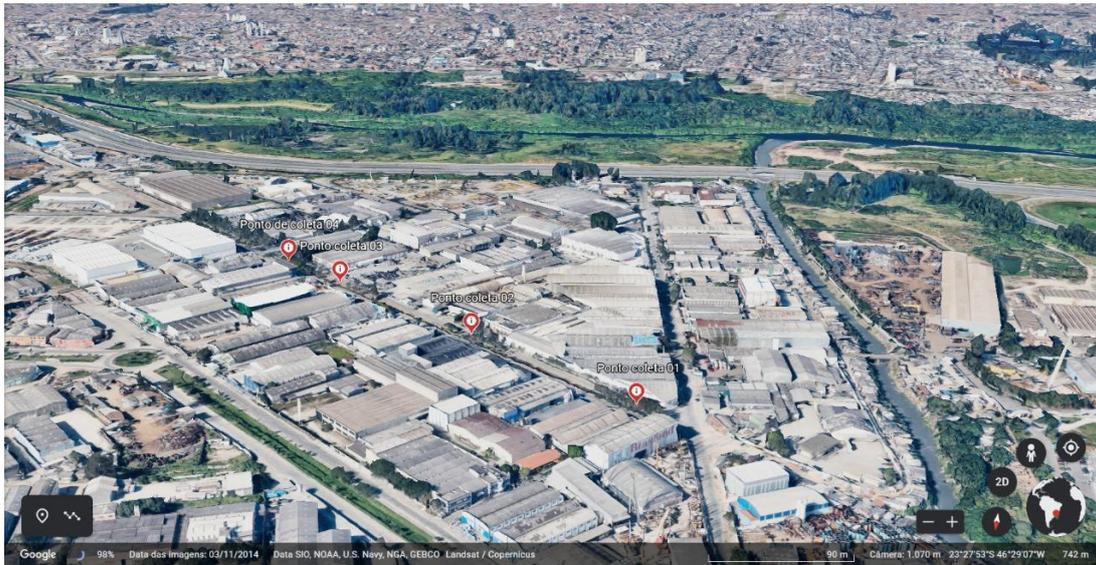
Os dados obtidos nas análises geram preocupações pois, comprovou a presença significativa de chumbo, além de apresentar valores altos de cromo em quase todas as amostras. Assim, podemos deduzir que o tratamento necessário para descarte de efluente não está sendo efetuado corretamente.

Não somente pelos valores encontrados na análise; mas ao realizar a coleta, na verificação do pH, vimos o alto teor de acidez dos pontos, uma característica da falta de neutralização dos efluentes.

Na figura 17, é possível ver que o fluxo do córrego estudado tem seu desague no rio Tietê, um dos principais e importantes rios do estado de São Paulo. Assim, gerando um alerta, pois é um rio que sofre com a poluição decorrente do despejo de esgoto doméstico e industrial (OLIVEIRA, 2014). Além de ser, um meio para a contaminação da fauna e flora, pois no decorrer do percurso do rio temos o Parque Ecológico do Tietê, que abriga a

presença de alguns animais como, guaxinins, macacos e capivaras, estando assim suscetíveis.

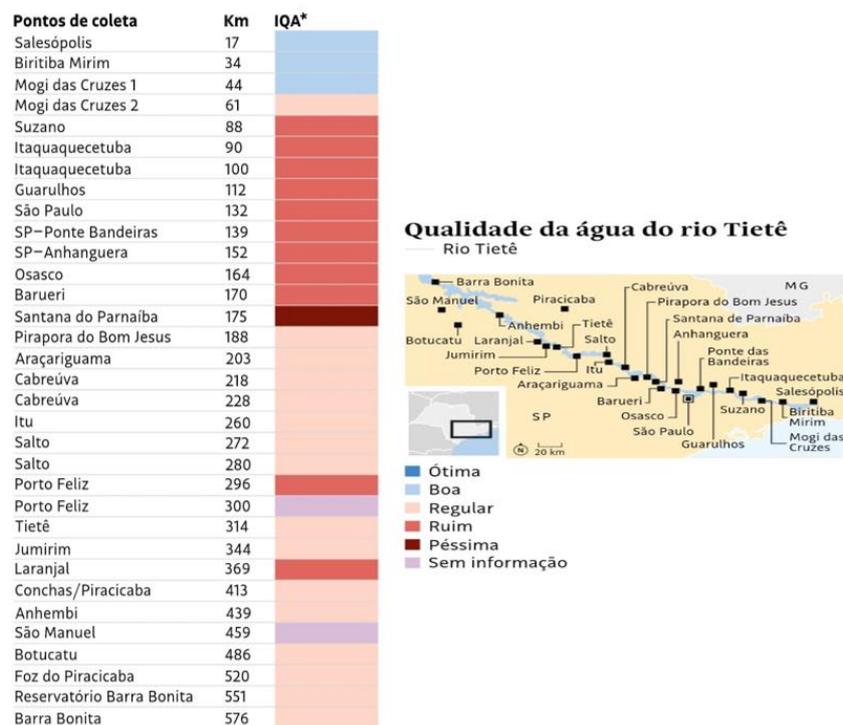
Figura 17 - Pontos de Coleta



Fonte: Google Maps, 2022

Segundo pesquisa realizada pela SOS Mata Atlântica junto com a CETESB, apresentado pelo jornal Folha de São Paulo (2022), obteve-se a informação da qualidade da água de determinados pontos decorrentes do rio Tietê (Figura 18). Pode-se observar que o município de Guarulhos foi um dos pontos analisados, em que destaca-se por ser uma das localidades em que a qualidade da água está em um estado considerado ruim.

Figura 18 - Qualidade da água do Rio Tietê



Fonte: Folha de São Paulo, 2022

## 5. CONCLUSÕES

A sustentabilidade é o conjunto de atividades que buscam preservar a qualidade dos recursos naturais. Porém, é evidente que com os avanços industriais e tecnológicos das últimas décadas, provocaram consequências negativas ao meio ambiente. Assim, é imprescindível que as indústrias procurem soluções para amenizar e/ou solucionar os impactos gerados no processo de fabricação de determinados produtos. Deste modo, o presente artigo analisou o teor de chumbo de um córrego presente em uma área industrial, sendo o mesmo utilizado para descarte de efluentes de uma empresa fabricante de tintas. Tendo como base, as normas estipuladas pela Resolução CONAMA 430 de 13/05/2011 e a Resolução CONAMA 357 de 17/03/2005, assim, comparando os valores obtidos. Como também, apresentou os impactos ecológicos gerados pelo chumbo, quando se tem contato com ele, em uma quantidade superior ao permitido.

A tinta é composta, genericamente, por quatro elementos principais: resina, solvente, pigmento e aditivos. O chumbo está inserido nas resinas e solventes, onde suas propriedades físico-químicas contribuem para dar flexibilidade, aderência e brilho após o processo de secagem, e, conseqüentemente, o solvente tem a função de solubilização da resina para a formação de uma mistura homogênea, facilitando a aplicação. Logo, é um metal pesado, que contribui para uma boa qualidade da tinta.

Porém, o teor elevado de chumbo pode acarretar sérios problemas para o ecossistema. Sendo o material um metal pesado, ele gera uma grande acumulação trófica, em que há o acúmulo progressivo da substância de um nível trófico para o outro, assim resultando numa significativa contaminação ao longo da teia alimentar. Como também, gera alto risco a saúde humana, pois afeta atividades metabólicas, funções cerebrais, sistema digestivo e reprodutivo, e, é tóxico.

Com a coleta de campo, foi possível verificar sob a óptica dos estudantes, que existe o descarte incorreto de efluentes, em que observou a presença de uma coloração semelhante a tinta, apresentadas nas figuras 9, 10 e 11 do tópico 3.2. Coleta. Além de, constatar o alto teor de acidez das amostras, o qual representa a falta de neutralização dos resíduos. Diante das análises efetuadas, foi possível alcançar os objetivos traçados inicialmente, pois a partir dos estudos feitos foi constatado o alto teor de chumbo no córrego, e, por conseguinte atestou elevados valores de cromo, decorrente do descarte errôneo.

Logo, diante dos resultados obtidos é importante destacar os pontos de coleta 2 e 4, visto que apresentaram valores altos de chumbo total e cromo total, nas análises realizadas no sedimento e na água. No qual, chumbo total constatou 8,719 mg/L na análise do sedimento da amostra 2, e, cromo total indicou 5,696 mg/L na amostra 2 e 7,083 mg/L na amostra 4, ambos resultados que excederam, realizados na análise da água. Assim, ao realizar pesquisas para solucionar este problema, deve se atentar para estes pontos.

Desde modo, pode-se concluir que o córrego estudado, apresenta risco de contaminação por chumbo, cromo e cádmio, pois, foram encontrados valores superiores ao estipulado pela Resolução CONAMA, assim, sendo necessário a fiscalização destes metais pesados. Com isso, ocasionando grande risco ao meio ambiente, pois os sedimentos analisados denotaram valores altos de chumbo e cromo.

Sugere-se que, em pesquisas futuras, sejam realizados novos estudos no córrego, a fim de encontrar os demais problemas presentes no mesmo, elaborar soluções para o descarte correto de efluentes e tratamentos para o córrego, já que ele tem seu desague em um rio importante, e assim, minimizar os impactos ambientais.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores querem externar sua gratidão ao Instituto Lab System de Pesquisas e Ensaios pelo apoio, pois disponibilizaram equipamentos para realizar a coleta, e cederam seus laboratórios para executar o preparo e análise das amostras. Saliendo a generosa colaboração do supervisor do laboratório químico Clecio Ferreira da Silva e o encarregado Jhonatas Rógerio Silva Apolonio, por concederem a permissão necessária bem como aos colaboradores Francisco Laudeir e Bruna Assis por orientar no ensaio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (2001). Associação de Normas Técnicas – NBR ISO/IEC 17025 - **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração.**

ABRAFATI. **O setor de tintas no Brasil.** Disponível em: <<https://abrafati.com.br/setor-de-tintas/dados-do-setor/>>. Acesso em: 20 nov. 2022

BRASIL (2005). Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005 - **Estabelece a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para seu enquadro.**

BRASIL (2005). Resolução CONAMA n° 430, de 17 de março de 2005 - **Dispõe sobre as condições e ádrões de lançamentos de efluentes.**

BRASIL; Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 20: **Estabelece a classificação das águas e os níveis de qualidade exigidos.** 2001.

BREZINSKI, J. J. **Regulation of volatile organic compound emissions from paints and coatings.** In: KOLESKE, J. V. Paint and coating testing manual: fourteenth edition of the Gardner-Sward Handbook. 14. ed. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1995. p.3-12. (Manual series: MNL 17).

BURGESS W. A; **Recognition ok Health Hazarts in Industry: a review of materials and processes.** Ed. 2. New York. 1995. p. 537.

Cavalcanti, J. E. W. A. 2012. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais.** 2ª ed. São Paulo: Engenho.

CCDM UFCAR. **Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES).** Disponível em: <<http://www.ccdm.ufscar.br/ensaios-quimicos/espectrometria-de-emissao-optica-por-plasma-acoplado-indutivamente-icp-oes/>>. Acesso em: 06 out. 2022.

Centro de Vigilância Sanitária. **Manual de coleta, conservação e transporte de amostra de água.** Disponível em: <[file:///C:/Users/Pc/Downloads/Manual-de-Coleta-e-amostras-de-agua\\_CVS.pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/Manual-de-Coleta-e-amostras-de-agua_CVS.pdf)> Acesso em: 21 set. 2022.

CEVS. **Chumbo.** Disponível em: <https://cevs.rs.gov.br/chumbo>. Acesso em: 22 out. 2022.

CIMINELLI, Renato R. **Parâmetros para a seleção e formulação de cargas minerais na indústria de tintas.** Congresso Internacional de Tintas. São Paulo, 1989. Site disponível em <[http://www.mercadomineral.com.br/site\\_final/artigos/Maio1989.doc](http://www.mercadomineral.com.br/site_final/artigos/Maio1989.doc)> acesso em: 24 set. de 2022;

DNPM; Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário estatístico do setor metalúrgico 2000.**

ECOTAPRS. **Tinta ecológica. Como fazer em casa?.** Disponível em: <<https://ecotaprs.com.br/construcao/construcao-sustentavel/tinta-ecologica-como-fazer-em-casa/>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

ER Ambiental. Disponível em: <<https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12750/AnBeatrizKonigOliveira-RioTieteProcHistImportancia.pdf>> Acesso em: 08 nov. 2022.

EXTOXNET TIBS. **Toxicology Information Briefs**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/tibs/movement.htm>. Acesso em: 22 out. 2022.

FAZENDA, Jorge M. R. (coord) **Tintas e Vernizes: ciência e tecnologia**. 2ª edição. Volume 1. ABRAFATI, São Paulo, 1995;

Folha de São Paulo. **Mancha de poluição no rio Tietê cresce 43% em um ano**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2022/09/mancha-de-poluicao-no-rio-tiete-cresce-43-em-um-ano.shtml>> Acesso em: 02 nov. 2022.

Governo do Estado de São Paulo, **Tintas e Vernizes – Guia Técnico Ambiental** – serie P+L. São Paulo, 2006.

Grigoletto, T. L. B. **Chumbo na água de consumo de Ribeirão Preto (SP): fatores químicos, físicos e possíveis correlações com a contaminação de crianças**. 2011. 83 f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011. Acesso em: 22 out. 2022.

HENDRIKS, L. et al. **Selective Dating of Paint Components: Radiocarbon Dating of Lead White Pigment**. Radiocarbon, v. 61, n. 14 ,p. 473-493, out./2018. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/radiocarbon/article/selective-dating-of-paint-components-radiocarbon-dating-of-lead-1white-pigment/7676FE243508771B5395E95F7464A89F>>. Acesso em: 25 out. 2022.

IDHEA, Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, **material didático do Curso Materiais Ecológicos e Tecnologias Sustentáveis para Arquitetura e Construção Civil**, São Paulo 2008.

LARCHER W. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima Artes e Textos, São Carlos. 531p, 2010. Acesso em: 22 out. 2022.

Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água. Disponível em: <[file:///C:/Users/Pc/Downloads/manual\\_coleta\\_%C3%81gua.pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/manual_coleta_%C3%81gua.pdf) > Acesso em: 21 set. 2022.

MELLAART, James. **Earliest Civilizations of the Near East**. Ed. Thames-Hudson. Londres, 1965.

Moreira FR, Moreira JC. **Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde**. Rev Panam Salud Publica. 2004;15(2):119-29. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v15n2/20821.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

MUNHOZ, Patrícia Marques. **Monitoramento Ambiental em Região Contaminada por Chumbo**, p. 1-107, jul./2010 Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101274/munhoz\\_pm\\_dr\\_botfmvz.pdf;jsessionid=498FEF08F38A1B9ECE810C31560636EE?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101274/munhoz_pm_dr_botfmvz.pdf;jsessionid=498FEF08F38A1B9ECE810C31560636EE?sequence=1) Acesso em: 22 out. 2022.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

O'CONNOR, D. et al. **Lead-based paint remains a major public health concern: A critical review of global production, trade, use, exposure, health risk, and**

**implications.** Environment International: v. 121, p. 85-101, dez./2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018314351>>. Acesso em: 25 out. 2022.

PAIVA, A. C. **Dispersão do chumbo em ambientes aquáticos da região de Belo Jardim – PE. Recife**, 71 pág, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

PANTALEÃO, Simone Queiroz; CHASIN, A. A. D. M. **O chumbo como agente contaminante do meio ambiente.** Disponível em: <[https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Simone%20Queiroz%20Pantale%C3%A3o.pdf](https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Simone%20Queiroz%20Pantale%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2022.

PROPEQ. **Como são produzidas as tintas industriais?** Disponível em: <<https://propeq.com/como-sao-produzidas-as-tintas-industriais/>>. Acesso em: 18 dez. 2022.

REVISTA ARTESANATO. **Pigmentos Naturais para Artesanato: Como Fazer Tinta Sustentável em Casa.** Disponível em: <<https://www.revistaartesanato.com.br/pigmentos-naturais-para-artesanato/>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SILVA, Ailton R. et al. **Identificação e quantificação de resinas, cargas e pigmentos em tintas látex branco.** Eclet. Quím., São Paulo 2008. Disponível em <<http://www.antac.org.br/emat/volumes-V1-N2.htm>> acesso em: 05 set. 2022;

SILVA<sup>1</sup>, Edevaldo Da; SANTOS<sup>2</sup>, P. S. D; GUILHERME<sup>2</sup>. M. D. F. D. S. **Chumbo nas Plantas: Uma Breve Revisão sobre seus Efeitos, Mecanismos Toxicológicos e Remediação.** Campina Grande, p. 1-21, ago./2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2015a/chumbo%20nas%20plantas.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

SOUZA, A. O. D. et al. **Tinta Ecológica como Fator de Integração Solidária, Social e Ambiental em Comunidades Urbanas e Rurais.** IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p. 1-6, mai./2021. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/I-019.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

UEMOTO, K. L. AGOPYAN, V. **Tintas imobiliárias e o impacto ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.** 9., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, RS: ENTAC, 2002. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002\\_1279\\_1288.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_1279_1288.pdf)>. Acesso em: 17 de outubro 2022.

VARGAS, Giovana B.F. **Elaboração de uma proposta de projeto de tratamento de águas residuárias da indústria de tintas.** Trabalho Curso Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2003. Pág. 14

Z.RANJBAR et al. **Lead compounds in paint and coatings: A review of regulations and latest updates.** Progress in Organic Coatings: v. 174, p. 107-247, out./2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300944022005446>>. Acesso em: 25 out. 2022.

ZAPAROLLI, Domingos. **Manual de gerenciamento de resíduos para indústria de tintas e vernizes, Departamento de segurança e meio ambiente Sitivesp**, 2010, p.14.

Formulações inadequadas afetam a qualidade e a segurança da tecnologia, Química de derivados, editora QD, junho 2007, edição n 462.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – FICHA DE COLETA

#### FICHA DE COLETA

<b>Data da Coleta</b>	25/09/2022
<b>Local da Coleta</b>	Rua Panambi, Cumbica - Guarulhos
<b>Tipo de Análise</b>	Análise de chumbo
<b>Procedência da Coleta</b>	Água superficial
<b>Ponto de Coleta</b>	Córrego
<b>Motivo de Coleta</b>	Estudo/pesquisa
<b>Tipo de Amostra</b>	Esgoto não tratado
<b>Área da Coleta</b>	Industrial

Chuva nas últimas 48 horas: SIM  NÃO

- Ponto 1

Identificação: Rua Panambi, 225

<b>Hora da Coleta</b>	14h15
<b>pH</b>	7
<b>Temperatura (°C)</b>	23°
<b>Umidade (%)</b>	49%
<b>Latitude</b>	-23.4654496
<b>Longitude</b>	-46.4871595

- Ponto 2

Identificação: Rua Panambi, 400

<b>Hora da Coleta</b>	14h39
<b>pH</b>	3
<b>Temperatura (°C)</b>	23°
<b>Umidade (%)</b>	49%
<b>Latitude</b>	-23.4654496
<b>Longitude</b>	-46.4871595

- Ponto 3

Identificação: Rua Panambi, 515

<b>Hora da Coleta</b>	15h00
<b>pH</b>	2
<b>Temperatura (°C)</b>	23°
<b>Umidade (%)</b>	49%
<b>Latitude</b>	-23.4654496
<b>Longitude</b>	-46.4871595

- Ponto 4

Identificação: Rua Panambi, 657

<b>Hora da Coleta</b>	15h17
<b>pH</b>	1
<b>Temperatura (°C)</b>	23°
<b>Umidade (%)</b>	49%
<b>Latitude</b>	-23.4654496
<b>Longitude</b>	-46.4871595