



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CÂMPUS DE BAURU
FACULDADE DE CIÊNCIAS



Lucas Haruiti Nakadakari

**Proposta de um plano de monitoramento de efluentes industriais com
metais pesados para o município de Bauru - SP**

Aluno: Lucas Haruiti Nakadakari
Orientador: Prof. Dr. Aloísio Costa Sampaio
Coorientadora: Me. Priscila Marcon

Bauru
2022

N163p

Nakadakari, Lucas Haruiti

Proposta de um plano de monitoramento de efluentes industriais com metais pesados para o município de Bauru- SP / Lucas Haruiti Nakadakari. -- Bauru, 2022

69 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Aloísio Costa Sampaio

Coorientadora: Priscila Marcon

1. metais pesados. 2. saneamento básico. 3. plano de monitoramento. 4. estação de tratamento de efluentes. 5. Bauru. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru.
Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar meus agradecimentos, primeiramente a minha família que sempre me deram o suporte para eu alcançar meus objetivos. Eles são a base para minhas decisões, meus conselheiros e meus orientadores da vida. Principalmente minha mãe Sumiko, meu pai Sungem e minha irmã Patrícia que estão sempre caminhando junto comigo para me manter cada vez mais confinante e com coragem para seguir em frente.

Agradeço também aos meus tios Sergio e Yaeko que me acolheram na cidade de Bauru, me deram todo o suporte e muito mais que eu precisava durante toda a minha graduação.

Gostaria de deixar minha gratidão aos meus orientadores professor Aloísio Costa Sampaio que prontamente aceitou meu pedido como orientador e sempre me deu todo suporte. E a Priscila Marcon que desde o primeiro dia sempre teve toda a paciência e dedicação para me auxiliar nas pesquisas e conseguir chegar nos objetivos e resultados.

Fica meu agradecimento também ao professor Thiago Maia Davanso, na qual tive a oportunidade ser aluno nas disciplinas do bacharel e foi super compreensível com todos nesse período de pandemia e EAD. E também por aceitar fazer parte da banca.

Aos meus amigos e parceiros que a UNESP me concedeu, Kevin e Milena, que diariamente me deram todo o suporte e equilíbrio na graduação. Graças a essa dupla, problemas e desafios puderam ser levados de uma forma mais tranquila e sempre estiveram juntos comigo para comemorar as conquistas.

Por fim, fica meus agradecimentos a Unesp e a Faculdade de Ciências que foram as instituições que me acolheram nesse período marcante que foi a graduação.

RESUMO

A poluição por metais pesados é um problema ambiental que demanda atenção pelos riscos que traz à saúde humana e à qualidade ambiental. Os metais pesados têm a capacidade de se acumular nos organismos. Nos seres humanos, a exposição aos metais pesados, é capaz de gerar diversos problemas de saúde como o câncer, doenças neurológicas e entre outros. Os maiores responsáveis pela contaminação do meio ambiente, pela emissão de metais pesados, são as indústrias. Quando os efluentes líquidos industriais estão contaminados com metais pesados e são lançados, sem tratamento adequado, nos corpos hídricos podem poluir suas águas. Entretanto, as indústrias devem tratar seus efluentes para lança-los na rede pública de coleta e transporte de esgoto, ou nos corpos hídricos, respeitando os padrões de qualidade definidos em lei. Os distritos industriais de Bauru- SP estão localizados em regiões interligadas na rede pública de coleta e transporte de esgotos. Atualmente, o esgoto coletado é lançado *in natura* no Rio Bauru, mas existe uma estação de tratamento de esgotos gerado no município que não é tratado. Como o município apresenta uma grande quantidade de indústrias com potencial de gerar efluentes com metais pesados, é importante monitorar e ter um controle social se o esgoto que está sendo lançado na rede pública tem presença destas substâncias, afinal elas também podem prejudicar o futuro tratamento de esgoto. Este trabalho localizou dos distritos industriais do município e os metais pesados que podem estar sendo gerados no município. Com isso, e baseado em uma análise documental, foi elaborado um protocolo de amostragem de esgoto para identificar a presença de metais pesados na rede pública de coleta e transporte de esgoto que pode ser utilizado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente de Bauru.

Palavras- chaves: metais pesados, saneamento básico, plano de monitoramento, estação de tratamento de efluente, Bauru.

ABSTRACT

Pollution by heavy metals is an environmental problem that demands attention due to the risks it poses to human health and environmental quality. Heavy metals have the ability to accumulate in organisms. In humans, exposure to heavy metals is capable of generating various health problems such as cancer, neurological diseases and others. The most responsible for the contamination of the environment, for the emission of heavy metals, are the industries. When industrial liquid effluents are contaminated with heavy metals and are released, without proper treatment, into water bodies, they can pollute their waters. However, industries must treat their effluents to release them into the public sewage collection and transport network, or into water bodies, respecting the quality standards defined by law. The industrial districts of Bauru-SP are located in regions connected to the public sewage collection and transport network. Currently, the collected sewage is released in natura into the Bauru River, but there is a sewage treatment plant generated in the municipality that is not treated. As the municipality has a large number of industries with the potential to generate effluents with heavy metals, it is important to monitor and have social control if the sewage being released into the public network has the presence of these substances, after all they can also harm the future treatment of sewage. sewage. This work located the industrial districts of the municipality and the heavy metals that may be being generated in the municipality. With this, and based on a document analysis, a sewage sampling protocol was elaborated to identify the presence of heavy metals in the public sewage collection and transport network that can be used by the Municipal Environment Council of Bauru.

Keywords: heavy metals, basic sanitation, monitoring plan, effluent treatment plant, Bauru.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos distritos industriais de Bauru.....	27
Figura 2: Sistema de esgotamento sanitário do município de Bauru.	28
Figura 3: Fluxograma da ETE Vargem Limpa.	31
Figura 4: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Marcus Vinícius Feliz Machado.	37
Figura 5: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Vila Engler.	38
Figura 6: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Domingos Biancardi.	39
Figura 7: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Cláudio G. Misquiati.	39
Figura 8: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Parque Paulista.	40
Figura 9: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Quinta da Bela Olinda. .	40
Figura 10: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial da Vila Engler.....	41
Figura 11: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial Domingos Biancardi. .	41
Figura 12: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial Parque Paulista.....	42
Figura 13: Fluxograma do protocolo de monitoramento de efluentes industriais com metais pesados do município de Bauru.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação das indústrias com potencial de geração de efluentes com metal pesado.....	14
Quadro 2: Concentrações máximas permitidas de lançamento das fontes poluidoras, segundo a seção II, Art. 16, Res. CONAMA nº 430/11.	21
Quadro 3: Ficha do planejamento da coleta do protocolo de monitoramento.	45
Quadro 4: Ficha de campo elaborada par ao protocolo de monitoramento.	47

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Concentração máxima dos metais pesados para lançamento de efluente nos SES segundo o Decreto Estadual nº 8.464/76.....	21
--	----

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	9
2.	OBJETIVO GERAL	12
3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1.	Poluição ambiental e os efluentes industriais.....	13
4.2.	Fontes de metais pesados	14
4.3.	Tratamento de efluentes.....	20
4.4.	Metais pesados e o tratamento de efluentes.....	22
4.5.	Licenciamento ambiental.....	23
4.6.	Monitoramento ambiental.....	25
5.	MATERIAIS E MÉTODO	26
5.1.	Caracterização da área de estudo	26
5.1.1.	Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	28
5.1.2.	Gestão ambiental	31
5.2.	Identificação dos metais de interesse	32
5.3.	Identificação dos pontos de coleta de efluente	33
5.4.	Plano de monitoramento	34
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6.1.	Metais pesados de interesse.....	36
6.2.	Pontos de interesse.....	36
6.3.	Plano de Monitoramento	42
6.4.	Protocolo de monitoramento de metais pesados para Bauru	44
7.	CONCLUSÃO	49
8.	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE 1 - Lista de indústrias instaladas em Bauru, por tipologia, relacionada com os metais que podem estar presentes em seus efluentes.....	58
	ANEXO 1 - Mapas das redes de coleta e transporte de esgoto de Bauru.....	64
	ANEXO 2 – Orçamento dos laboratórios da análise das amostras.	67

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A poluição ocorre quando matérias, ou energia, são lançadas no meio ambiente podendo afetar a vida dos seres vivos (SÁNCHEZ, 2006). Um exemplo de introdução de matérias poluidoras é o lançamento sem tratamento de efluentes das indústrias nos corpos hídricos (AGUIAR, 2002).

Assim, a solução encontrada para evitar maiores problemas ambientais, são as construções das estações de tratamento de esgoto (ETE), na qual os efluentes descartados pelo município são tratados de modo a estarem em condições aceitáveis e seguindo as legislações ambientais (OLIVEIRA, 2006).

Um dos tipos de efluentes industriais que tem se destacado pelas graves consequências ao meio ambiente, são aqueles que possuem metais pesados e não passam por tratamento antes de serem lançados em corpos hídricos. Os metais pesados são substâncias que apresentam uma alta toxicidade, deste modo acabam prejudicando o tratamento biológico dos efluentes, como por exemplo, reduzem o processo de decomposição das matérias orgânicas pois acabam contaminando os microrganismos responsáveis por essa ação (AGUIAR, 2002).

Mesmo que alguns metais pesados possam ser considerados importante para alguns ciclos metabólicos dos organismos, a maioria dessas substâncias tóxicas, se consumidas em concentrações acima do limite de tolerância, podem ser prejudiciais ao organismo (AGUIAR, 2002).

A exposição humana aos metais pesados pode ocorrer através das vias orais, dérmicas e inalatórias, sendo que em concentrações acima das permitidas, são capazes diversos problemas a saúde como: prejuízos renais, pulmonares, hepáticos, diminuição de atividades cerebrais, entre outros. Doenças graves como câncer, Alzheimer, esclerose múltipla podem ser consequências da exposição prolongada aos metais pesados (VARDHAN; KUMAR; PANDA, 2019).

Cada metal pesado apresenta características que determinam sua toxicidade à exposição, como por exemplo o mercúrio que quando ingerido por peixes, ocorre o processo de bioacumulação no organismo. Esse processo começa quando os metais pesados contaminam as águas através de efluentes

industriais, domésticos e escoamento agrícola, adentrando na cadeia alimentar e provocando a poluição do ambiente (VARDHAN; KUMAR; PANDA, 2019).

O presente trabalho busca propor um protocolo de monitoramento para acompanhar se as indústrias estão lançando efluentes com metais pesados, na rede pública de coleta e transporte de esgoto do município de Bauru, localizada no interior do estado de São Paulo, que possui cerca de 380 mil habitantes (IBGE, 2021), podendo ser classificada como uma cidade de médio porte do Brasil. De acordo com uma pesquisa do IBGE, Bauru ocupa a vigésima quarta posição em quantidade de indústrias em relação aos municípios paulistas, sendo que o setor industrial é o segundo setor que mais movimenta o Produto Interno Bruto do município (CIESP, 2015).

Além disso, Bauru conta com duas estações de tratamento de esgoto, a Tibiriçá e a Candeia, e apresenta em construção a terceira ETE, denominada Vargem Limpa, na qual será encarregada de tratar a maior parte do esgoto produzido pelo município inclusive o esgoto industrial lançado na rede pública (BAURU, 2021).

Faltam informações públicas sobre se as indústrias instaladas no município estão tratando seus efluentes de forma a atender essas exigências legais. Como suas atividades são licenciadas pelos órgãos ambientais estaduais e municipais, espera-se que as indústrias comprovem rotineiramente que manejam de forma adequada seus efluentes. Todavia, a população não tem meios de verificar e acompanhar estas práticas.

Dada a falta de informação sobre o assunto e dentro do contexto da existência de indústrias com potencial gerador de efluente contaminado com metais pesados, é necessário monitorar a presença destas substâncias no esgoto gerado. Afinal, essas substâncias podem trazer sérios prejuízos à saúde humana, ambiental, bem como inibir o tratamento biológico dos efluentes, o que prejudicará o funcionamento da ETE Vargem Limpa.

Não existe um procedimento público municipal de monitoramento e controle de poluição por metais pesados pelas indústrias. No entanto, o município de Bauru possui um Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (COMDEMA), que poderia se beneficiar da existência de um protocolo e monitoramento com este objetivo, uma vez que é um órgão consultivo, deliberativo e de assessoramento da Prefeitura Municipal

de Bauru, em questões relacionadas ao meio ambiente em toda a área do município (BAURU, 2021).

Dessa forma, este trabalho propõe um protocolo de monitoramento da presença de metais pesados nos efluentes industriais para o município de Bauru, com a determinação dos metais pesados de interesse, bem como os pontos de coleta. Este protocolo poderia ser utilizado pelo COMDEMA para ampliar as informações sobre a saúde ambiental disponíveis ao público.

2. OBJETIVO GERAL

Propor um protocolo de amostragem dos efluentes industriais lançados na rede coletora e transportadora de esgotos do município de Bauru-SP, a fim de monitorar a presença de metais pesados.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os pontos de interesse para coleta de esgoto industrial;
- Identificar os metais pesados de interesse para análise, considerando a tipologia das indústrias instaladas nos distritos industriais do município;
- Levantar bibliografia sobre toxicidade de metais pesados em tratamento biológico de esgoto;
- Elaborar um protocolo de monitoramento de efluentes nos pontos de interesse.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Poluição ambiental e os efluentes industriais

De forma geral, a poluição ambiental é “a introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos” (SANCHÉZ, 2006). A poluição ambiental pode ocorrer tanto no solo, quanto no ar e na água. A poluição hídrica ocorre quando um agente poluente altera o corpo hídrico, seja física, química, ou biologicamente, tornando sua qualidade inferior àquela estabelecida pela sua classe (GIORDANO, 2004).

A qualidade da água na natureza depende das condições naturais e das atividades antrópicas. Isso porque, as águas da chuva, do escoamento superficial e subterrâneo podem incorporar sólidos em suspensão e íons, o que acontece tanto em ambientes preservados, quanto aqueles com mais interferência humana. O uso e a ocupação do solo pelos seres humanos influenciam diretamente a qualidade da água. As fontes de poluição podem ser difusas, como aquelas na aplicação de agrotóxicos em uma cultura, ou pontuais, como ocorre no lançamento de efluentes em corpos hídricos (VON SPERLING, 2005).

Os poluentes presentes nos efluentes industriais e domésticos podem trazer riscos ambientais e sanitários. Uma das fontes de poluição industrial da água se dá pelo seu uso nos processos industriais, uma vez que a água entra em contato com matérias-primas, equipamentos e rejeitos dos processos industriais, gerando efluentes (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

Os efluentes industriais podem apresentar em sua composição poluentes diferentes daqueles encontrados no esgoto doméstico, como metais pesados e micro poluentes orgânicos. Por isso, estações de tratamento de efluente industrial e as estações de tratamento de esgoto doméstico, que também recebem efluentes industriais, devem ser projetadas de modo a retirar esses outros tipos de poluentes (BRAILE; CAVALCANTI, 1993; VON SPERLING, 2005).

3.2. Fontes de metais pesados

Os metais pesados, em relação ao meio ambiente, são aqueles que trazem risco à saúde humana e ambiental, em determinadas concentrações e tempo de exposição (ANDREOLI, 2001). Outra definição apresentada por Mockaitis (2011), traz que os metais pesados são elementos com maior densidade em relação aos outros metais (alcalinos, alcalinos terrosos e metais leves), ou seja, possuem massa maior que a do ferro.

Com o aumento e desenvolvimento do setor industrial, os metais pesados começaram a ser manipulados mais frequentemente, e, sua presença no ambiente começou a ser cada vez mais recorrente, aumentando a insalubridade do meio. A contaminação ambiental por metais pesados oriundos de processos industriais é uma questão de grande relevância. Afinal, estes elementos são compostos não biodegradáveis e que podem se acumular nos organismos vivos (SILVA; ARGONDIZO; GUBULIN, 2021).

As contínuas emissões das partículas de metais pesados podem ser absorvidas por vegetais e animais, causando intoxicações em todos os níveis da cadeia alimentar, caracterizando como poluentes ambientais significativos, devido a sua toxicidade, sendo um problema de importância crescente (SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018). Assim, a presença de metal pesado pode ser algo recorrente, e, portanto, deve ser visto com um alerta, uma vez que estes elementos apresentam alta toxicidade ao meio ambiente e aos seres humanos (BAIRD, 2002; MANAHAN, 2005 apud MOCKAITIS, 2011).

No esgoto industrial, os metais pesados mais recorrentes são: alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e zinco. Em geral, efluentes com esses elementos são gerados em indústrias como galvanoplastias, indústrias químicas e fundições (VON SPERLING, 2005). Na Quadro 1, são apresentadas as principais tipologias de indústrias que podem gerar efluentes com metais pesados.

Quadro 1: Relação das indústrias com potencial de geração de efluentes com metal pesado.

Metal	Processos industriais que podem ser fonte deste metal
Alumínio ¹	Indústria automobilística Indústria de construção civil Indústria aeroespacial

Metal	Processos industriais que podem ser fonte deste metal
	Indústrias de elétrica e eletrônica Fabricação de ligas metálicas Fabricação de utensílios domésticos Fabricação de embalagens para alimentos Indústrias de medicamentos (antiácidos, antiperspirantes e adstringentes) Tratamento de água (reduz matéria orgânica, cor, turbidez e microrganismos)
Arsênio ²	Fabricação de vidro Mineração Fabricação de materiais elétricos (semicondutores, diodos, lasers, células solares) Fabricação de agrotóxicos Indústria metalúrgica Termoelétricas Incineração de resíduos sólidos
Bário ³	Fabricação de plásticos Fabricação de Vidro Fabricação de cerâmica Fabricação de eletrônicos Fabricação de tecidos Fabricação de ligas metálicas Fabricação de sabão Fabricação de borracha Fabricação de máquinas de radiografia
Cádmio ⁴	Fabricação de baterias de níquel- cádmio Fabricação de estabilizadores de produtos de PVC Fábricas de recobrimento de produtos ferrosos, ligas de cádmio e componentes eletrônicos Indústria de tabaco Fabricação de fertilizantes fosfatados Fabricação de cimento
Chumbo ⁵	Indústrias químicas Indústria de construção Fabricação de bateria elétrica Fabricação de vidro Fabricação de tintas e esmaltes Indústria metalúrgica Indústria do tabaco Fabricação de cosméticos Fabricação de bijuterias Fabricação de utensílios de pesca Indústria armamentista
Cromo ⁶	Mineração Fabricação de ligas metálicas Indústria da construção civil Curtumes Fabricação de tintas Galvanoplastia Indústria madeireira
Mercúrio ⁷	Fabricação de produtos odontológicos (amálgama) Fabricação de materiais elétricos (lâmpadas fluorescentes, interruptores) Mineração Fabricação de agrotóxicos Indústria farmacêutica (conservantes de vacinas)

Metal	Processos industriais que podem ser fonte deste metal
Níquel ⁸	Fabricação de aço inoxidável Indústria de galvanoplastia Fábricas de Margarinas e manteigas Fábricas de ligas Fábricas de baterias alcalinas Fábricas de próteses clínicas e dentárias Fabricação de bijuterias Indústria do Tabaco
Zinco ⁹	Indústria automobilística Indústria de construção civil Indústria de eletrodomésticos Fabricação de ligas Galvanização Indústria têxtil Indústria de cerâmicas Indústria de borrachas Indústria de tintas Indústrias de agrotóxicos e adubos Indústria madeireira Indústria farmacêutica

Fonte: ¹ CETESB, 2013a; ² CETESB, 2021a; ³ CETESB, 2013b; ⁴ CETESB, 2021b; ⁵ CETESB, 2013c; ⁶ CETESB, 2013d; ⁷ CETESB, 2013e; ⁸ CETESB, 2021c; ⁹ CETESB, 2013f.

O alumínio é considerado um dos metais mais abundantes na crosta terrestre. Através das atividades antrópicas, o metal pode ser encontrado na indústria automobilística, construção civil, aeroespacial, elétrica e eletrônica, fabricação de ligas metálicas, utensílios domésticos e embalagens para alimentos (CETESB, 2013a). Compostos de alumínio podem ser encontrados em antiácidos, antiperspirantes e adstringentes. Já os sais de alumínio são possíveis serem vistos como coagulantes no tratamento de água para diminuir a matéria orgânica, cor, turbidez e microrganismos (CETESB, 2013a). Os principais alimentos ricos em alumínio são queijos fundidos, farinha de trigo branca, espinafre e sal. Porém, os efeitos do contato excessivo com o metal, podem causar na saúde: constipação intestinal, perda de energia, cólicas abdominais, perda de memória, dificuldade de aprendizado, osteoporose, raquitismo além de doenças como Alzheimer e Parkinson (VON SPERLING, 2005).

O arsênio é considerado um semimetal presente de forma natural na crosta terrestre associado a mais de duzentos minerais. Através da prática humana, este semimetal é utilizado na fabricação de ligas não ferrosas e semicondutores, além de diodos de emissão de luz, lasers, células solares e

circuitos integrados (CETESB, 2021a). O arsênio também é utilizado em produtos medicinais e indústrias de vidro e podem ser liberados nos ambientes em forma de poeiras através de atividades como a prática de mineração e fundição, aplicação de agrotóxico, combustão de carvão e madeira e incineração de lixo. O contato do metal com o homem se dá através da via inalatória e ingestão de alimentos como frutos do mar, carnes e grãos. Entretanto, o manuseio inadequado e exacerbado com o semimetal, pode causar efeitos como dor abdominal, vômito, diarreia, dores musculares, espasmos musculares e inflamações na boca e garganta (VON SPERLING, 2005).

O bário é um metal que se encontra na natureza de forma combinada, como a barita e a witherita. A barita, que é o sulfato de bário na forma natural, é utilizada para a fabricação de produtos de plástico, vidros, cerâmicas, têxteis, ligas metálicas, sabão e borracha. O sulfato de bário também é utilizado nas clínicas médicas, como contraste, para exames de radiografia (CETESB, 2013b). Já o bário pode ser emitido ao meio ambiente através da combustão do carvão e óleo diesel e incineração de resíduos. Assim, a sua contaminação para com o homem se dá através da água poluída, agrotóxicos, fertilizantes e pesticidas que podem causar alguns efeitos como vômitos, cólicas, doenças cardiovasculares, fadiga e dificuldades respiratórias (VON SPERLING, 2005).

O cádmio é encontrado na natureza junto com sulfetos de minérios como o zinco, chumbo e cobre. Geralmente é utilizado como anticorrosivo em aço galvanizado, como pigmentos em plásticos, na produção de pilhas e baterias e em componentes eletrônicos e reatores nucleares. A presença de cádmio na água, muitas vezes se dá pela sua presença através das impurezas no zinco de tubulações galvanizadas, soldas e acessórios metálicos. Os alimentos que podem conter o metal são peixes, carnes, ovos e produtos vegetais. Pessoas fumantes apresentam maior exposição ao cádmio, isso pelo fato do tabaco apresentar uma alta quantidade do metal. Assim, seus efeitos no organismo podem ser a elevação da pressão sanguínea, aumento do coração, queda da imunidade, enfraquecimento dos ossos, anemia, osteoporose, perda de olfato e câncer (VON SPERLING, 2005).

O chumbo é um metal que pode ser encontrado em pequenas quantidades na crosta terrestre associado a minérios geralmente que contêm zinco. Este metal costuma ser utilizado em indústrias químicas e construção,

como componentes de soldas, lâmina de proteção contra raio X, materiais da indústria automotiva, revestimento de cabos. Já os óxidos de chumbo são usados nas placas de bateria elétricas, vitrificados, vidros e componentes para borracha. Os sais de chumbo são utilizados como base de tintas e pigmentos. A contaminação da água pelo metal se dá principalmente pelas indústrias siderúrgicas e presentes nas torneiras pelo fato das tubulações e conexões conter o material. O chumbo pode entrar em contato direto com o homem através do uso de cigarro, cosméticos, tintas de cabelo, cerâmicas esmaltadas, bijuterias e armas de fogo e munições. Seus danos ao organismo podem afetar os sistemas neurológico, cardiovascular, renal, reprodutor gastrointestinal e hematológico (VON SPERLING, 2005).

O cromo não é encontrado livre na natureza, mas sim através do processamento industrial do minério de cromo. Geralmente é usado para a fabricação de ligas metálicas, estruturas de construção civil devido sua resistência à oxidação. É também utilizado no tratamento de couro, fabricação de pigmentos e tintas, e para conservação de madeiras. Na natureza, o cromo pode ser encontrado na água, plantas, animais, solo, rochas e poeiras. Porém a maior parte do cromo presente na natureza, é emitida por ações do homem, através das indústrias, como a produção de ligas ferro-cromo, refino de minério e tratamentos químicos. A população humana pode estar exposta ao cromo através da alimentação e produtos feitos desse metal. Alimentos que podem conter o metal são: carnes, peixes, frutos do mar, vegetais, cereais, queijos, algumas frutas e pimenta-do-reino. Sendo que a ingestão de altas doses do composto pode causar falência renal, vômitos, diarreias, perda de sangue no trato gastrointestinal, dermatites e câncer no pulmão (VON SPERLING, 2005).

O mercúrio é um metal encontrado naturalmente na natureza. É utilizado para a fabricação de termômetros, agrotóxicos e pesticidas, amálgamas dentárias, mineração e garimpo, joias, tintas, animais marinhos contaminados, lâmpadas fluorescentes e produtos derivados do petróleo. O consumo exagerado de mercúrio pode causar danos no sistema nervoso, nas áreas sensoriais e na coordenação (VON SPERLING, 2005).

O níquel é um metal prateado que geralmente é utilizado na fabricação de aço inoxidável pelo fato da sua resistência à corrosão. Também é encontrado na galvanoplastia do cromo com relação a sua adesão ao ferro e também está

presente como componente da ação catalisadora em algumas ações de hidrogenação, como na fabricação de manteigas e margarinas. E é muito empregado na fabricação de baterias alcalinas, ligas, moedas e próteses clínicas e dentárias. No ambiente, o níquel pode ser encontrado no solo, água, ar e na biosfera. Já a população pode entrar em contato com o metal através da ingestão de água, alimentos contaminados, tabaco e em contato com a pele que pode acontecer com o uso de bijuterias. As atividades que mais apresentam contato com o níquel são a mineração, moagem e fundição de minérios. Os efeitos colaterais desse contato e ingestão do metal são dermatites, gengivites, estomatite, dores articulares, osteoporose, fadiga crônica, além de ser cancerígeno (VON SPERLING, 2005).

O zinco é um metal que pode ser encontrado na crosta terrestre e que pode se associar com outros elementos formados compostos. O metal é muito utilizado na indústria automobilística, construção civil e de eletrodomésticos. Usado também na fabricação de ligas resistentes a corrosão, na galvanização de produtos de ferro e aço, nas indústrias cerâmicas, borracha e tintas além de serem aplicados na indústria têxtil e enriquecimento de solo e na indústria farmacêutica para a fabricação de protetor solar, desodorantes, xampus e outros medicamentos. A exposição desse metal ao ser humano pode ocorrer através do ambiente, água e alimentos, como as carnes e organismos marinhos que apresentam altas concentrações, além de alguns grãos, legumes e frutas. Outra forma é a inalação através da poeira e do fumo causando problemas pulmonares, calafrios, febres, náuseas, vômitos e paladar adocicado (VON SPERLING, 2005).

O fato dos metais pesados estarem presentes nos rejeitos industriais pode gerar grandes transtornos ao ambiente e à saúde da população. Assim, é necessário que esses efluentes, antes de serem retornarem ao meio ambiente, estejam dentro dos padrões das legislações ambientais vigentes. Para tanto, os efluentes industriais precisam passar por processos de tratamento (OLIVEIRA; SUSTAFA, 2015).

3.3. Tratamento de efluentes

O tratamento de efluentes ocorre através um conjunto de operações físicas (remoção de poluentes por forças físicas, como, por exemplo, através do gradeamento, sedimentação, mistura, flotação, etc.), processos químicos (remoção ou conversão de poluentes através da adição de produtos químicos como ocorre, por exemplo, na precipitação e desinfecção) e/ou processos biológicos (remoção de poluentes pela atividade biológica, como ocorre na nitrificação, consumo de matéria orgânica, desnitrificação, etc.). Estas operações e processos podem ocorrer simultaneamente nas estruturas de tratamento de efluentes, ou de forma sequencial (VON SPERLING, 2005).

As Estações de Tratamento de Efluente (ETEs) são infraestruturas onde esses processos e operações ocorrem, a fim de reduzir as cargas poluidoras e condicionar os subprodutos do tratamento (ABNT, 1992). As ETEs são compostas de unidades de tratamento, equipamentos e outras estruturas que são definidas conforme as características dos efluentes a serem tratados e as possibilidades locais, econômicas e técnicas disponíveis (VON SPERLING, 2005).

Em geral, o tratamento de efluentes contaminados com metais pesados é realizado através de processos, como a precipitação por reações químicas, osmose reversa, adsorção em carvão ativado, alumina e oxirredução (AGUIAR; NOVAES; GUARINO, 2002). No entanto, estas técnicas não são adequadas para tratar grandes volumes de esgoto, com baixa concentração de metal pesado, porque apresentam baixas eficiências de remoção e elevados custos operacionais (JIMENEZ; BOSCO; CARVALHO, 2003). Assim, estes efluentes com metais pesados devem ser tratados antes de serem lançados nos corpos hídricos, ou nas redes públicas de coleta e transporte de esgotos.

Segundo a NBR 9800, de 1987, que trata dos critérios de lançamento de efluentes industriais no Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), as indústrias não podem lançar efluentes capazes de gerar explosões, incêndios, tragam risco à vida, prejudiquem a operação e manutenção das ETEs, ou ainda que sejam tóxicas aos processos biológicos de tratamento de efluente (ABNT, 1987). A Resolução CONAMA nº 430, de 2011 apresenta as condições e os padrões de lançamento de efluentes diretamente nos corpos hídricos. Sobre os metais

pesados, esta normativa estabelece que todas as fontes poluidoras podem lançar seus efluentes nos corpos d'água se as concentrações máximas forem inferiores aos limites descritos no Quadro 2.

Quadro 2: Concentrações máximas permitidas de lançamento das fontes poluidoras, segundo a seção II, Art. 16, Res. CONAMA nº 430/11.

Metais pesados	Valores Máximos
Alumínio	Sem valor
Arsênio	0,5 mg/L As
Bário	5,0 mg/L Ba
Cádmio	0,2 mg/L Cd
Chumbo	0,5 mg/L Pb
Cobre	1,0 mg/L Cu
Cromo	0,1 mg/L Cr+6 1,0 mg/L Cr+3
Mercúrio	0,01 mg/L Hg
Níquel	2,0 mg/L Ni
Zinco	5,0 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2011.

Entretanto, no estado de São Paulo, os efluentes industriais gerados no município devem atender ao Decreto Estadual nº 8.464, de 1976, que estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora devem ser lançados no sistema público de esgotamento sanitário se possuir as concentrações máximas presentes em seu artigo 19 (SÃO PAULO, 1976). Os valores da Tabela 1 apresentam as concentrações máximas deste artigo para os metais pesados.

Tabela 1: Concentração máxima dos metais pesados para lançamento de efluente nos SES segundo o Decreto Estadual nº 8.464/76.

Metais pesados	Valores Máximos
Alumínio	Sem valor
Arsênio	0,2 mg/L As
Bário	Sem valor
Cádmio	0,2 mg/L Cd
Chumbo	0,5 mg/L Pb
Cobre	1,0 mg/L Cu

Metais pesados	Valores Máximos
Cromo	0,5 mg/L Cr+6 5,0 mg/L Cr
Mercúrio	0,01 mg/L Hg
Níquel	2,0 mg/L Ni
Zinco	5,0 mg/L Zn

Fonte: Adaptado de São Paulo, 2010.

3.4. Metais pesados e o tratamento de efluentes

O tratamento biológico consiste na oxidação da matéria orgânica (carboidratos, óleos, graxas e proteínas) em compostos mais simples de menor índice de poluição, por exemplo o CO₂, NH₃. Este processo é realizado por microrganismos como fungos, bactérias, protozoários e algas, e pode ocorrer em ambientes com oxigênio (tratamento aeróbio) e em ambientes sem oxigênio (tratamento anaeróbio) (SANT'ANNA JUNIOR, 2010).

Concentrações elevadas de metais pesados nos efluentes afluentes às ETEs podem prejudicar o processo biológico de tratamento, uma vez que os microrganismos apresentam uma dificuldade de se desenvolver nestas condições, além desses metais não serem metabolizados, tornando o processo ineficaz (MOCKAITIS, 2011).

Reatores anaeróbios, por exemplo, podem ser prejudicados pela concentração de alguns metais, como o cobre, níquel, zinco (CHERNICHARO, 1997). Ao analisar a influência do cádmio e do cobre em biorreatores anaeróbios, Mokaitis (2011) constatou que a operação do sistema de tratamento ficou instável depois da superação de concentrações críticas destes metais. Nas análises realizadas, a concentração crítica para o cádmio foi de 29,8 mg Cd²⁺.L⁻¹ e de 50,8 mg Cu²⁺.L⁻¹ para o cobre.

No entanto, reatores anaeróbios podem tolerar a presença de metais pesados dependendo do pH do reator e da presença de sulfetos, porque viabiliza a formação de sais insolúveis que serão incorporados ao lodo (CHERNICHARO, 1997; RIZZO, 2004). A associação dos metais à matéria orgânica no sistema de tratamento traz mobilidade ao metal pesado e ele pode tanto escapar ao tratamento, quanto ficar aderido ao lodo (NECULITA et al 2007, apud Mockaitis, 2011).

Em reatores aeróbios, como os lodos ativados, baixas concentrações de metais pesados podem incentivar o crescimento celular, mas depois da ultrapassagem da concentração ótima, há um efeito adverso e a atividade microbiana pode ser completamente reduzida. Em reatores de bancada, as bactérias heterotróficas reduziram suas taxas de crescimento em 50%, quando expostas a efluente com 20 mg Cr⁶⁺.L⁻¹, enquanto as autotróficas também tiveram suas taxas de crescimento reduzidas pela metade ao entrar em contato com efluentes com este metal, mas a uma concentração menor, de 5 mg Cr⁶⁺.L⁻¹ (COUTO, 2014).

Parte dos poluentes nocivos dos efluentes fica retida nos sistemas de tratamento de esgoto, como rejeitos e como lodos. Os metais pesados são componentes que, em geral, são concentrados no lodo do tratamento. Em função disto, as companhias de saneamento devem ter políticas claras sobre o manejo do lodo gerado na estação, bem como a composição dos efluentes que recebem (ANDREOLI, 2001).

A presença de metais pesados nos lodos de ETEs depende de duas condicionantes básicas (TSUTIYA, 1999):

- Representatividade dos lançamentos industriais em relação às vazões coletadas de origem doméstica;
- Controle dos lançamentos industriais.

O lodo gerado nos tratamentos biológicos das ETEs tem sido estudado como materiais com potencial na aplicação na agricultura por apresentarem características análogas a outros produtos orgânicos, como esterco. No entanto, a presença de metais pesados, e de outros contaminantes, pode inviabilizar esta prática, restando a este lodo somente a alternativa de acondicionamento e destinação ambientalmente correta em aterros sanitários (PINHEIRO, 2007; COUTO, 2014).

3.5. Licenciamento ambiental

O licenciamento ambiental é um instrumento estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente, de utilização compartilhada entre os Estados da Federação e a União, Distrito Federal e Municípios em concordância com os conhecimentos relacionados com a regularização das atividades e

empreendimentos que utilizam os recursos naturais e que podem causar degradação ambiental no local da instalação da empresa (BAURU, 2007). É uma medida com objetivo de prevenir e garantir a qualidade ambiental que inclui a preservação da biodiversidade local, saúde pública e desenvolvimento econômico.

Em geral, o monitoramento da adequação ambiental dos empreendimentos se dá através da renovação das licenças de operação, pelos órgãos licenciadores. Ao menos que haja denúncias, os órgãos fiscalizadores não têm procedimentos de fiscalização sistemática, individual, ou coletiva, se os empreendimentos com o licenciamento regularizado estão seguindo todas as exigências técnicas para controle da poluição.

No entanto, é necessário que haja mecanismos de monitoramento das políticas públicas de forma participativa e cotidiana, visando que aqueles que tenham interesse no processo, avaliem-no continuamente (FOLADORI; TAKS, 2010 apud SOUZA, 2010). Uma das formas de organizar o monitoramento das políticas públicas relacionadas com o meio ambiente é através da existência de conselhos municipais de meio ambiente com representação de diferentes segmentos da sociedade (EBERT, 2009; SOUZA, 2010).

Os conselhos municipais de meio ambiente fazem parte do Sistema Nacional de Meio Ambiente, conjunto de órgãos responsável pela implementação das políticas públicas de proteção ambiental, no Brasil. A principal função que estes conselhos possuem é a elaboração de normas e padrões para complementar as políticas de proteção ambiental, dentro do estabelecido nos níveis federal e estadual (INEA, 2015).

Em relação à composição, os conselhos municipais são formados por colegiados com representação de diferentes segmentos. Esta característica permite que diferentes interesses sejam contemplados nas decisões e encaminhamentos. A participação destes diferentes atores promove o controle social na gestão pública ambiental do município, além de incentivar a democracia e a cidadania (SOUZA, 2010).

3.6. Monitoramento ambiental

Problemas ambientais, tais como a contaminação da água por metais pesados, são situações complexas de relação, em constante transformação, entre o meio ambiente, a saúde pública e os processos produtivos. Uma das formas de analisar e propor soluções para estas questões é através da epidemiologia ambiental, ciência que possibilita calcular os riscos de exposição a substâncias de interesse, criar sistemas de vigilância e de monitoramento ambiental (BRASIL, 2004).

A vigilância ambiental é composta por ações que mapeiam áreas de risco, acompanhando a presença de fatores de risco, a fim de reduzir as chances de contaminação humana e/ou ambiental pela exposição. Estes fatores podem ser biológicos ou não biológicos, como é o caso dos metais pesados. O monitoramento ambiental possibilita determinar a concentração das substâncias de interesse no meio (água, solo, ar, seres vivos) para avaliar os riscos de exposição dos organismos vivos por estes agentes (BRASIL, 2004). Na epidemiologia, realizar o monitoramento dos fatores de interesse, em combinação com análise de outros aspectos como tempo de exposição aos poluentes, toxicologia, hábitos da população de interesse, possibilitam traçar uma estratégia de ação para evitar o risco decorrente da exposição (BRASIL, 2004).

Em geral, a epidemiologia no Brasil tem instituído procedimentos para doenças infecciosas de notificação compulsória, como é o caso da cólera (BRASIL, 2008) e, mais recentemente, do COVID-19 (CHERNICHARO *et. al.*, 2020). Uma das formas de monitorar os riscos a que a população e o meio estão sendo exposta é através do monitoramento da qualidade do esgoto gerado pela comunidade, tanto em suas residências, quanto em estabelecimentos coletivos (escolas, centros comerciais, rodoviárias (BRASIL, 2008). Dependendo da finalidade e do fator de interesse, o monitoramento pode ser realizado com o esgoto coletado nas redes públicas de coleta e transporte de esgoto (CHERNICHARO *et. al.* 2020).

4. MATERIAIS E MÉTODO

Neste capítulo, inicialmente, é realizada uma breve caracterização do município de Bauru e, em seguida, são descritas as metodologias utilizadas para propor o protocolo de amostragem dos efluentes industriais lançados na rede coletora e transportadora de esgotos do município de Bauru-SP, a fim de monitorar a presença de metais pesados.

4.1. Caracterização da área de estudo

Bauru é o maior município do Centro-Oeste do Estado de São Paulo, com população estimada em 379.297 pessoas (IBGE, 2020), desse total 98% ocupa a zona urbana.

O município possui quatro bacias hidrográficas principais sendo elas as bacias hidrográficas do Rio Batalha, do Ribeirão da Água Parada, do Rio Bauru e do Ribeirão Campo Novo. O Ribeirão da Água Parada é afluente do Rio Batalha, mas lança suas águas no Rio Batalha fora do limite político-administrativo de Bauru. O mesmo ocorre com o Ribeirão Campo Novo que lança suas águas no Rio Bauru em Pederneiras, antes de afluírem do Rio Tietê (BAURU, 2008).

A parte urbana de Bauru encontra-se majoritariamente na Bacia Hidrográfica do Rio Bauru, sendo este corpo hídrico o que recebe, portanto, a maioria do esgoto gerado no município. Dados do Plano de Saneamento de Bauru indicam que apenas 4% do esgoto gerado no município são tratados. Entretanto, está sendo construída a Estação de Tratamento de Esgoto Vargem Limpa (ETE Vargem Limpa) que será responsável por tratar o 96% do esgoto gerado, que atualmente é lançado *in natura* no Rio Bauru (BAURU, 2016).

Além de esgoto doméstico, na zona urbana de Bauru também é gerado efluente industrial. Os principais segmentos industriais do município são dos setores alimentício, produção de baterias, produção de plásticos, indústria gráfica, construção civil, confecções e vestuário (BAURU, 2016).

Em geral, as indústrias estão implantadas nos distritos industriais, no entanto existem indústrias localizadas em outras áreas, como, por exemplo, nas margens da Rodovia Marechal Rondon. Segundo o Diagnóstico do município de

Bauru, elaborado para revisão do Plano Diretor do Município (2020), existem três distritos industriais (BAURU, 2020).

Os distritos industriais I e II estão localizados às margens da Avenida Rodrigues Alves, na altura da quadra 40, próximo à divisa dos municípios de Bauru e Pederneiras, do campus da Unesp, do Parque ecológico municipal e da Área de Proteção Ambiental (APA) Vargem Limpa. Já o Distrito Industrial III, denominado Cláudio Guedes Misquiati, está localizado na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, Km 349, situado ao norte do município, e pertence a uma região da APA Água Parada (BAURU, 2020).

Podem ser encontrados também, algumas indústrias próximas ao condomínio vertical Parque Residencial das Camélias, Rodovia Marechal Rondon e Avenida Nações Unidas. Segundo informações da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Renda da Prefeitura Municipal de Bauru existe ainda outra zona industrial alocada na região da Quinta da Bela Olinda (BAURU, 2022). Entretanto, no diagnóstico citado anteriormente, este distrito não foi mencionado. A localização destes distritos industriais no município de Bauru pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Localização dos distritos industriais de Bauru.

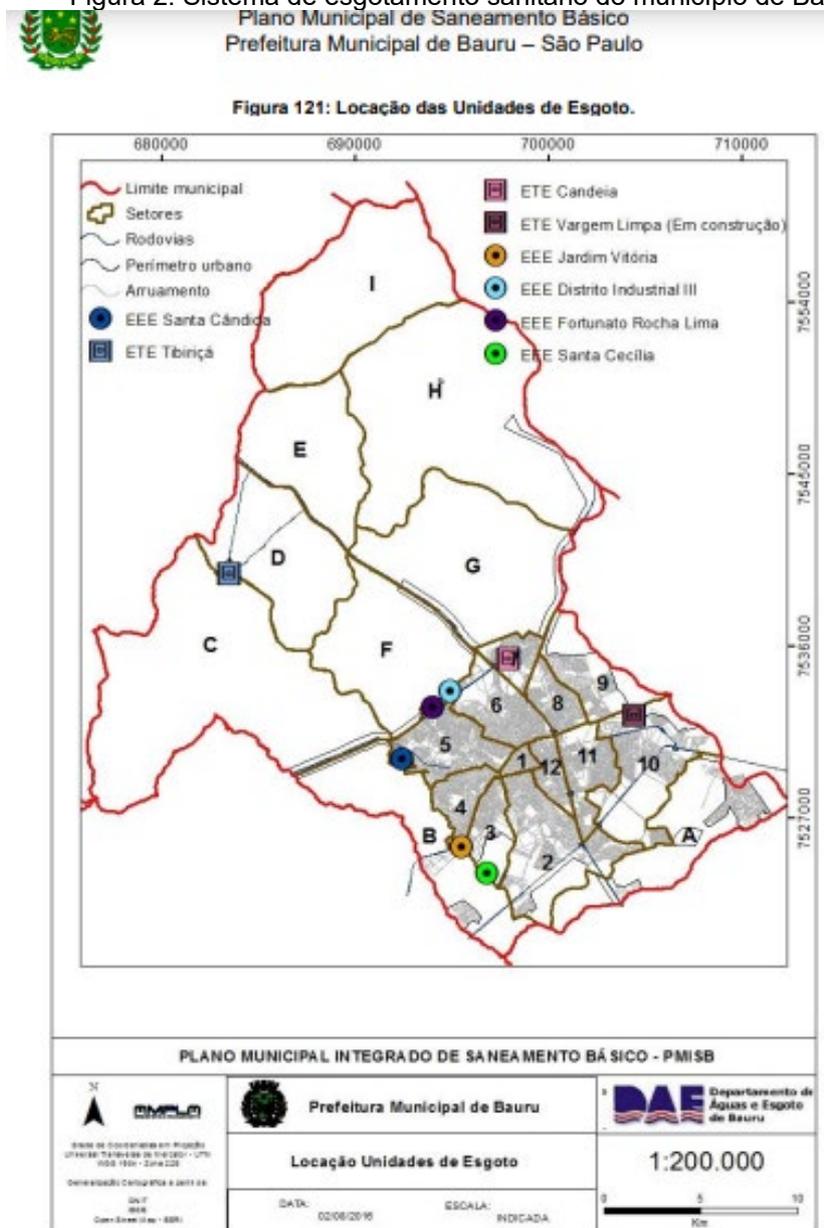


Fonte: Elaboração própria no Google Earth Pro.

4.1.1. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Embora a maioria do esgoto gerado no município de Bauru não seja tratada, o município possui um sistema de coleta e de transporte de esgoto que cobre a maior parte de sua área urbana. O SES (Figura 2) é composto por ligações prediais, rede coletora, interceptores, emissários e estações elevatórias. As redes coletoras são conectadas em sub-bacias de drenagem com coletores que fluem o esgoto aos interceptores localizados nos fundos dos vales (BAURU, 2016).

Figura 2: Sistema de esgotamento sanitário do município de Bauru.



Fonte: Adaptado de Bauru, 2016.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico, a extensão da rede de esgoto corresponde a 94,77% da rede de abastecimento potável, indicando que existem regiões que ainda não são atendidas por este serviço. Este mesmo documento indica que ainda faltam implantar 24.339,25 m de interceptores, ou seja, parte das redes coletoras ainda não está integrada ao SES (BAURU, 2016).

As poucas áreas urbanas que estão fora da bacia hidrográfica do Rio Bauru são integradas ao SES através de cinco Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs). Um exemplo é a EEE do Distrito Industrial III que transpõe os esgotos gerados na BH do Rio Batalha, à BH do Rio Bauru, através do lançamento do esgoto gerado, no interceptor do Córrego Água do Castelo (BAURU, 2016).

O Plano Municipal de Saneamento Básico não apresenta informações sobre os emissários do SES. Mesmo assim, dado o contexto geral da situação deste sistema, sabe-se que parte do esgoto gerado no município é lançado em diferentes pontos dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Bauru. Atualmente, a maior parte do esgoto *in natura* é lançado no próprio Rio Bauru, próximo ao local onde a ETE Vargem Limpa está sendo construída (BAURU, 2016).

A elaboração do projeto de implantação da ETE Vargem limpa foi contratada em 2010 e a previsão da conclusão da sua implantação em 2023, sendo que 60% de sua obra já foi executada (G1, 2021). A capacidade de tratamento a ser implantada até 2030 atenderá uma população de 587.601 habitantes. Seu projeto contempla uma estação de tratamento composto de tratamento preliminar, primário, secundário, terciário e desinfecção (BAURU, 2016).

Quando finalizado, interceptor de esgoto centralizador das vazões geradas no município despejará o efluente na entrada da ETE Vargem Limpa em um poço de sucção de uma EEE. Este sistema de bombeamento possibilitará a passagem do esgoto no tratamento preliminar composto de: medidor de vazão (calha parshall), remoção de sólidos grosseiros (grades automatizado, peneiras automatizadas, desarenação e remoção de gorduras) (BAURU, 2016).

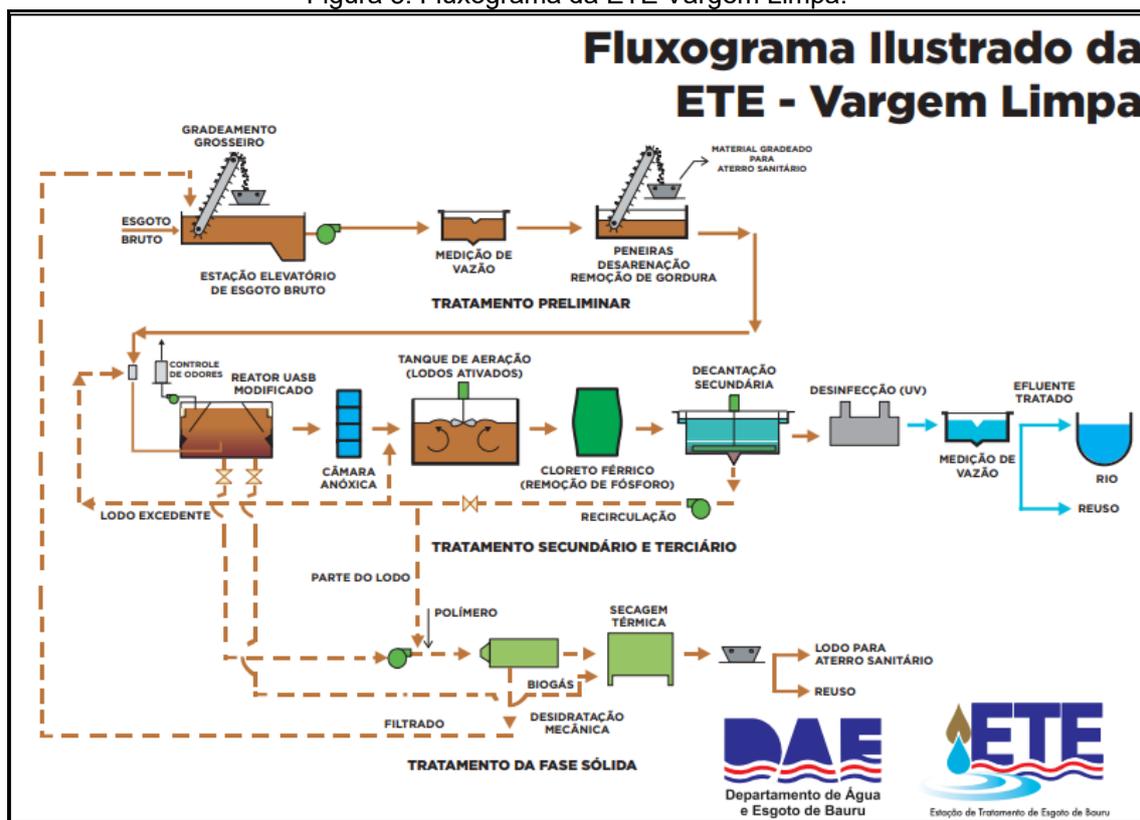
O tratamento preliminar tem como principal função proteger as bombas, tubulações e as próximas etapas do tratamento provido pela ETE, bem como os corpos hídricos, através da remoção de sólidos grosseiros e partículas suspensas (VON SPERLING, 2005).

Depois desta parte do tratamento, o efluente é direcionado para o tratamento primário em Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA), quando os sólidos em suspensão sedimentáveis e os flutuantes serão removidos. Além disso, pelo tipo de tratamento provido em reatores do tipo RAFA, nesta unidade de tratamento será removida parte da carga orgânica do efluente, além da digestão do lodo resultante do tratamento biológico (BAURU, 2016).

O efluente parcialmente tratado segue para a fase seguinte, o tratamento secundário, onde além de serem removidas as matérias orgânicas dissolvidas e em suspensão serão removidos nitrogênio e fósforo. Isso será possível pela combinação de Reatores Biológicos Anóxicos, Reator Aeróbio (Lodos Ativados) e adução de cloreto férrico (BAURU, 2016).

A decantação da água tratada pelos sistemas descritos anteriormente será realizada em Tanque de Decantação em Regime Laminar, que removerá o lodo do efluente tratado em lamelas. Por fim, o líquido tratado segue para a desinfecção, ou seja, para a remoção de organismos patogênicos através da aplicação de irradiação ultravioleta. Destaca-se que nesta última etapa a vazão de esgoto será medida mais uma vez, antes do lançamento do efluente tratado no Rio Bauru, em escada hidráulica de seção regular aberta. Um esquema do fluxograma projetado para a ETE Vargem limpa pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma da ETE Vargem Limpa.



Fonte: BAURU, 2016.

4.1.2. Gestão ambiental

O licenciamento ambiental no município de Bauru, tornou-se obrigatório às empresas que apresentam potencial para causar impacto local, a partir da criação da Lei nº 4362, de 12 de janeiro de 1999, que Disciplina o Código Ambiental do Município, e do Decreto nº 8636, de 02 de dezembro de 1999, que regulamenta a Lei nº 4362, de 12 de janeiro de 1999, que e foi alterado pela Resolução nº 09, de 11 de dezembro de 2007, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente (BAURU, 2007).

Desta forma, após a publicação dessa lei, as indústrias construídas sem a devida licença ambiental, podem sofrer penas previstas pela lei como: multas, paralisação das atividades, advertências, além de sofrerem punições relacionadas à lei de crimes ambientais (BAURU, 2007).

No município de Bauru, foi publicada a Resolução nº 09/2007, que ficou esclarecido o papel do licenciamento ambiental da Prefeitura Municipal de Bauru e a CETESB, evitando duplicidade dos licenciamentos (BAURU, 2007).

Das 21 áreas cadastradas como contaminadas e/ou reabilitadas no município, seis foram casos de contaminação por metais (CETESB, 2020).

O município de Bauru possui, desde 2000, o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (COMDEMA), que é um órgão consultivo, deliberativo e de assessoria, que apoia a Prefeitura Municipal de Bauru nas questões relativas à qualidade e conservação do meio ambiente no município.

Dentre as atribuições deste conselho tem-se (BAURU, 2000):

“I - estudar, definir e propor normas e procedimentos, através de resoluções administrativas, visando o desenvolvimento dos projetos sob sua responsabilidade; II - auxiliar e colaborar na implementação da Agenda 21 local; III - sugerir a elaboração de projetos de leis municipais relativas ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à qualidade de vida; IV - estudar, definir e propor metas visando a implementação de unidades de conservação e áreas de proteção ambiental; V - analisar e implementar as diretrizes da Prefeitura Municipal quando da elaboração prévia e final de plano de parcelamento de solo urbano e rural; VI - gerir o Fundo Municipal do Meio Ambiente” (BAURU, 2000).

Este COMDEMA é composto por representantes da administração pública municipal, estadual, federal, bem como da sociedade civil (BAURU, 2018).

4.2. Identificação dos metais de interesse

Para identificar os metais pesados que devem ser monitorados no município, foram levantadas as indústrias instaladas em Bauru, que podem eliminar metais pesados em seus efluentes. Inicialmente, buscou-se a lista das indústrias cadastradas no Centro de Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), que representa uma das maiores entidades do setor industrial do estado (CIESP, 2021).

Para tanto, buscou-se o Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) das indústrias cadastradas no CIESP, a fim de analisar as atividades econômicas cadastradas e, com isso, pode associar com a tipologia de indústrias que podem gerar metais pesados em seus processos. Durante esta análise, notou-se que haviam indústrias alocadas no município que não estavam cadastradas nessa associação.

Assim, optou-se por ampliar a busca das indústrias instaladas em Bauru através de uma busca sistemática, uma vez que não foram encontrados dados públicos com esta informação compilada.

Para tanto, inicialmente, foi realizada uma análise documental, que consiste em um método de identificar, verificar, avaliar e organizar os documentos com uma finalidade específica, através de fontes alternativas (MOREIRA, 2005), para iniciar a pesquisa com o objetivo de identificar os metais pesados e relacionar com a tipologia das indústrias presentes em Bauru.

A busca sistemática partiu da análise documental das Fichas de Informação Toxicológica (FITs) elaboradas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) dos metais pesados que são gerados em processos industriais. As FIT, segundo a CETESB, apresentam informações de forma sucinta, do uso e situações em que as substâncias químicas tóxicas podem ser prejudiciais e que efeitos podem causar ao meio. Ao analisar estas fichas, foram levantadas as indústrias que podem gerar metal pesado.

Com a lista de indústrias que podem gerar efluentes com metais pesados, foi realizada a busca sistemática no Google Busca, combinando a tipologia da indústria com o município de Bauru. Isso foi possível a partir do estabelecimento das palavras-chave composta pelo tipo de indústria e o nome “Bauru”, por exemplo, “indústrias de baterias Bauru”, “indústrias de vidro Bauru”. Os resultados obtidos nas duas primeiras páginas da busca foram registrados.

4.3. Identificação dos pontos de coleta de efluente

De posse das indústrias e da localização dos distritos industriais, seguiu-se para a próxima etapa que foi a determinação dos pontos de interesse para coleta de efluentes na rede municipal de coleta e transporte de efluentes. Isso foi possível a partir da solicitação dos mapas das redes de esgoto dos bairros com distritos industriais do município ao Departamento de Águas e Esgoto de Bauru (DAE). Os documentos disponibilizados pelo órgão encontram-se no anexo 1.

Os mapas disponibilizados apresentavam os lotes, as quadras, as vias, o diâmetro da tubulação e as cotas da tubulação e singularidades (Terminal de Inspeção e Limpeza - TIL; Poços de Visita - PV) em relação ao terreno. Todavia,

não havia informação sobre o sentido do efluente, a cota do terreno, bacia de contribuição, o tipo de singularidade, as cotas do terreno, as cotas da geratriz inferior das singularidades, nem as cotas da rede relacionadas entre si. Estas informações foram solicitadas ao DAE, mas foi informado que não havia registro destas informações.

Assim, foi necessário combinar as informações disponíveis nos documentos disponibilizados com as informações de relevo presentes no software Google Earth. A partir desta comparação, combinada ainda com a busca da presença de tampas dos PVs, foram determinados os pontos de interesse de coleta de amostras dos efluentes.

A combinação dos mapas disponibilizados pelo DAE, com a ferramenta do Software Google Earth, foi feita relacionando a tubulação de esgoto presente e analisando quais pontos recebem efluentes das indústrias localizadas nos distritos industriais. Foi utilizada também uma ferramenta do Google Earth que identifica o relevo local, com isso, foi possível verificar a altitude de cada região e relacionar com o sentido que segue o efluente, assim podendo selecionar os locais de interesse.

4.4. Plano de monitoramento

O plano de monitoramento foi elaborado com intuito de instruir a coleta de amostras do esgoto presente na rede pública de coleta e transporte de efluentes, em áreas de interesse, a fim de avaliar se a concentração de metais pesados está dentro dos limites permitidos por lei.

Isso foi possível a partir da análise documental das seguintes referências:

- Nota técnica: Contribuição para elaboração de planos de monitoramento da ocorrência do novo coronavírus no esgoto (CHERNICHARO et. al., 2020);
- Manual técnico para coleta de amostras de água (FLORIANÓPOLIS, 2009);
- Norma técnica: Amostragem e caracterização do esgoto (DAE Jundiaí, 2015).

E por fim, uma pesquisa foi elaborada, a fim de identificar os laboratórios da região que realizam as análises das amostras dos parâmetros de interesse,

ou seja, que identificam a presença e a concentração dos metais pesados. Também foram solicitados orçamentos aos laboratórios encontrados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Metais pesados de interesse

Após a busca no site da CIESP e a busca sistemática, com o objetivo de identificar quais são os metais pesados que podem estar presentes nos efluentes industriais e a tipologia das indústrias, foi possível elaborar uma lista com as indústrias presentes no município de Bauru, que tem grande potencial de gerar efluentes com metais pesados (Apêndice 1). Nesta lista, as indústrias estão relacionadas com os metais pesados que podem estar presentes em seus efluentes. A partir da análise dos resultados, notou-se que todos os metais pesados podem estar presentes, ou seja, o alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e zinco.

5.2. Pontos de interesse

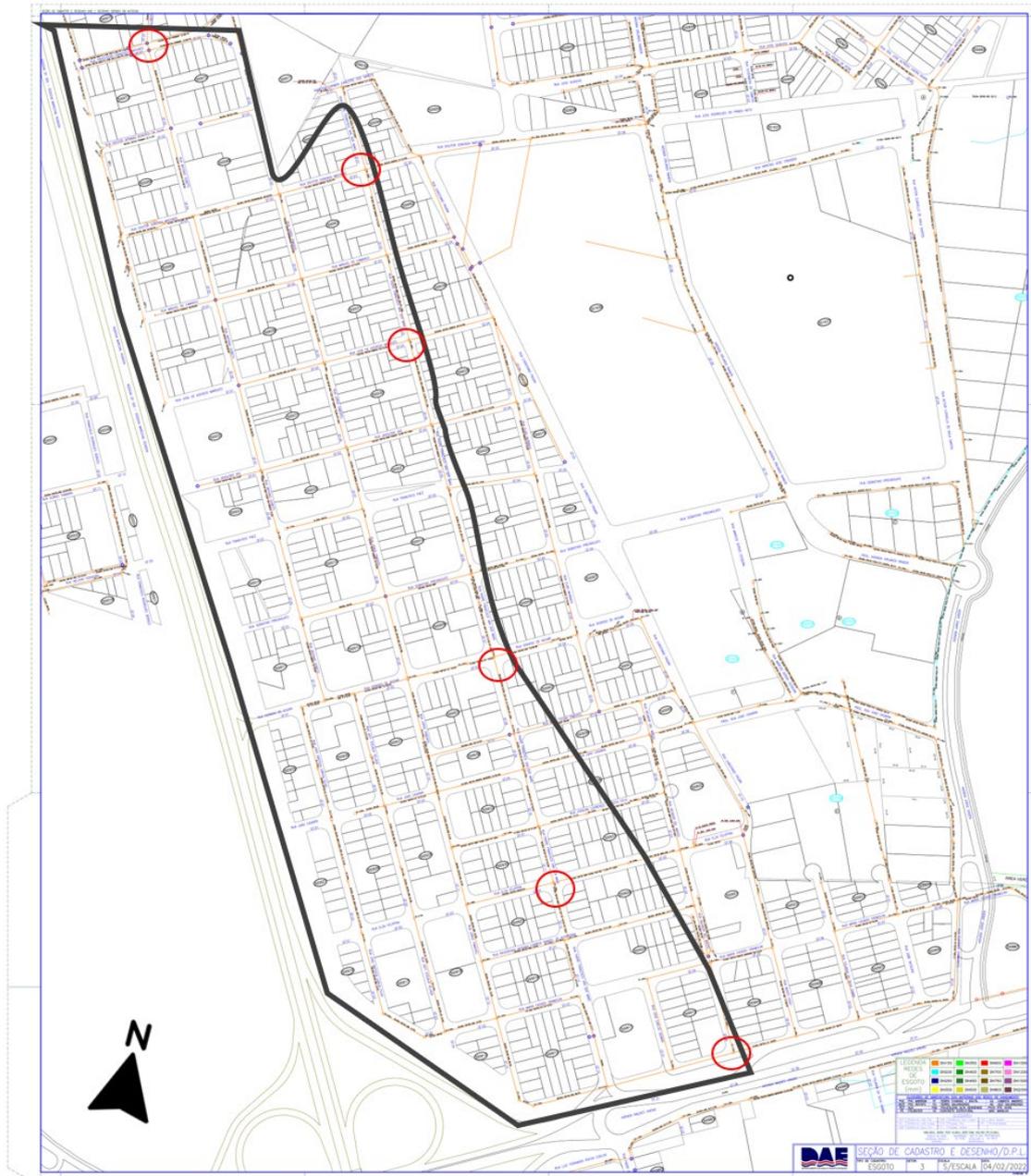
A delimitação das áreas de interesse, pela presença de distritos industriais, foi determinada combinando a localização dos distritos industriais com as informações disponibilizadas pelo DAE, sobre a rede de esgotos destas regiões, pelo DAE. Com as áreas definidas, os pontos de interesse de coleta de efluentes foram determinados e estão destacados em círculos vermelhos da Figura 4 a Figura 9.

Figura 4: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Marcus Vinícius Feliz Machado.



Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

Figura 5: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Vila Engler.



Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

Figura 6: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Domingos Biancardi.



Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

Figura 7: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Cláudio G. Misquiati.



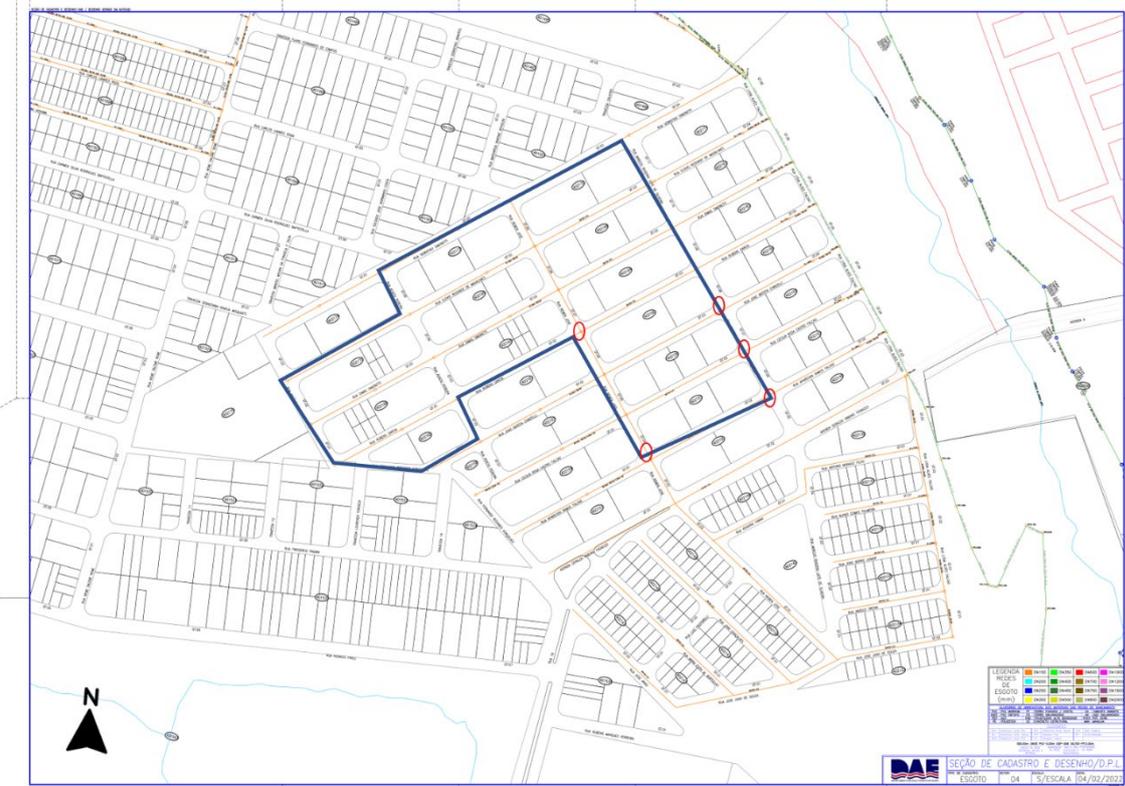
Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

Figura 8: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Parque Paulista.



Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

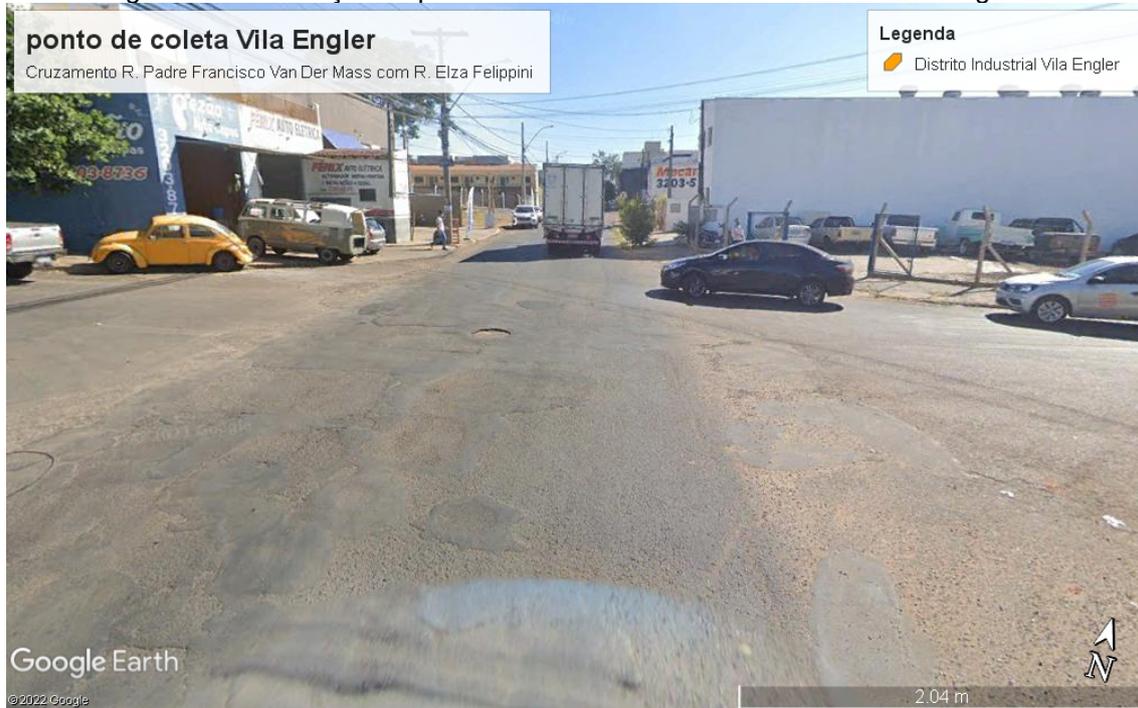
Figura 9: Pontos de coleta de efluentes no Distrito Industrial Quinta da Bela Olinda.



Fonte: Adaptado de DAE, 2022.

A localização dos PVs onde as coletas de efluentes devem ser realizadas estão presentes nos registros fotográficos do Google Earth Pro, apresentados na Figura 10 a Figura 12.

Figura 10: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial da Vila Engler.



Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 11: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial Domingos Biancardi.



Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 12: Localização do ponto de coleta do Distrito Industrial Parque Paulista.



Fonte: Google Earth, 2022.

5.3. Plano de Monitoramento

A elaboração de planos de monitoramento de efluentes depende do conhecimento sobre a disponibilidade de infraestrutura laboratorial disponível, do traçado do sistema de esgotamento sanitário (malha urbana, redes coletoras, interceptores, delimitação das bacias de esgotamento, vazão de esgoto, localização dos pontos de interesse de monitoramento). As regiões de interesse devem ser definidas conforme o objetivo do monitoramento (CHERNICHARO et. al., 2020).

Assim, inicialmente é necessário definir o objetivo do plano de monitoramento. Depois é necessário mapear os pontos de interesse, cruzando com a rede coletora a fim de definir os pontos de coleta. Em seguida, deve-se elaborar uma descrição dos pontos de interesse (identificação do ponto, identificação das sub-bacias, identificação dos principais pontos de referência). Antes de definir o local de coleta é necessário visitá-lo para se certificar a viabilidade de realizar a coleta, além de identificar os instrumentos necessários para realizar a coleta (CHERNICHARO et. al., 2020).

Logo, para se ter o acesso seguro das instalações de água e esgoto, é preciso que se siga algumas orientações de segurança para a equipe de coleta como: todos os integrantes da equipe devem estar com crachás de identificação e portando equipamentos de proteção individual (EPIs), se o acesso dos pontos de coleta for diretamente pela via pública, é necessário o aviso prévio aos órgãos responsáveis pela segurança e planejamentos (DAE JUNDIAÍ, 2015).

Realizadas estas primeiras definições, deve-se definir a equipe responsável pela coleta, transporte, análise e processamento dos resultados. É importante que o protocolo de coleta seja aplicado em conjunto com o órgão responsável pela operação do sistema de coleta e transporte de efluentes, dado que é necessário impedir o tráfego no local de coleta, abrir os poços de visitas, ter os equipamentos necessários para proceder estas atividades, bem como possuir autorização para realizar todos estes procedimentos (CHERNICHARO et. al., 2020).

Como a vazão de esgotamento sanitário não é contínua, é interessante realizar a amostragem composta, conforme o padrão de geração de efluentes. A quantidade de amostras coletadas também deve ser identificada conforme o objetivo do monitoramento. As coletas podem ser realizadas de forma manual, ou automatizada. As amostras devem ser coletadas e armazenadas em temperatura abaixo de 4°C e ser processadas o mais rápido possível para não alterar as propriedades. É necessário elaborar um protocolo descrevendo os pontos de coleta, as instruções para realizar a coleta, bem como os materiais necessários (CHERNICHARO et. al., 2020).

A ficha de coleta deve apresentar as seguintes informações como: código de identificação, autoridade solicitante, identificação e localização do ponto de amostragem, condição climática antes e durante a coleta, parâmetros a serem analisados em laboratório, responsável pela coleta, quem transportou e quem recebeu a amostra no laboratório. Além do que cada ficha de coleta precisa acompanhar suas respectivas amostras quando enviadas ao laboratório e cada frasco obrigatoriamente deve estar identificado com caneta insolúvel ou etiquetadas para que se evite trocas de identificação (FLORIANÓPOLIS, 2009).

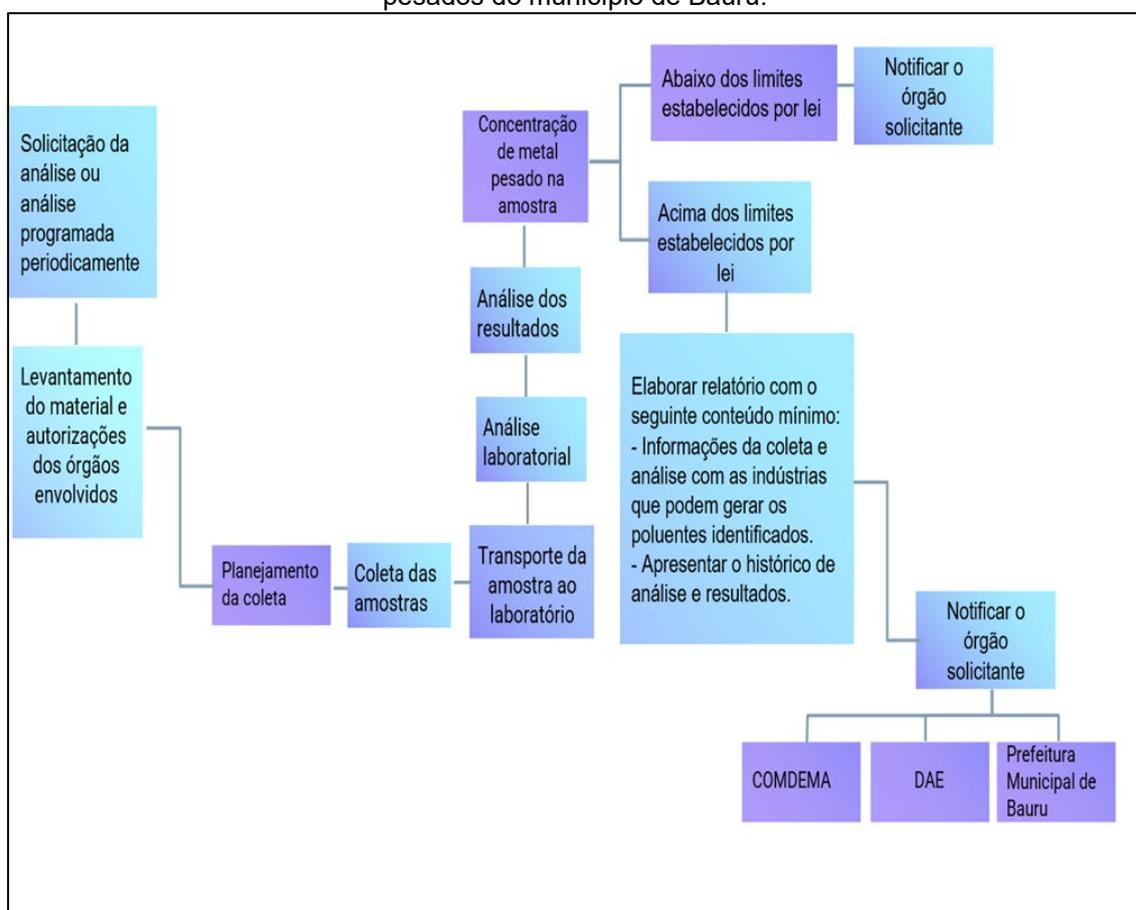
As informações descritas anteriormente consistem nos resultados da análise documental e foram utilizadas para elaborar o protocolo de monitoramento, objeto desta pesquisa.

5.4. Protocolo de monitoramento de metais pesados para Bauru

Este protocolo está dividido em três documentos: um fluxograma que explica a sequência de fatos para executar o protocolo, uma ficha de campo com os campos específicos para a coleta de dados necessários e um checklist para preparar a ida a campo.

Para melhor visualização e compreensão das etapas a serem seguidas no protocolo de monitoramento, foi feito um fluxograma para que cada fase possa ser acompanhada, que está apresentado na Figura 13.

Figura 13: Fluxograma do protocolo de monitoramento de efluentes industriais com metais pesados do município de Bauru.



Fonte: Elaboração própria.

É importante destacar que, no caso de Bauru, os órgãos que devem ser avisados são o DAE, a Prefeitura Municipal de Bauru e a Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru (EMDURB). Lembrando que os locais onde as coletas devem ser realizadas estão descritas no tópico “Pontos de interesse” deste trabalho.

Para o melhor controle das etapas a serem seguidas no protocolo de monitoramento, foi elaborado um planejamento de coleta em formato de checklist, representado no Quadro 3, para que nenhum equipamento seja esquecido e que todos órgãos e pessoas envolvidas estejam cientes de cada etapa.

Quadro 3: Ficha do planejamento da coleta do protocolo de monitoramento.

		<h2>Planejamento da coleta</h2>
Nome da pessoa responsável pelo checklist:		
Data:		
Número de amostras coletadas:		
Periodicidade das coletas das amostras:		
Órgão solicitante:		
Documentos	Check	Quando
Plano de monitoramento		1 mês antes da coleta
Mapas dos pontos de coleta		15 dias antes da coleta
Ficha de campo		15 dias antes da coleta
Órgãos para comunicar		
Comunicar o Departamento de água e esgoto de Bauru (DAE)		15 dias antes da coleta
Nome do contato: E-mail: Telefone:		
Comunicar a Prefeitura municipal de Bauru		15 dias antes da coleta
Nome do contato: E-mail: Telefone:		
Comunicar EMDURB		15 dias antes da coleta
Nome do contato: E-mail: Telefone:		
Equipamentos de coleta		
Haste de coleta		1 dia antes da coleta



Planejamento da coleta

Coletor de profundidade		1 dia antes da coleta
Frasco coletor		1 dia antes da coleta
Medidores de campo		1 dia antes da coleta
Frascos de coleta (o suficiente para as quantidades de coletas)		1 dia antes da coleta
Etiqueta de identificação (o suficiente para a quantidade de frascos)		1 dia antes da coleta
Caneta esferográfica		1 dia antes da coleta
Caneta permanente		1 dia antes da coleta
Lápis		1 dia antes da coleta
Borracha		1 dia antes da coleta
Relógio		1 dia antes da coleta
Calculadora		1 dia antes da coleta
Produtos de Descontaminação		
Álcool 70%		1 dia antes da coleta
Esponjas e escova		1 dia antes da coleta
Solução de detergente		1 dia antes da coleta
Papel absorvente		1 dia antes da coleta
Equipamentos de proteção individual (EPIs)		
Kit de primeiros socorros		1 dia antes da coleta
Óculos de proteção		1 dia antes da coleta
Botas de cano alto impermeáveis		1 dia antes da coleta
Água potável		1 dia antes da coleta
Capas de chuva		1 dia antes da coleta
Filtro solar/ repelente		1 dia antes da coleta
Antisséptico para mãos		1 dia antes da coleta
Colete de sinalização		1 dia antes da coleta
Capacete de segurança		1 dia antes da coleta
Caixa de luvas		1 dia antes da coleta
Máscaras PFF2		1 dia antes da coleta
Acondicionamento e transporte		
Gelo reciclável		1 dia antes da coleta

		Planejamento da coleta
Material de embalagem		1 dia antes da coleta
Fita adesiva (vedar caixas)		1 dia antes da coleta
Etiqueta de identificação		1 dia antes da coleta
Outros		
Celular (Câmera/ GPS)		1 dia antes da coleta
Lanterna		1 dia antes da coleta
Caixa de ferramentas		1 dia antes da coleta
Chaves para acesso		1 dia antes da coleta
Observações		

Assim, foi feita uma ficha de campo (Quadro 4), que contém os dados necessários para serem preenchidos durante as coletas para a identificação de cada amostra e que serão encaminhadas para o laboratório de análise.

Quadro 4: Ficha de campo elaborada para o protocolo de monitoramento.

		Ficha de Campo
Código de identificação		Data da coleta
Identificação do Órgão Solicitante		
Cliente:		
Endereço:		
CEP:		Tel.
CNPJ/CPF:		E-mail:
Identificação do ponto de amostragem		

	<h2>Ficha de Campo</h2>	
Identificação da amostra:	Hora da coleta:	
Local da coleta:	Resp. pela amostragem:	
Data da coleta:	Ass.	
Procedência da amostra: Efluente		
Profundidade que amostra foi coletada:		
Condição Climática antes e no momento da coleta		
Nas últimas 24 horas:	No momento:	
Parâmetros a serem analisados no campo e resultados		
- Temperatura da amostra		
Parâmetros a serem analisados no laboratório		
<ul style="list-style-type: none"> - Alumínio - Arsênio - Bário - Cádmio - Chumbo - Cromo - Mercúrio - Níquel - Zinco 		
Nome do técnico que coletou:		
Assinatura:		
Nome do técnico que fez o transporte:		
Assinatura:		
Nome do técnico de recebeu as amostras no laboratório:		
Assinatura:		
Notas/ Observações:		

Dessa forma, como o protocolo em questão é indicado para fazer o monitoramento das regiões do município de Bauru em áreas que têm maiores chances de encontrar metais pesados no esgoto vinculado ao esgoto industrial, fizemos uma busca para encontrar laboratório que fizessem a análise das

amostras coletadas, para a detecção de metais pesados e suas identificações. Assim, foram orçados 2 laboratórios com as seguintes propostas anexadas (anexo 2 e 3).

Assim, é possível verificar que foram identificados 34 pontos de interesse para coleta das amostras, levando em conta que pelo orçamento mais acessível, cada amostra sai pelo valor de quatrocentos e cinquenta reais.

6. CONCLUSÃO

O município de Bauru, localizado no centro-oeste do estado de São Paulo, apresenta 3 distritos industriais e 3 zonas industriais, nas quais parte dessas indústrias apresentam um potencial de emitir efluentes industriais com a presença de metais pesados.

Metais pesados são substâncias podem ser danosos à saúde humana, devido sua alta taxa de toxicidade. Além do que, esses compostos não são biodegradáveis e são capazes de se acumularem nos organismos, intoxicando toda a cadeia alimentar.

De acordo com o Plano de Saneamento de Bauru (2016), apenas 4% do esgoto gerado em Bauru é tratado, ou seja 96% do esgoto gerado, é lançado sem nenhum tipo de tratamento no rio, sendo que os efluentes industriais fazem parte dessa grande maioria não tratada. Apesar de já ter uma ETE sendo construída para solucionar esse problema (ETE Vargem Limpa), a obra está atrasada e o esgoto permanece sendo emitido *in natura*.

Na ETE Vargem Limpa, o esgoto é tratado através de operações e processos, sendo alguns deles ocorrem em reatores de tratamento biológicos, logo dependem da presença de microrganismos. Porém, substâncias como os metais pesados podem ser prejudiciais a estas etapas, afetando a eficiência tratamento nas estações.

Assim, é preciso destacar a importância de se ter o monitoramento da presença de metais pesados, nos efluentes industriais, já que no caso do município de Bauru, existem indústrias com potencial de emitir metais pesados em seus efluentes.

Dessa forma, no presente trabalho, foi feito um protocolo de monitoramento de metal pesado, na qual foram identificados 34 pontos de coleta

espalhados nos 3 distritos industriais presentes no município de Bauru e nas 3 zonas industriais identificadas para analisar a presença de metais. Visto que é de grande importância de se ter um monitoramento público de controle social, o que poderia ser incentivado por órgãos como o COMDEMA e SEMMA. Este protocolo pode ser utilizado para monitorar se há metais pesados sendo lançados na rede pública de coleta e transporte de esgoto, no município.

Em futuras pesquisas, a vazão de esgoto de cada ponto de monitoramento poderia ser estimada ao longo do dia, a fim de possibilitar a coleta de amostras compostas e contabilizar a quantidade de metais pesados que são lançados nos esgotos, em Bauru.

7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. P., NOVAES, M. C. GUARINO, A. W. S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. Química Nova, 25, 6b, 12 2002.

A

NDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M. FERNANDES, F. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. DESA/UFMG. Companhia de Saneamento do Paraná. 2001; 484 p.

BAURU. Departamento de Água e Esgoto. Sobre o DAE. Bauru: DAE, 2021. Disponível em: <http://www.daebauru.sp.gov.br/2021/empresa.php>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BAURU. Lei Municipal nº 4522, de 6 de abril de 2000. Estabelece novas disposições do COMDEMA - Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Bauru e dá outras providências. BAURU, 2000. Disponível em <https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist_juridico/documentos/leis/lei4522.pdf>.

BAURU. Lei Municipal nº 7.126 de 10 de outubro de 2018. Altera incisos no art. 3º da Lei Municipal nº 4.522, de 06 de abril de 2.000, que dispõe sobre o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Bauru, 2018. Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist_juridico/documentos/leis/lei7126.pdf>.

BAURU: prefeitura. Municipal de Bauru. COMDEMA: Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente. 2021. Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/semma/comdema.aspx>. Acesso em: 25 de fev. 2022.

BAURU. Prefeitura Municipal de Bauru. Diagnóstico Ambiental e dos Recursos Hídricos do Município de Bauru. 2008. Disponível em: [https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/diagnostico_ambiental/relatorios/Diagn%C3%B3stico%20Bauru%20\(Volume%20de%20Texto\).pdf](https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/diagnostico_ambiental/relatorios/Diagn%C3%B3stico%20Bauru%20(Volume%20de%20Texto).pdf). Acesso em 2021.

BAURU (SP). Prefeitura Municipal de Bauru; Secretaria do Meio Ambiente; Departamento de Ações e Recursos Ambientais. Cartilha de licenciamento ambiental. Bauru, mai. 2007. Disponível em:

https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/cartilha_licenciamento_ambiental.pdf. Acesso em: 28 de fev. 2022.

BAURU. Prefeitura Municipal de Bauru. Plano diretor participativo. Diagnóstico urbano. 2016. Disponível em: <https://sites.bauru.sp.gov.br/planodiretor/etapas.aspx?i=4>. Acesso em: dez. 2021.

BAURU. Prefeitura Municipal de Bauru. Plano de Saneamento Básico de Bauru. Vol. 1. 2017. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/semma/plano_saneamento.aspx. Acesso em: 02 de fev. 2022.

BAURU. Prefeitura Municipal de Bauru. Plano Municipal de saneamento básico. V. 2. 2017. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/plano_saneamento/Plano_Municipal_de_Saneamento_B%C3%A1sico_-_Volume_2.pdf. Acesso em: 02 de fev. 2022.

BAURU. Prefeitura Municipal de Bauru; Distritos industriais. Jan. 2022. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/sedecon/distritos_industriais.aspx. Acesso em: jan. de 2022.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, E. W. A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. Cetesb. 1993. 764 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância ambiental em saúde: textos de epidemiologia. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 132 p. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_ambiental_saude_textos_epidemiologia.pdf. Acesso em 20 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual integrado de vigilância epidemiológica da cólera. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 168 p. Disponível em https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_coleira.pdf. Acesso em 20 jan. 2022.

CETESB, 2020 <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2020/02/Munic%C3%ADpios.pdf>

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Alumínio. 2013a. Disponível em: <<https://www.cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Aluminio.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Arsênio. 2021a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Arse%CC%82nio.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Bário. 2013b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Bario.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Cádmio. 2021b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Ca%CC%81dmio.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Chumbo. 2013c. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Chumbo.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Cromo. 2013d. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Cromio.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. de 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Mercúrio. 2013e. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Mercurio.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. de 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Níquel. 2021c. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Ni%CC%81quel.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CETESB- Ficha de informação toxicológica. Zinco. 2013f. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Zinco.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. 2022.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbios. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 380 p. 1997.

CHERNICHARO, C. A. L.; MOTA FILHO, C. R.; CAVALCANTI, D. L.; ARAÚJO, J. C.; LOBATO, L. C. S.; SILVA, L. A. C.; FUCKNER, M. A.; REIS, M. T. P.; AYRIMORAES, S. R.; RIBEIRO, T. B. Nota técnica Contribuição para a elaboração de planos de monitoramento da ocorrência do novo coronavírus no esgoto. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/acontece-na-ana/monitoramento-covid-esgotos/boletins-monitoramento-covid-esgotos/nota-tecnica-no-012020.pdf>>. Acesso em 01/02/2022.

CIESP- Centro das indústrias do Estado de São Paulo. A força da Indústria bauruense. 2015. Disponível em: <[CIESP. Centro das indústrias do Estado de São Paulo. Associados CIESP Bauru. 2021. Disponível em: <http://www.ciesp.com.br/bauru/sobre/associados/>. Acesso em: fev. 2022.](http://www.ciesp.com.br/bauru/noticias/a-forca-da-industria-bauruense/#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%2C%20atualmente%2C%20%C3%A9%20o,Ind%C3%BAstria%20em%20porcentagem%3A%2020%25.>>. Acesso em: 25 de fev. 2022.</p></div><div data-bbox=)

COUTO, M. G. Determinação da toxicidade aguda e crônica de cromo hexavalente [Cr(VI)] para biomassa em sistemas de lodo ativado, aplicando a respirometria como técnica de avaliação. 101 p. 2014. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba. Disponível em <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/2002/1/PDF%20-%20Marilia%20Guimaraes%20Couto.pdf>>. Acesso em 17 fev 2022.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 430, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 2011.

DAE. Jundiaí. Norma técnica. Amostragem e caracterização de esgoto. 2015. Disponível em: <https://dae.jundiai.com.br/wp->

<content/uploads/2013/10/Amostragem-e-Characteriza%C3%A7%C3%A3o-de-Esgoto.pdf>. Acesso em: 03 de fev. 2022.

EBERT, M. R. Controle social e meio ambiente. A construção de políticas ambientais a partir de critérios democráticos. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII. Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires. 2009. 9 p.

FLORIANÓPOLIS, Manual técnico para coleta de amostras de água. 2009. Disponível em: https://ctec.ufal.br/professor/elca/manual_coleta_%C3%81gua.pdf. Acesso em: 03 de mar. 2022.

G1, 2021 - <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/03/23/prefeitura-de-bauru-faz-novo-estudo-nas-obras-da-ete-e-prorroga-prazo-de-entrega-para-2023.ghtml>

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. Revista ABES. 2004. 4 vol. 76 ed. p. 1-84.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Bauru. População estimada, 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/bauru.htm> >. Acesso em: 25 de fev. de 2022.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. Conselhos municipais de meio ambiente: orientações para implementação/Instituto Estadual do Ambiente (RJ), organização: Ilma Conde Perez, Maria Alice Bento Bourguignon, Rogério Giusto Corrêa. Rio de Janeiro: INEA, 2015. 52 p.

JIMENEZ, R. S., BOSCO, S. M., CARVALHO, W. A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolecita - influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. Química Nova 27 (5). out, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000500011>

MOCKAITIS, G. Remoção de Cd²⁺ e Cu²⁺ de águas residuárias usando biorreator anaeróbio contínuo de leito fixo ordenado. 327 p. 2011. Tese (doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-23052012-094832/publico/Mockaitis_2011.pdf> . Acesso em 1 out. 2021.

MOREIRA, Sônia Virgínia. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.

OLIVEIRA, S. M. A. C. Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgoto. 2006. Tese (Doutorado em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos) - Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PINHEIRO, C. H. R. Zn, Ni, Cr, Cu, Fe e S em lodo de esgoto: comportamento químico, adsorção e proposta de tratamento. 220 f. 2007. Tese (doutorado em Ciências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-15052008-153050/publico/CHRP.pdf>>. Acesso em 17 fev. 2022.

RIZZO, A. C. L. Produção de sulfeto em reator do tipo UASB e sua potencial aplicação na remoção de metais pesados de efluentes. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 102 p. 2004.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. ISBN 978-85-7975-090-8. Disponível em: <<http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Avaliacao-de-impacto-ambiental-2ed-DE G.pdf>>. Acesso em 25 de fev. 2022.

SANT'ANNA JUNIOR, G. L. Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações. Interciência, Rio de Janeiro. 2010.

SILVA, A. P.; ARGONDIZO, A.; GUBULIN, J. C. Remoção de cobre de efluentes aquosos em eletrodo de leito fluidizado: avaliação de desempenho e otimização usando a Metodologia de Superfícies de Resposta e Análise de Cristas. Revista DAE. São Paulo. v. 69. n. 230. p. 195-214. Abr a Jun, 2021.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo: Casa Civil. 6 de set. 1976.

SOUZA, A. K. R.; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. Acta Biomedica Brasiliensia. v. 9. n 3. Dez. 2018.

SOUZA, T. S. “Controle social” nas políticas ambientais no município de Cabo de Santo Agostinho. 81 p. 2010. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - CFCH, Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3352/1/arquivo815_1.pdf>.

Acesso em 18 fev. 2022.

TSUTIYA, M. T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. Rio de Janeiro, 1999.

VARDHAN, K. H.; PONNUSAMY, S. K.; PANDA, R. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives, Journal of Molecular Liquids. 2019.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA/UFMG. 2005. 3 ed. 452 p.

APÊNDICE 1 - Lista de indústrias instaladas em Bauru, por tipologia, relacionada com os metais que podem estar presentes em seus efluentes.

Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
Fabricação de baterias	Prodel Baterias	Cádmio, chumbo, níquel
	Fábrica de Baterias Cral	
	Enerbrax	
	Baterias Tudor	
Fabricação de estabilizadores de produtos de PVC	Não se obteve resultado	Cádmio
Fábricas de recobrimento de produtos ferrosos	Não se obteve resultado	Cádmio
Fabricação de produtos com tabaco	Não se obteve resultado	Cádmio, chumbo
Fábrica de fertilizantes fosfatados	Não se obteve resultado	Cádmio
Fábrica de cimento	Votorantim	Cádmio
Indústria Química	Man Indústria Química	Chumbo
	Pro-Color Química Industrial Ltda.	
	Cerasmel relumay benef Ind Com de Ceras Ltda	
	Quimidet Produtos Químicos	
	Brumax sistema de higienização e limpeza Ltda- ME	
Indústria de construção	Não se obteve resultado	Chumbo
Fabricação de vidro	Antuérpia Vidros (fábrica)	Chumbo, Arsênio
	Tecplast Indústria E Comércio de Fibras de Vidro Ltda	
	Jr fibra de vidro	
	Star temper vidros eireli	
Fabricação de tintas	Maestria tintas e sistemas Ltda	Chumbo, Zinco, Cromo
	Fittycor Tintas Flexográficas	

Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
	Itemp Somefaz Ind E Comércio de Tintas	
	Dellacor Ind. e Com. de Tintas e Texturas Ltda em Vila Carolina	
	Richlinde Novais de Oliveira em Vila Serrão	
	Sherwin Williams do Brasil Ind E Com Ltda Divisão Sumaré em Jardim Cruzeiro do Sul	
Metalúrgica	Imeca Indústria Metalúrgica	Chumbo, Arsênio
	Metalúrgica Itacaubi Ltda	
	Metalúrgica Viking	
	Metalúrgica Santa Fé	
	Cordob	
	Ranazzi - Metalúrgica	
	Bauru Zinco	
	Imeca filial	
	Ika Metais Fábrica de acessórios para indústria de confecções e calçados	
	Souzinca Indústria Comércio de Galvanoplastia	
	Cavalieri e Companhia Industrial	
	Precivale repuxação de metais	
	Metalúrgica nova era	
	Metalúrgica Santo Antônio ind. E. Com	
	Indel Bauru	
	Rudinox	
	Oficina Santa Rita	
	Gasfer indústria e comércio de arames	
	Stilnox	
	Cainco equipamento para panificação Ltda	
	Compac- máquinas e equipamentos Ltda	
	Contorno estruturas metálicas de Bauru Ltda	
	Danclau ferramentas e estamparia Ltda Me	
	Dhalmar Bauru Ind. E comércio de máquinas Ltda	
	Ecirtec equipamentos e acessórios indústrias Ltda	
	Excellent revestimentos técnicos Ltda	
	Fundimar-fundição Marília Ltda	
Nova era equipamentos industriais Ltda epp		

Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
	Padroniza ind. Bras. De pasteurizadores Ltda	
	Perfban indústrias de estruturas metálicas eireli	
	Polimaquinas ind. Com. Ltda	
Fabricação de cosméticos	Dmrs Fabricacao de Cosmeticos, Fabricantes de Produtos de Beleza	Chumbo
	Prandova Industria Cosmetica Ltda NPJ 05.576.387/0001-42	
	Ravenna Industria E Comercio De Cosmeticos Ltda	
	abelha rainha e lucy"s cosmético Bauru	
	Indústria Luky Ltda.	
	Web Cosmético Profissional	
	Elm Professional Cosmeticos	
	Eid Cosméticos	
	Artratos Cosméticos Ida- Me	
	Icefresh indústria e comércio do Brasil Ltda	
	M. T. Industria e comercio de produtos para higiene Ltda	
Fabricação de bijuterias	Bruna Semi Jóias	Chumbo, Níquel
Fabricação de utensílios de pesca	Campesca	Chumbo
	Verdemcasa Comércio de Artigos	
	agropesca arealva fabricacao de artigos para pesca	
Indústria armamentista	Não se obteve resultado	Chumbo
Fabricação de produtos odontológicos (amálgama)	Não se obteve resultado	Mercúrio
Mineração	Pontepedras Mineração e Britagem Ltda	Mercúrio, Cromo, Arsênio
	Pedreira Nova Fortaleza Ltda	
	Mineração e Comércio Itaobi	
Fabricação de agrotóxicos	Bauru service saneamento Ltda- epp	Chumbo

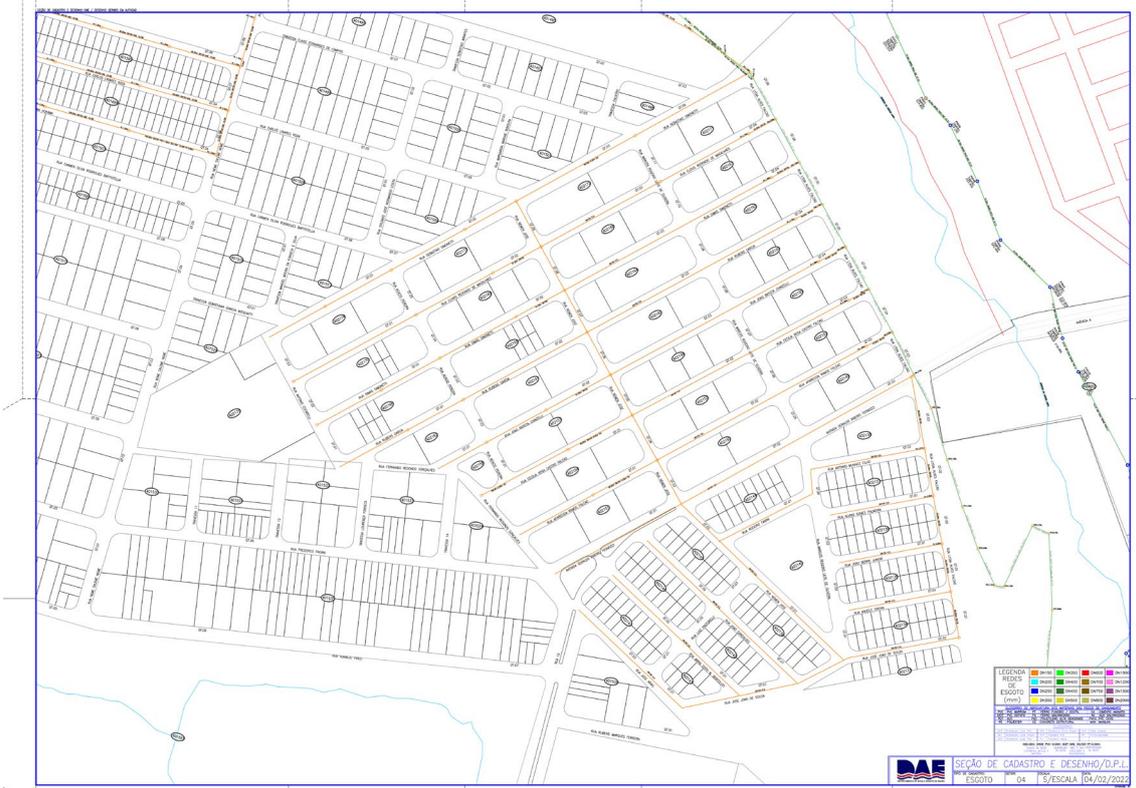
Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
Indústria farmacêutica	Schering- plough indústria química e farmacêutica	Chumbo, Zinco
	Lopes & Orlandi	
	Libbs farmacêutica	
	Flora de Brasil indústria e comércio de produtos naturais	
	Techsuture indústria e comércio de produtos	
Fabricação de aço inoxidável	GMG Inox	Níquel
	AFS Inox - Caldeiraria em Aço Inox	
Galvanização	ADAUTO ZINCO	Níquel, zinco, Cromo
	JCL EQUIPAMENTOS P/ GALVANOPLASTIA	
	SOUZINCA INDÚSTRIA E COMÉRCIO GALVANOPLASTIA	
	M M ZINCO GALVANOPLASTIA	
	DURAMETAL IND COM LTDA	
	KALMAQ INDUSTRIA COMERCIO LTDA	
Fábricas de Margarinas e manteigas	não obteve resultado	Níquel
Fábricas de ligas	ALUMINIO BAURU COM E RECICLAGEM DE METAIS	alumínio, bário, cromo, zinco
	Metalmax Equipamentos	
Fábricas de próteses clínicas e dentárias	Laboratório de Prótese Dentária Tecndent	Níquel
	Próter Laboratório de Prótese Dentária	
	OrthoDontic Bauru	
	Santana E Santana Laboratorio De Protese Dentaria	
Indústria do tabaco	Souza Cruz	Níquel
Indústria automobilística	ATHOS BRASIL SOLUÇÕES EM UNIDADES MÓVEIS LTDA	Alumínio, zinco
Indústria de construção civil	3R Construção e Tecnologia	

Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
	BAURU STREET INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	Zinco, cromo, alumínio
	GARMIX CONCRETO, BLOCOS, ARGAMASSA E ARTEFATOS DE CIMENTO EIRELI	
Indústria textil	TEXTIL EVEREST	Zinco
	Costa Rica Indústria Têxtil	
Fábrica de madeira	Faidiga Industria E Comercio de Madeiras Ltda	Zinco, cromo
	Madeireira Santa Ana de Bauru Ltda	
	Madeireira Araruna	
	MADEIREIRA SÁVIO	
	Madeireira Pardal	
	Nortem Eucalipto Tratado	
	DM MAKHOUL MOVEIS LTDA EPP	
Curtumes	não obteve resultado	
fabricação de materiais elétricos	Indel Bauru Indústria Eletrometalúrgica Ltda	Arsênio, alumínio, mercúrio
	AKITEC IND. E COM. DE COLETORES LTDA	
	PROMINS IND. ENG. ELETRICA LTDA	
	TRAGIAL INDÚSTRIA E COMERCIO DE PEÇAS LTDA	
Termoelétrica	PETROECOL Reciclagem de Óleo Vegetal, Derivados de Gordura e Resíduos Sólidos	Arsênio
	Witzler Recicla	
Fábricas de ligas metálicas	Bandeirantes Estruturas Metálicas	Alumínio
	RODOCAR EQUIPAMENTOS RODOVIARIOS LTDA	
Fábrica de utensílios domésticos	Hidrolar Bauru Comércio Utilidades Domésticas	Alumínio
Fábrica de embalagens	Plásticos Sem Limites - Fabricação e Comércio de Sacos para Lixo e Embalagens Plásticas.	Alumínio
	Embaplast Indústria e Comércio Plásticos	
	Plasvipel	

Tipologia da indústria	Nome da indústria	Metal
	ALPACK DO BRASIL IND. E COMÉRCIO DE PRODUTOS ADESIVOS LTDA	
	PLASUTIL IND. COM. PLASTICOS LTDA	
	PRIMORDIAL PVC INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS LTDA	
Fábrica de medicamentos	Medmaster Comercial	Alumínio
	Flora do Brasil Indústria e Comércio de Produtos Naturais	
	Santisa Laboratório Farmacêutico	
	Servimed Comercial	
	Lopes & Orlandi	
Produtos para Tratamento de água	LABORATÓRIO ACQUA QUIMICA	Alumínio

ANEXO 1 - Mapas das redes de coleta e transporte de esgoto de Bauru.





ANEXO 2 - Orçamento dos laboratórios da análise das amostras.



Data:	26 de Janeiro de 2022		
Razão Social:			
Fantasia:			
Contato:	Sr Lucas Haruiti Nakadakari		
E-mail:	lucas.haruiti@unesp.br		
Endereço:	Bauru - SP		
Fone1:	Fone2:	Fax:	Cel:

Objetivo: Apresentação das condições técnicas e comerciais para a realização dos serviços descritos no anexo.

Confidencialidade: Todas as informações constantes neste projeto são de propriedade da Contratante, apenas podendo ser informadas a terceiros mediante prévia e expressa autorização desta.

Validade da Proposta e Forma de Pagamento:

Validade: 90 dias contados do envio final da presente proposta.

Pagamento: a vista após a emissão da nota fiscal, através de boleto bancário. Em caso de não pagamento no prazo entabulado, será acrescida multa de 2%, juros de mora 1% ao mês.

Prazo do Relatório: o Relatório Analítico será emitido eletronicamente em até 15 dias úteis após a entrada das amostras no laboratório.

Informações adicionais e prazo especial de entrega do relatório devem ser solicitados com antecedência, onde será analisada a possibilidade dependendo da complexidade do projeto realizado.

As amostras permanecerão sob custódia da REALIZA pelo prazo de 15 dias após a emissão eletrônica do Relatório Analítico. Caso a Contratante necessite de um maior período de custódia, deverá solicitar previamente à contratada.

Valor Total do Projeto (conforme Anexo): R\$ 1.082,00

Aprovação: no caso de aceite desta proposta, deverá a Contratante devolver uma cópia desta, devidamente assinada, através do aplicativo de mensagem (Whats App) pelo telefone [redacted] ou e-mail [redacted]. O envio das amostras caracterizará a aprovação automática da proposta comercial suprimindo a necessidade do envio da mensagem pelo aplicativo ou e-mail.

Eventuais dúvidas e/ou esclarecimentos, estaremos à disposição.

[redacted]			
	Lucas Haruiti Nakadakari	Data:	

R [redacted] 0



ANEXO 1 – DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Item 1:

Projeto: Análises Químicas em amostra de Efluente Industrial Bruto.
Comparativo: Decreto 8468 art.18 e Decreto 8468 art.19A

Ensaio	Metodologias
Arsênio*	USEPA 200.7
Mercúrio*	USEPA 200.7
Alumínio*	EPA 200.7
Chumbo*	USEPA 200.7
Cádmio*	USEPA 200.7
Bário*	USEPA 200.7
Cromo*	USEPA 200.7
Níquel*	USEPA 200.7
Zinco*	USEPA 200.7
Valor Unitário: R\$ 210,00	
Quantidade: 1	
Valor Total: R\$ 210,00	

Item 2: Custos de transporte para coleta de amostras – Bauru/SP.

Deslocamento
KM rodado
Valor Unitário: R\$ 872,00
Quantidade: 1
Valor Total: R\$ 872,00





seg., 31 de jan. 09:22 ☆ ↶ ⋮

@lucas.harutti@unesp.br, bom dia!

Primeiramente, agradeço a parceria e sempre contar com os serviços dos laboratórios INTERTEK!

Sou Mirella, consultora comercial e responsável pela viabilidade das negociações.

Pra a contratação analítica desejada em efluente, determinação de metais pesados, o custo seria de R\$ 450,00 reais por amostra a ser analisada.

Sendo o prazo analítico de 12 dias úteis.

Precisamos entender sua demanda e periodicidade para melhor atendê-los.

Caso este orçamento seja provado, necessitamos de dados cadastrais para elaboração do processo.

Anexo escopo do Laboratório, com as devidas credenciações e metodologias analíticas.

A disposição.

Atte.

Mirella dos Santos