



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC

XXI Semana Unificada de Apresentações

Engenharia Ambiental e Sanitária

**ANAIS
PROJETOS INTEGRADORES**

São Paulo
De 01 a 05 de junho de 2020

SUMÁRIO

Plano de negócios da empresa Ecoglass: Engajamento social e empresarial em prol do bairro de interlagos, São Paulo – SP: Coleta e destinação de resíduos sólidos e empreendedorismo a partir do vidro reciclado. Parceria SENAC CAS/AMBEV/SBI....	01
Projeto de serviço de coleta de reciclável no bairro de interlagos e preparação de um protótipo sustentável para economia de despesas energéticas inserida em uma logística reversa de resíduos sólidos recicláveis.....	17
Tratamento da água de lavagens de veículos para fins de reuso: Tratamento convencional de água.....	33
Tratamento da água de lavagens de veículos para fins de reuso: tratamento convencional de água.....	49
Projeto integrador VII: Projeto básico de engenharia de acordo com o CREA-SP: sistema de reuso de água em lava-rápido.....	57
Projeto básico de engenharia: Estação de tratamento de água para reuso em lava-rápido.	68

Esta é mais uma edição dos Anais dos Projetos Integradores (PI) apresentados sob forma de pôster e comunicação oral durante a realização da XXI Semana Unificada de Apresentações que ocorreu no período de 01 a 05 de junho de 2020. Para cada semestre do curso houve o atendimento da disciplina de PI para as habilidades e competências do futuro Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Os dois primeiros artigos foram realizados pelo quinto semestre do curso. Os professores da disciplina Alessandro Augusto Rogick Athie e Emilia Satoshi Miyamaru Seo descrevem que o Projeto Integrador V surgiu de uma parceria de trabalho entre a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV), a Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI) e o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do SENAC – Santo Amaro. Para atender aos desejos das duas organizações, o desafio apresentado aos alunos foi desenvolver um Plano de Negócios que envolvesse elementos de coleta seletiva, logística reversa e reciclagem de resíduos sólidos, com ênfase no vidro, de forma a fazer a captação desses resíduos no bairro de Interlagos e sua adequada destinação. Além disso, os discentes deveriam ainda propor um produto com base em vidro reciclado, que pudesse criar oportunidades de empreendedorismo e economia circular, ou que gerassem alguma forma de economia doméstica.

Os outros quatro artigos desta edição foram realizados pelo sétimo mestre do curso. O professor da disciplina Alexandre Saron descreve que o objetivo do PI VII foi realizar um Projeto Básico de Engenharia de uma Estação de Tratamento de Água para reuso de águas servidas em sistemas de lava rápidos. Com a aprendizagem baseada em projetos, os alunos visavam o atendimento à Lei 16160 de 13/04/2015 no Município de São Paulo. Cada grupo identificou o cliente potencial e desenvolveu o projeto básico de engenharia composto por uma fundamentação teórica em livros técnicos e normas da ABNT. O atendimento à demanda do cliente fez a informação da vazão da ETAR sendo que esta foi dimensionada através do ensino nesta disciplina. Os cálculos de engenharia foram para as operações unitárias de coagulação química, floculação, decantação, filtro e desinfecção. A partir do dimensionamento e informações do local foram desenvolvidas as plantas da unidade.

Os trabalhos foram desenvolvidos até dia 17 de março de forma presencial e a partir desta data as aulas foram readequadas em função da pandemia do coronavírus e passaram a ser desenvolvidas de forma remota realizando o contato com os grupos de trabalho de forma intensa através de ferramentas do Blackboard e whatsapp com contatos diários. Foi bastante trabalhoso para os alunos e professores mas a recompensa é o diagnóstico e a certeza que o processo de ensino – aprendizagem prevaleceu face aos excelentes trabalhos realizados pelos discentes cuja idealização e orientação foi supervisionada com maestria pelos docentes. Parabéns à todos pelos esforços realizados e objetivos atingidos.

Editor da XXI SUA

Alexandre Saron

Equipe organizadora da XXI SUA (ordem alfabética)

Alessandro Augusto Rogick Athie;

Alexandre Saron;

Benjamin Capellari;

Emilia Satoshi Miyamaru Seo

PLANO DE NEGÓCIOS DA EMPRESA ECOGLASS: ENGAJAMENTO SOCIAL E EMPRESARIAL EM PROL DO BAIRRO DE INTERLAGOS, SÃO PAULO – SP: COLETA E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EMPREENDEDORISMO A PARTIR DO VIDRO RECICLADO. PARCERIA SENAC CAS/AMBEV/SBI

**Andressa Duarte Gil, Antonio Mardonis Silva, João Lucas Melo de Oliveira, Thaynara Ribeiro Felismino
Me. Alessandro Augusto Rogick Athiê, Dra. Emilia Satoshi Miyamaru Seo**
Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Senac
<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/xxi-sua-semana-unificada-de-apresentacoes/>

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver o Plano de Negócios da empresa Ecoglass, cujo propósito é elaborar soluções socioambientais, em parceria com a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) e Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI), para melhoria na captação de resíduos sólidos no bairro de Interlagos, com foco no vidro, e também apresentar um produto que utilize vidro reciclado, a fim de promover economia circular e empreendedorismo na região. A proposta da Ecoglass consiste em firmar parcerias com estabelecimentos comerciais na região para instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) com segregação de

resíduos sólidos recicláveis exceto vidro e apenas vidro. Os resíduos serão coletados por uma Cooperativa terceirizada pela Ecoglass. O vidro será destinado ao Centro de Distribuição da AMBEV próximo à região e os outros resíduos encaminhados para a Cooperativa. O produto proposto consiste de tampos ou balcões feitos com uma mistura de vidro reciclado e cimento, polidos, como alternativa sustentável a tampos de granito e mármore, economizando materiais, mitigando impactos ambientais de sua extração e criando uma alternativa de renda.

PALAVRAS-CHAVE: Plano de Negócios, Resíduos Sólidos, Economia circular

ECOGLASS COMPANY BUSINESS PLAN: SOCIAL AND BUSINESS ENGAGEMENT FOR THE INTERLAGOS NEIGHBORHOOD, SÃO PAULO - SP: COLLECTION AND DISPOSAL OF SOLID WASTE AND ENTREPRENEURSHIP FROM RECYCLED GLASS. PARTNERSHIP SENAC CAS/AMBEV/SBI

ABSTRACT

The present work aimed to develop the Business Plan of the company Ecoglass, whose purpose is to develop socio-environmental solutions, in partnership with Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) and Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI), to improve the capture of solid waste in the neighborhood of Interlagos, with a focus on glass, and also to present a product that uses recycled glass, in order to promote circular economy and entrepreneurship in the region. Ecoglass' proposal is to establish partnerships with commercial establishments in the region to install Voluntary Delivery

Points (VDPs) with segregation of recyclable solid waste except glass and only glass. The waste will be collected by a Cooperative outsourced by Ecoglass. The glass will be sent to the AMBEV Distribution Center near the region and the other residues sent to the Cooperative. The proposed product consists of tops or counters made with a mixture of recycled glass and cement, polished, as a sustainable alternative to granite and marble tops, saving materials, mitigating environmental impacts of their extraction and creating an alternative income.

KEYWORDS: Business Plan, Solid Waste, Circular economy

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta o desenvolvimento do Plano de Negócios da empresa Ecoglass para melhoria da coleta de resíduos sólidos com foco em vidro no bairro Interlagos, em São Paulo, e criação de um produto utilizando vidro reciclável para promover economia circular. O projeto foi desenvolvido em parceria com a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) e a Sociedade benfeitores de Interlagos (SBI).

No Brasil são produzidas diariamente 214.868 toneladas de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos). Cerca de 91% dos domicílios são atendidos pelos serviços de coleta de resíduos, porém 19.000 toneladas de RSU ainda não são coletados e que certamente são depositados em locais inadequados, o que provoca situações de impacto social e de degradação ambiental. Esta quantidade enorme de resíduos ameaça diretamente a saúde do homem devido à proliferação de vetores e a poluição do ar, das águas superficiais e subterrâneas, do solo e, também, escassez e esgotamento de recursos naturais. De 2016 para 2017 houve um crescimento de 3% no volume de resíduos depositados em lixões sendo que 1.610 municípios ainda fazem uso desse tipo de destinação inadequada. Por isso, é dado destaque à importância do PGIRS para regulamentar o manejo dos municípios em relação aos resíduos sólidos (ABRELPE, 2017).

A contaminação do meio ambiente pela deposição de resíduos sólidos em locais inadequados, decorrente da falta de planejamento e a falta de conhecimento da ocupação e do uso de tal espaço geram situações que vão contra o bem-estar da comunidade e do próprio meio ambiente. As principais fontes de poluição hídrica por resíduos sólidos são: esgotos domésticos e industriais, lixo e mineração. Como consequências podem ocorrer assoreamento dos recursos hídricos, soterramento de animais e ovos de peixes, diminuição do oxigênio dissolvido em decorrência da redução da atividade fotossintética pela diminuição da transparência da água pela deposição de resíduos na mesma, o que acarreta também em impactos sobre a vida aquática e consequentemente desequilíbrios ecológicos (MOTA, 2016).

Neste contexto, o trabalho se justifica com os desejos da Ambev de participar ativamente em prol da melhoria da qualidade ambiental nas cidades e de captar mais vidro reciclado, pois o utilizam como matéria-prima em seu processo para reduzir custos. Já o desejo da SBI é de promover também melhoria da qualidade ambiental no bairro de Interlagos, no caso relacionado à questão dos resíduos sólidos e promover economia circular com objetivo de gerar renda para populações socialmente vulneráveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Área de estudo

Interlagos é um bairro da zona Sul do município de São Paulo, com população estimada em 196 mil habitantes e está localizado no distrito do Socorro e pertence à Subprefeitura da Capela do Socorro com uma área de 2,25 km². A Figura 1 apresenta a localização do bairro. (SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO, 2020).

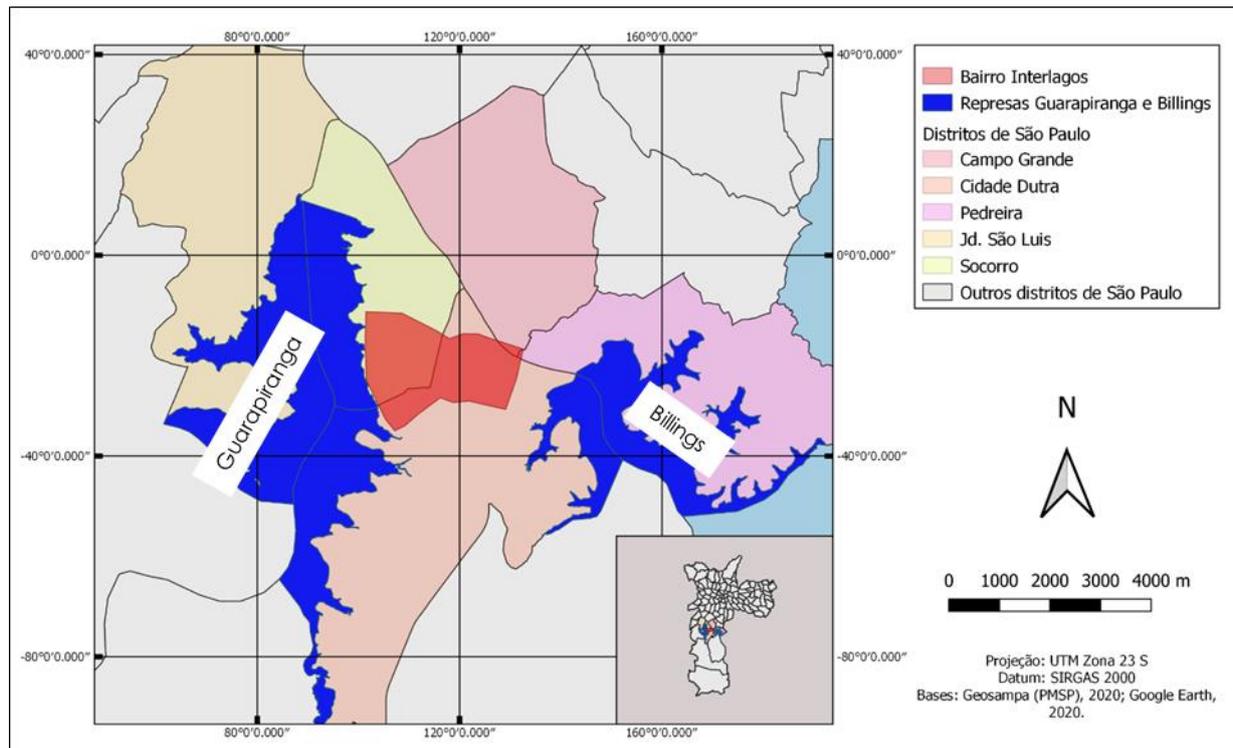
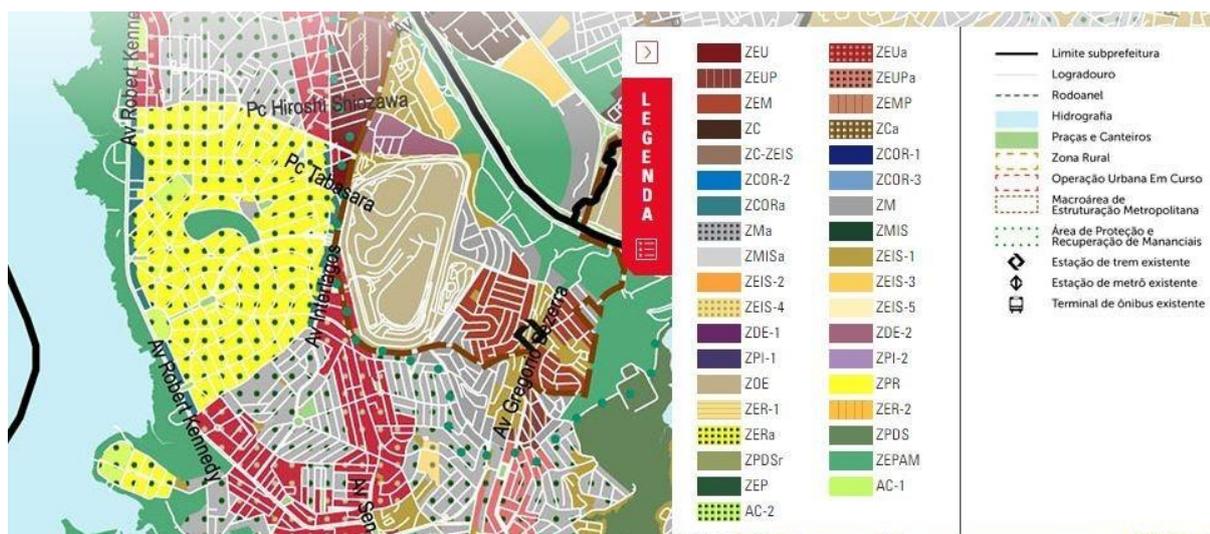


Figura 1 - Localização do Bairro de Interlagos na cidade de São Paulo.

Fonte: autoria própria.

Segundo o Plano Diretor de São Paulo de 2014, o bairro está classificado como: ZER - Zona Exclusivamente Residencial, território destinadas ao uso exclusivamente residencial; ZM – Zona mista, onde pretende-se utilizar a área para o uso residencial e não residencial, inclusive no mesmo lote ou na edificação; ZOE - Zona de Ocupação Especial, território destinadas a abrigar atividades de característica única, no caso da região o Autódromo; ZEU - Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana, é área que pretende promover usos residenciais e não residenciais e promover a qualificação paisagística para o uso de espaço público (SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO, 2014). A Figura 2 apresenta o zoneamento do bairro.



*Nota: ZEU – Zona Eixo de Estruturação de Transformação Urbana; ZEUP – Zona Eixo de Estruturação de Transformação Urbana Previsto; ZER – Zona Exclusivamente Residencial; ZOE – Zona de Ocupação Especial, Zona Eixo de Transformação Metropolitana; ZC – Zona de Centralidade; ZPR – Zonas Predominantemente Residenciais; ZDE – Zona de Desenvolvimento Econômico; ZEM – Zona Econômica Mista; ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social; ZCOR – Zona Corredor; ZM – Zona Mista; ZMIS – Zona Mista de Interesse Social; ZPI – Zona Predominantemente Industrial; ZPDS – Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável; ZEP – Zona Especial de Preservação; ZEPAM – Zona Especial de Proteção Ambiental; ZEMP – Zona Eixo de Estruturação de Transformação Metropolitana Previsto; ZCOR – Zona Corredor Ambiental; ZCa – Zona Centralidade Ambiental; ZMIS – Zona Mista de Interesse Social e Ambiental.

Figura 2 - Zoneamento do Bairro de Interlagos.

Fonte: Subprefeitura Capela do Socorro, 2014.

O bairro de Interlagos no ano de 1920 havia sido planejado para se tornar um *resort* entre as represas de Guarapiranga e Billings. O projeto do bairro definiu como objetivo tratar-se de uma área residencial e de lazer, e por sua vez com a fácil locomoção nas ruas, topográfica e a presença da Represa Guarapiranga foram os elementos fundamentais para a valorização do bairro estimado pelo seu valor ambiental, paisagístico e turístico. (SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO, 2020).

Para preservar e manter a qualidade de vida em Interlagos, e garantir o mínimo possível de interferências em sua estrutura, desde 2004 grande parte do bairro foi tombada pela Prefeitura de São Paulo a pedido dos moradores da região através do Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo – CONPRESP que identificou peculiaridades inestimáveis no bairro. Pela Lei nº 10.032 de 27 de dezembro de 1985, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.236 de 16 de dezembro de 1986, de acordo com a decisão unânime dos Conselheiros presentes à 329ª Reunião Ordinária realizada em 23 de novembro de 2004 (SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO, 2020).

Considerando que o conjunto urbano constituído pelo Bairro de Interlagos apresenta inestimável valor ambiental, paisagístico, histórico e turístico; considerando o padrão de ocupação dos lotes, do qual decorre significativa densidade arbórea e alta porcentagem de solos permeáveis capazes de garantir climas urbanos mais amenos para a cidade como um todo; que o Bairro de Interlagos é inerente à Represa Guarapiranga igualmente de inestimável (SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO, 2020).

2.2 Resíduos sólidos urbanos domiciliares

Os resíduos sólidos domiciliares (RSD) compuseram 52% do total de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados na cidade de São Paulo, para o ano de 2012, conforme pode ser observado na Figura 3.

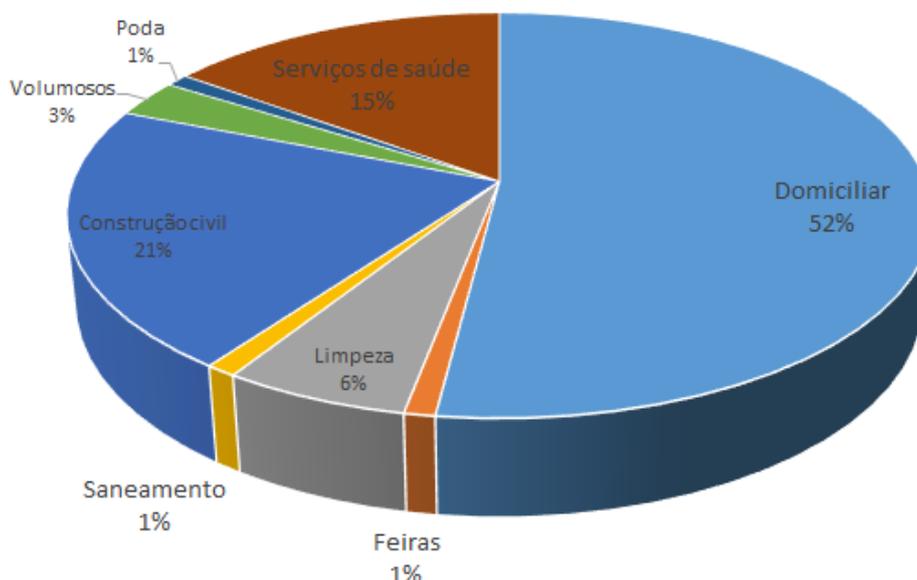


Figura 3 - Composição dos RSU na cidade de São Paulo em 2012.

Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2014.

Segundo Mota (2016, p. 333), os RSD possuem massa específica na faixa de 200 a 300 kg/m³, em cidades como São Paulo a geração *per capita* é de 1 kg/hab dia e, na cidade de São Paulo, para o ano de 2014, possuem composição gravimétrica de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Composição dos RSD na cidade de São Paulo para o ano de 2014.

Componente	Composição gravimétrica (%)
Matéria orgânica	61
Metal	2
Papel e papelão	11
Plástico	15
Vidro	1
Outros	10

Fonte: Mota, 2016.

2.3 Reciclagem e a coleta seletiva de resíduos

Segundo Mota (2016, p. 339), coleta seletiva pode ser definida como “separação dos resíduos a serem aproveitados, nas suas fontes produtoras. Nesse tipo de coleta, a população tem um papel preponderante, pois a separação dos materiais é feita nas edificações”. De acordo com o autor, esta é uma prática que deve ser incentivada, pois proporciona maior reaproveitamento dos resíduos sólidos e deve ser trabalhada pelo poder público em conjunto com a população. Portanto, tem como objetivo a redução de efeitos nocivos ao meio ambiente, consciência sustentável, maior responsabilidade às empresas e benefícios como redução de custos, reutilização do produto ou partes, menor uso de água, entre outros.

Os trabalhos de coleta de resíduos domiciliares, seletivo e hospitalares na cidade de São Paulo são executados pelas duas concessionárias Ecurbis e Loga. Diariamente é percorrida uma área de mais de 1.500 km² e estima-se que mais de 11 milhões de pessoas são beneficiadas pela coleta. Cerca de 3,2 mil pessoas trabalham no recolhimento dos resíduos e são utilizados mais de 500 veículos (caminhões compactadores e outros específicos para o recolhimento dos resíduos de serviços de saúde) (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014).

A concessionária Loga atende as zonas Oeste, Norte, Centro e parte da Leste, compreendendo as subprefeituras: Butantã, Casa Verde, Freguesia do Ó, Jaçanã/Tremembé, Lapa, Mooca, Penha, Perus, Pinheiros, Pirituba/Jaraguá, Santana/Tucuruvi, Vila Maria/Vila Guilherme e Sé.

Já a concessionária Ecurbis atende as zonas Sul e parte da Leste, compreendendo as subprefeituras: Aricanduva / Formosa, Campo Limpo, Capela do Socorro, Cidade Ademar, Cidade Tiradentes, Ermelino Matarazzo, Guaianases, Ipiranga, Itaim Paulista, Itaquera, Jabaquara, M’Boi Mirim, Parelheiros, Santo Amaro, São Mateus, São Miguel, Vila Mariana e Vila Prudente.

2.4 Políticas para a reciclagem e a gestão pública

A seguir serão apresentadas algumas recomendações envolvendo ações públicas e sociais para a melhoria na coleta seletiva de lixo, e incentivo da reciclagem. Que pode ser inserida no bairro de Interlagos (GALBIATI, 2020).

- Utilizar da participação das instituições na região como cooperativas de catadores
- Subprefeitura poderá oferecer infraestrutura e apoio técnico para as cooperativas de coleta seletiva
- Promover incentivo a escolas como “programas de coleta seletiva” no bairro utilizando a conscientização com os alunos e, através deles, suas famílias
- Integrar os programas de coleta seletiva ao projeto e promovendo a Economia circular
- Criar programas com incentivo a redução de resíduos e incentivar a prática do reaproveitamento de materiais e de alimentos
- Orientar a população do bairro de como reciclar o lixo orgânico
- Iniciativas comércios, empresas e ONGs a promoveram a reciclagem de materiais e redução de resíduos

- Propor parcerias a adotarem campanhas sustentáveis sobre os resíduos.

2.5 Pontos de entrega voluntária (PEVs)

Os PEVs são grandes caixas em forma de contêineres fechados com capacidade para grandes volumes de resíduos sólidos e são instalados em locais com grande fluxo e de fácil acesso ao público, permitindo também manobras de caminhões que fazem seu manuseio. Todos eles são adesivados com informações do que pode e o que não pode ser depositado nestes equipamentos. É possível encontrar esses equipamentos em Ecopontos, parques, postos de gasolina e áreas públicas, sempre em locais que não atrapalhem o fluxo viário e de pedestres. Na Figura 4 podem ser vistos exemplares de PEVs.



Figura 4 – Exemplares de PEVs.

Fonte: Bauer Südlohn, 2020.

3 METODOLOGIA

3.1 Metodologia do Projeto Integrador 5

- Reuniões com os parceiros AMBEV e SBI;
- Orientações em sala de aula;
- Aplicação dos conteúdos da disciplina de Elaboração de Projetos Ambientais;
- Dados secundários: livros, artigos, internet, etc.;
- Discussões *brainstorm*, *canvas*, matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência), matriz CSD (Certezas, Suposições e Dúvidas), *Pitch* e *canvas* da proposta de valor (Figura 5).

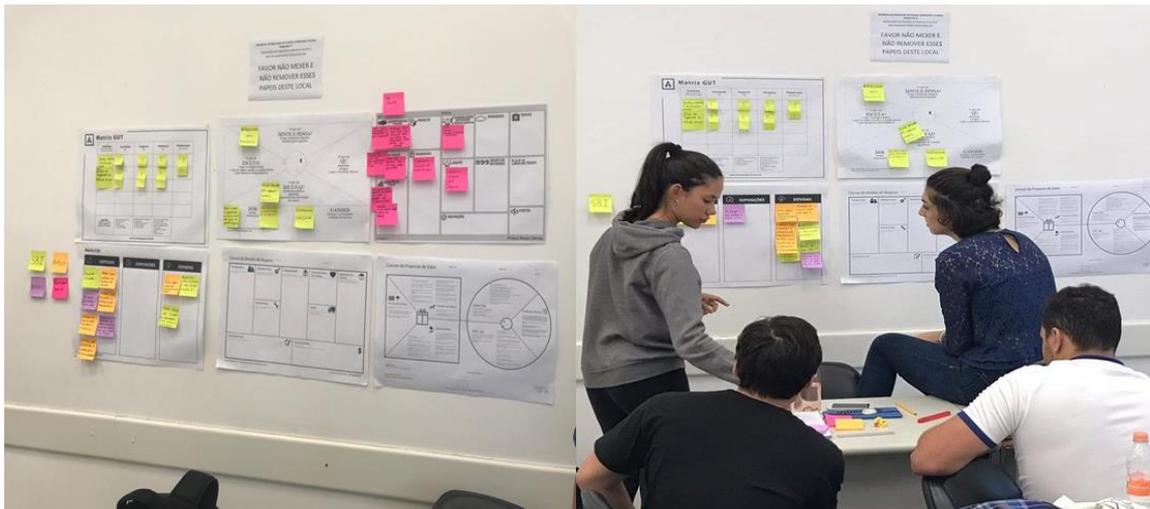


Figura 5 – Preenchimento de *canvas* como metodologia do Projeto Integrador 5.

Fonte: autoria própria.

3.2 Metodologia do Plano de Negócios

- A proposta é utilizar um PEV para resíduos sólidos recicláveis exceto vidro, com capacidade de 2 m³, e outro PEV exclusivo para vidro, com capacidade de 1 m³, por parceiro;
- Levantamento dos melhores locais para colocação dos PEV e estabelecimento de parcerias com estabelecimentos comerciais locais;
- Treinamento de funcionários destes estabelecimentos para fazerem a gestão dos PEV e orientações a população;
- Para estimular a população do bairro a segregar seus resíduos e fazer a deposição nos PEVs serão criadas campanhas de divulgação e conscientização tanto nos estabelecimentos parceiros, mas também através do parceiro SBI, uma vez que este possui meios de comunicação diretos com a população;
- Dimensionamento da coleta e seu custo.

4 PLANO DE NEGÓCIOS (VERSÃO SINTÉTICA)

A empresa Ecoglass busca oferecer um novo sistema de logística reversa para as embalagens de vidro pós-consumo, sendo parte deles enviado para um de nossos clientes Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) para servir de matéria prima e ser usado na sua linha de produção e a outra parte será destinada a produção de um produto que consiste em utilizar o vidro triturado para se misturar em um material cimentado, sendo possível criar tampos de mesa, bancada para pia. Esse produto busca oferecer uma alternativa ecológica, contribui para a diminuição na utilização de recursos naturais e energia, oferece um design diferente e promove a economia circular.

O foco principal de coleta de resíduos será no bairro de Interlagos, em desejo do parceiro Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI), que é uma ONG que luta pela melhoria do bairro de

Interlagos e a AMBEV deseja participar ativamente da melhoria da qualidade ambiental nas cidades e de captar mais vidro reciclado, pois o utilizam como matéria-prima em seu processo produtivo. Os dois clientes têm demandas e desejos que se alinham, logo o negócio atende às duas partes interessadas, porém o produto será comercializado em toda região metropolitana de São Paulo.

A Ecoglass optou por escolher esse nicho de mercado por ser ainda pouco explorado a reutilização e a reciclagem do vidro para fins de novos produtos. E tem como objetivo trazer e incentivar mais a postura sustentável no mundo empresarial e apresentar o consumo consciente para a sociedade através do produto de alta qualidade e totalmente ecológicos.

- E os benefícios desse produto são:
 - Menor uso de recursos naturais;
 - Redução de materiais tóxicos ou perigosos;
 - Maior vida útil;
 - Melhor custo-benefício;
 - Design diferenciado.
- Nosso público-alvo: São homens e mulheres, a partir de 20 anos residentes na Região Metropolitana São Paulo, apaixonadas por decoração inovadora e consumo sustentável.

A empresa está localizada no Centro Universitário Senac, campus Santo Amaro, na zona sul da cidade de São Paulo, na Av. Engenheiro Eusébio Stevaux, 823.

A Ecoglass é composta pelos sócios:

- Andressa Duarte Gil – Controle de qualidade;
- Antonio Mardonis Silva – Planejamento de projeto;
- João Lucas Melo de Oliveira – Líder da empresa, do projeto e da equipe;
- Thaynara Ribeiro Felismino – Organização de projeto e equipe.

5 ANÁLISE SWOT E ANÁLISE DE RISCOS DO PLANO DE NEGÓCIOS

A análise SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) serve para analisar os pontos Fortes, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças de um empreendimento. É útil porque incentiva o empreendedor a analisar sua empresa sob diversas perspectivas de forma simples, objetiva e propositiva (SEBRAE, 2020). A Figura 6 apresenta a análise SWOT do Plano de Negócios da Ecoglass.



Figura 6 - Análise SWOT do Projeto Ambiental.

Fonte: autoria própria.

Os pontos fracos do negócio podem ser trabalhados a partir de busca por aporte financeiro externo, por meio de patrocinadores do projeto; realização de visitas técnicas ao bairro em momento oportuno; e mantendo uma boa comunicação com os parceiros, apesar de ser à distância. Já a ameaça da falta de conscientização da população será trabalhada com a realização de palestras para conscientização no bairro a respeito do projeto.

A crise causada pela pandemia de COVID-19 representa um grande risco à manutenção do cronograma de atividades do projeto nos prazos estabelecidos. O cronograma de atividades tem altas chances de ser comprometido, como já aconteceu com as visitas técnicas ao bairro, por exemplo. Por isso, as visitas ao bairro e aos comerciantes serão realizadas em momento oportuno. O Quadro 1 apresenta a análise de riscos do projeto.

Severidade	Descrição do risco	Probabilidade	Impacto	Descrição do Impacto	Categoria	Ação	Descrição da ação	Responsável
20	Não conseguir parceiros que permita à instalação dos PEVs	3- Médio	5 - Muito Alto	Poderá comprometer o projeto uma vez que não teremos locais para a instalação dos PEVs	Gerenciamento do projeto	Prevenir	Estudar novos locais que atendam a demanda do projeto.	Ecoglass
18	População não depositar seus resíduos sólidos nos PEVs	3 - Média	5-Muito Alto	Não conseguirmos a captação suficiente de RS para a demanda do projeto	Gerenciamento do projeto	Prevenir	Esclarecer a população através das várias formas de comunicação, que se trata de um projeto que busca melhorias para o bairro.	Ecoglass e parceiros
13	AMBEV não disponibilizar de recursos financeiros suficientes para o projeto	3 - Média	5 - Muito Alto	Não termos pontos de coleta, assim prejudicando o projeto.	Gerenciamento do projeto	Assumir	Analisar a redução de instalação de PEVs para caber no orçamento, estudar a viabilização do projeto através de Ecopontos	Ecoglass
10	transporte da coleta pode quebrar, problemas ambientais (enchente, arvore na via...)	3- Médio	3- Médio	atraso a coleta	Gerenciamento do projeto	prevenir	criar rotas da coletas alternativa	Ecoglass

Quadro 1 – Análise de riscos do Plano de Negócios.

Fonte: autoria própria.

Outro risco a ser considerado para o Projeto Ambiental proposto é a possibilidade de não haver uma cooperativa disponível que possa ser contratada para realizar a coleta dos resíduos. Nesse caso, como alternativa poderia ser adotado um modelo semelhante ao da *startup* Green Mining, que utiliza catadores em triciclos fornecidos a eles para realizar a coleta de resíduos pós-consumo em locais mapeados por algoritmos inteligentes. Esse modelo também contribui para a geração de empregos e estímulo de economia circular, mitigando problemas socioambientais (GREEN MINING, 2020).

6 DIMENSIONAMENTO DA COLETA DOS RESÍDUOS

A coleta dos resíduos nos PEVs será realizada por uma cooperativa terceirizada que possua um VUC (Veículo de Urbano de Carga) contratada pela Ecoglass. Será indicada uma rota para realização da coleta passando por cada um dos parceiros sendo que para o cálculo da logística foi considerado o centro de distribuição da Ambev na Av. Guido Caloi como começo e fim da rota de coleta, como mostrado na Figura 7.



Figura 7 – Rota indicada para coleta dos resíduos.

Fonte: autoria própria.

Uma parte do vidro coletado será destinado ao centro de distribuição da Ambev, e de lá uma empresa contratada pela Ambev fará a destinação. Outra parte do vidro será destinado à produção do produto com vidro reciclado. O restante dos resíduos recicláveis ficará sob responsabilidade da própria cooperativa que realizará a coleta.

Considerando o bairro como um setor de coleta, a empresa Ecoglass também fornece o serviço de dimensionamento da coleta destes resíduos. Sendo assim, o número de viagens necessárias pode ser descrito pela Equação (1):

$$Nv = \frac{1}{J} \left\{ \left(\frac{L}{Vc} \right) + 2 \left(\frac{Dg}{Vt} \right) + 2 \left[\left(\frac{Dd}{Vt} \right) \left(\frac{Q}{C} \right) \right] \right\} \quad (1)$$

Onde:

J = Duração da jornada de trabalho da equipe, em horas;

L = Extensão total das vias do setor de coleta, em km;

Vc = Velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = Distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = Distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = Velocidade média dos veículos nos percursos de posicionamento e transferência, em km/h;

Q = Quantidade total de resíduos a serem coletados no setor, em kg ou m³;

C = Capacidade dos veículos de coleta, em kg ou m³.

O tempo de viagem necessário se dá pela Equação (2):

$$Tv = \frac{2D}{vt} + Ta \quad (2)$$

Onde:

D = Distância do ponto de início da coleta até o ponto de descarga, em km;

Ta = Tempo gasto com o acesso, a pesagem, a descarga e a saída do local de destinação, em h.

A capacidade de carga por viagem é determinada pela Equação (3):

$$c = k C d \quad (3)$$

Onde:

c = Capacidade de carga por viagem, em kg ou m³;

d = densidade aparente dos resíduos, em kg/m³;

k = coeficiente de compactação. Depende do tipo de caminhão. Nesse caso será 1, pois não serão utilizados caminhões compactadores;

C = Capacidade de carga por viagem caminhão, em kg ou m³.

Por fim, o número de veículos necessários para realizar a coleta pode ser determinado por:

$$F = \frac{1}{Nv} \frac{Q}{c} (1 + ka) \quad (4)$$

Onde:

F = número de veículos necessários;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletado, em kg ou m³;

c = capacidade de carga por viagem, em kg ou m³;

ka = coeficiente de reserva. Indica, em %, quantos veículos de reserva estarão à disposição.

Considerando que a jornada de trabalho da equipe (J) será de 8h, a extensão total das vias do setor de coleta (L) é de 13,7 km, a velocidade média de coleta (Vc) é de 40 km/h, distância entre a garagem e o setor de coleta (Dg) é de 5 km, distância entre o setor de coleta e ponto de descarga (Dd) é de 5 km, velocidade média de posicionamentos e transferências (Vt) é de 5 km/h, a quantidade de resíduos a serem coletados (Q) é de 21 m³, pois serão dois PEVs por parceiro, um de 2 m³ e outro de 1 m³; sendo 7 parceiros, e que a capacidade de um caminhão VUC (C) é 25 m³, tem-se que será necessário realizar apenas uma viagem.

Com essa informação tem-se que o tempo total de viagem será de 7,5 horas, a capacidade de carga por viagem é de 25 m³ ou 5000 kg e que será necessário apenas um caminhão, mas recomenda-se ter um caminhão reserva à disposição.

Um caminhão VUC carregado tem capacidade de rodar cerca de 6,5 km por litro de combustível consumido. Sabendo que a extensão total da rota de coleta é de 18,7 km e o preço do diesel é cerca de R\$ 3,40, haverá um gasto com combustível estimado em aproximadamente R\$ 10,00 para cada viagem de coleta. Recomenda-se que a coleta seja realizada uma ou duas vezes por semana, para que os PEVs não fiquem lotados e nem para que o caminhão volte vazio da viagem de coleta.

Logo, realizando duas viagens por semana, o custo mensal da coleta dos resíduos é estimado em R\$ 80,00.

7 INVESTIMENTO INICIAL

O custo com cada viagem de coleta está estimado em R\$ 10,00. Já a aquisição dos PEVs tem um custo estimado em R\$ 600,00 para o PEV de 2 m³ e de R\$ 300,00 para o PEV de 1 m³. O preço do pagamento do serviço de coleta terceirizado a ser realizado por uma cooperativa deve ser acordado entre a cooperativa e a Ecoglass, mas considerando que sejam realizadas duas coletas por semana, isso gera um custo de R\$ 80,00 mensais, logo estima-se que a cooperativa possa cobrar da Ecoglass algo entre R\$ 160,00 e R\$ 200,00 pelo serviço.

Além disso, há o custo com a contratação de uma empresa para realizar a limpeza de todos os PEVs, uma vez por mês, estimado em R\$ 1.000,00. Estima-se também um custo de R\$ 60,00 para cada informativo que deverá ser colocado em cada um dos PEVs. Como são 14 PEVs, o custo total é de R\$ 840,00. A arte para estampar cada um dos PEVs está estimada em R\$ 50,00 por unidade, logo um custo total de R\$ 700,00. O Quadro 2 apresenta o plano financeiro do investimento inicial da empresa.

Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor subtotal (R\$)
PEVs de 1 m ³	7	300,00	2100,00
PEVs de 2 m ³	7	600,00	4200,00
Informativos	14	60,00	840,00
Arte para os PEVs	14	50,00	700,00
Contratação da cooperativa para realizar a coleta	1	200,00	200,00
Contratação de empresa para limpeza dos PEVs	1	1000,00	1000,00
Total			9040,00

Quadro 2 – Plano financeiro para investimento inicial.

Fonte: autoria própria.

8 DESCRIÇÃO DO PRODUTO PROPOSTO

O produto que utiliza vidro reciclado proposto será um tampo de cimento e vidro, polido por diversas vezes em suas faces, como alternativa a tampos de granito, cimento e mármore para utilização em pias de cozinha, de banheiro, mesas e afins. Na Figura 8 são apresentadas algumas possíveis aplicações deste produto.



Figura 8 – Possíveis aplicações do produto proposto.

Fonte: Google Imagens, 2020.

Através da incorporação de vidro reciclado triturado em misturas de cimento, o objetivo é reduzir a utilização de matéria-prima de granito/mármore e cimento, pois assim serão reduzidos os impactos ambientais causados pela extração desses materiais. Em outras palavras, o produto terá uma pegada ecológica menor do que os produtos concorrentes.

Em questão de competitividade, o produto com vidro reciclado terá um custo final menor para o consumidor, além de ser uma alternativa sustentável. De uma forma geral, o preço médio do granito fica em torno de R\$ 980,00 por m², considerando os materiais e a mão de obra. Uma bancada de granito com 0,60 m x 1,50 m, por exemplo, irá custar em média R\$ 880,00. Já com o produto proposto neste Projeto Ambiental, estima-se uma redução de até 20% desses valores. Após o devido polimento e impermeabilização do produto final, espera-se que sejam obtidas cores diferenciadas e mais vividas, devido à grande variedade de cores de vidro que existem, além de uma luminescência única a partir da reflexão e difração da luz incidente.

O produto deverá passar por diversos testes controlados em laboratório e elaborado um protótipo antes de chegar ao mercado para sua possível comercialização. O produto proposto possui grande potencial para estímulo do empreendedorismo, da economia circular e ser também uma fonte de geração de renda para populações socialmente vulneráveis, conforme desejos e interesses dos parceiros SBI e Ambev.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta possui viabilidade técnica, legal, social e ambiental, pois foram realizados cálculos para dimensionamento da coleta dos resíduos; haverá aproveitamento de resíduos sólidos através da agregação de valor a estes; pessoas socialmente vulneráveis serão beneficiadas através da elaboração do produto; procurou-se estar dentro das leis municipais com a utilização de um VUC para a coleta, que pode transitar em zonas residenciais. Por outro lado, a viabilidade econômica depende de um aporte financeiro externo, uma vez que o investimento inicial foi estimado em R\$ 9.040,00.

O serviço oferecido pela Ecoglass possui grande potencial para melhoria da qualidade ambiental focando na melhoria da coleta dos resíduos sólidos, o que era um desejo de ambos clientes. Pode-se dizer que a sociedade inteira ganha com este projeto. Para o parceiro Ambev e para os estabelecimentos parceiros ainda existe o benefício do “marketing verde”.

10 REFERÊNCIAS

1. ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, SP, 2017.
2. BAUER SÜDLOHN. **Recycling & Waste Materials Containers**. Disponível em: <https://www.bauer-suedlohn.de/en/recycling-banks/> Acesso em: 16/04/2020.
3. GALBIATI, A. **O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a Reciclagem**. Disponível em: < <https://limpezapublica.com.br/textos/97.pdf> >. Acesso: 08/04/2020
4. GREEN MINING. **Green Mining – Home**. Disponível em: < <https://greenmining.com.br/en/home-en/> > Acesso em: 16/05/2020.
5. MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES (Associação

Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária), 2016.

6. PREFEITURA DE SÃO PAULO. **PGIRS – SP**: Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
7. PERSICH, J; SILVEIRA, D. **Gerenciamento de resíduos sólidos - a importância da educação ambiental no processo de implantação da coleta seletiva de lixo – o caso de Ijuí/RS**. 2016. Disponível em: <related:https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/3858/>. Acesso em: 18/04/2020
8. SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ferramenta: Análise SWOT (Clássico)**. 2020. Disponível em: https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME_Analise-Swot.PDF Acesso em: 25/05/2020.
9. SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO. **Um pouco de História: Interlagos**. 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/capela_do_socorro/noticias/?p=7349> Acesso em: 23/03/2020
10. SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO. **Plano Diretor Estratégico**. 2014. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/>> Acesso em: 23/03/2020

Projeto de serviço de coleta de reciclável no bairro de Interlagos e preparação de um protótipo sustentável para economia de despesas energéticas inserida em uma logística reversa de resíduos sólidos recicláveis

Beatriz Tomazini G. Machado; Juliana Maria da Silva; Lucas Lazaro Damásio; Rafael Eihati Shimabuk.
Prof^o Mestre Alessandro Augusto Rogick Athiê; Prof^o Dr. Emilia Satoshi Miyamaru Seo
Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Senac
<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/>
BEAS_PI_V_G02

RESUMO

O presente trabalho apresenta a elaboração de um Plano de Negócios que satisfaça a coleta e a destinação de resíduos sólidos urbanos recicláveis no Bairro de Interlagos, e aplique uma proposta de logística reversa para o vidro. Descreve-se uma proposta de produto com base em vidro reciclável constituído de um aquecedor de água que tem por finalidade reduzir gastos energéticos para a população do bairro. A presente proposta tem como parceiras a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) e a Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI). Para a elaboração da pesquisa foram realizados levantamentos de dados secundários e reuniões de

alinhamento com os clientes e parceiros. A base da logística de coleta e destinação do projeto consiste na parceria com estabelecimentos comerciais locais de médio e pequeno porte, onde serão instalados Pontos de Entrega Voluntária (PEV), para coletar os resíduos dos municípios, o vidro será destinado para a distribuidora da Ambev, mais próxima ao bairro, já os demais materiais coletados serão destinados pela cooperativa terceirizada (que atenda a região) que fará o devido uso dos mesmos. Vale ressaltar que o produto será desenvolvido no segundo semestre de 2020, com a realização dos devidos testes de eficiência e de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa; Bairro de Interlagos; Resíduos Sólidos Urbanos Recicláveis.

Project of recyclable collection service in the neighborhood of Interlagos and preparation of a sustainable prototype for energy expenditure savings inserted in a reverse logistics of recyclable solid waste.

ABSTRACT

The present job presents a Business Plan that satisfies the collection and disposal of recyclable solid urban waste, from Interlagos and applies a reverse logistics proposal for glass, addition to describing a proposed product based on recyclable glass; a water heater that aims to reduce energy costs for the neighborhood population. The present proposal has as partner AMBEV the biggest beverage multinational company and the Benefactors Society of Interlagos (SBI). This research elaboration were performed secondary dates and alignment meetings with clients. The project logistics consist of a partnership with local medium

and small local markets, where will be installed. Voluntary Delivery Points (PEV) will be installed to collect the residues of the residents, the glass will be destined for Ambev distributor, closer to the Interlagos neighborhood as the others materials collected, otherwise the destination will be on account of the outsourced cooperative, which serves the neighborhood. It is important to note that the product will be developed in the second half 2020, with the performance of the appropriate efficiency and quality tests.

KEYWORDS: Reverse Logistics; Interlagos neighborhood; Solid Waste Urban Recycling.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT/NBR 10.004/2004 o resíduo sólido, é um conjunto heterogêneo, originado das atividades humanas geradas pelo processo industrial, domésticas, hospitalar, comercial, agrícola e serviços de varrição, porém se este resíduo sólido for descartado incorretamente, causa a proliferação de doenças, afeta a qualidade de vida das pessoas e quando ocorre a decomposição da parte biodegradável ocorre a liberação de gases, em especial o metano.

Embora a reciclagem no Brasil possui uma média aproximada de 1,062 quilos de resíduos sólidos produzidos por dia por cada cidadão. O Brasil produz 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano, porém apenas recicla 3% destes. Segundo dados levantados pelo Ministério do Meio Ambiente através da Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), estima-se que o Brasil perca cerca de 8 bilhões de reais por ano por não reciclar os resíduos sólidos (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2007).

Porém estamos muito atrás de muitos países como a Alemanha que recicla 56% do seu resíduo e a Áustria que também ultrapassa a média chegando a quase 54% (SANTAELA *et al*, 2014).

Para reduzir os impactos causados ao meio ambiente, as organizações adotaram procedimentos de reciclagem de resíduos sólidos no processo produtivo e como benefício para a sociedade para atender às exigências de mercado e aumentar o ciclo de vida do produto, sendo eles: papel, vidro, metal e plástico (JUNIOR E PINHEIROS, 2013).

A sociedade, com o passar dos anos, aumentou a sua consciência ambiental e passou a cobrar das empresas uma postura que valorize o meio ambiente. Em função disso, diversas empresas adotaram atividades que colaboram com as questões ambientais, como por exemplo a coleta seletiva e programas socioambientais (FONSECA, 2004).

A AMBEV empresa distribuidora de bebidas busca garantir um futuro saudável para a sociedade, agindo em todo o Brasil procurando melhorar economicamente as comunidades mais isoladas. Ciente que é uma grande geradora de resíduos sólidos, como o vidro, a mesma tem a preocupação de destinar um uso renovável para o material, pesquisando alternativas que possa propor para a sociedade de forma a melhorar a economia e diminuir os impactos sociais.

A Sociedade Beneficentes de Interlagos (SBI), busca o bem estar e a qualidade de vida dos moradores do bairro de Interlagos, localizado na região sul de São Paulo. A mesma também visa melhorar a qualidade de vida dos moradores tangentes ao seu bairro e luta pela preservação das áreas verdes na região.

O objetivo do trabalho é criar um plano de negócio com a criação de um projeto voltado para o mercado ambiental que possa atender as demandas da AMBEV e da SBI.

A SBI busca alternativas para ajudar as comunidades tangentes a sua área de atuação, com isso, se propôs a elaboração de um produto para fornecer uma renda extra. A AMBEV de acordo com a proposta, indicou que o produto deve ser utilizado com o vidro, assim a mesma também poderá utilizar a proposta do produto para aplicar em outras comunidades de seu interesse. Além disso foi alinhado a coleta dos resíduos sólidos recicláveis, por meio de uma coleta seletiva e dando um destino adequado para tal resíduo, do bairro de Interlagos, melhorando a qualidade de vida dos moradores. Porém os resíduos de vidro serão encaminhados exclusivamente para o centro de distribuição da AMBEV, aumentando o seu volume de matéria-prima.

O presente trabalho se justifica pela grande quantidade gerada de resíduos sólidos urbanos no Brasil, tomando o trabalho uma possibilidade de diminuir o volume de resíduos dispostos em aterros sanitários e utilizar uma matéria prima de fácil acesso para a construção de um produto

que utilize energias renováveis e diminua os custos dos gastos energéticos. A partir desta preocupação socioambiental a Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) juntamente com a Sociedade Benfeitores de Interlagos (SBI), tiveram a iniciativa de desenvolver um projeto que visa a reciclagem de resíduos sólidos gerando uma economia circular ou redução de gastos energéticos para a população do Bairro de Interlagos.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A Política Nacional de Resíduos Sólidos

A partir da criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, sancionada pela Lei nº 12.305, a responsabilidade dos resíduos passou a ser compartilhada e todos são responsáveis pelos resíduos, desde a sua extração da natureza até a sua destinação pós uso.

De acordo com a PNRS um dos caminhos para fiscalizar e regulamentar determinados materiais é através da Logística Reversa. Alguns materiais que têm aderência ao programa são: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos. Apesar da ênfase nesses itens mais problemáticos em termos ambientais, a lei determina que as medidas de logística reversa devem se estender a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados (SUBPREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2020).

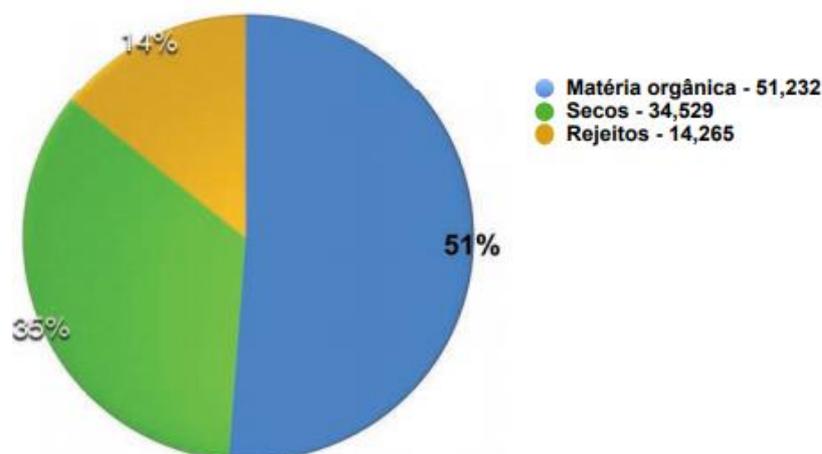
A Norma Brasileira (NBR) nº 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define resíduos sólidos como: “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

O conceito de resíduos sólidos variou ao longo do tempo, em função dos avanços tecnológicos, da conscientização ambiental, e da necessidade financeira de reaproveitamento de materiais que não são mais úteis para um determinado fim, mas podem servir de matéria-prima para outro. Esta conceituação pode variar conforme a época, o lugar, o clima, a cultura, os hábitos e a condição socioeconômica de uma sociedade. Esse conceito é relativo, pois, o que é inservível para determinada comunidade ou indivíduo, pode não ser para outros (SANTAELA *et al.*, 2014).

2.2 Resíduos Sólidos Urbanos em São Paulo e sua Logística Reversa.

De acordo com a Prefeitura de São Paulo, 2012, os resíduos sólidos secos, coletados na cidade, atingem cerca de 1/3 da massa total de resíduos coletada nos domicílios. Dados de caracterização dos resíduos coletados nas residências da cidade de São Paulo apontam para valores além dos 30% para os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) Secos, conforme ilustra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Composição Gravimétrica dos RSD para Município de São Paulo - 2012



Fonte: Amlurb, 2012.

Porem esse índice ocorre variação de acordo com as subprefeituras ao longo da cidade, as subprefeituras são divididas entre em dois agrupamentos, o Noroeste que é composto por 13 subprefeituras, com uma área total de 535,56 km², com 4.335.160 habitantes e a empresa concessionaria responsável pela coleta e destinação é a Loga. E o Sudeste que é composto por 18 subprefeituras, com uma área total de 989,86 km², com 6.765.640 habitantes e a empresa concessionaria responsável pela sua administração é a EcoUrbis. A tabela 1 apresenta a variação da porcentagem de resíduos coletados (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012).

Tabela 1 - Análise Gravimétrica

Consolidação - Análise Gravimétrica
(% da massa total de RSD)

Material	Agrup. Noroeste	Agrup. Sudeste	Total MSP
Matéria Orgânica	48,3	54,1	51,2
Secos	37,8	31,3	34,5
Rejeitos	13,9	14,6	14,3
Total	100,0	100,0	100,0

Fonte: PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012.

De acordo com a Prefeitura da Cidade de São Paulo (2007), a quantidade diária de resíduos coletados na cidade é de 9.500T, para isto ser concretizado é necessária uma frota de 290 caminhões compactadores. Já quando se refere a coleta seletiva, a quantidade coleta por dia é de 73,6 T, sendo que essa quantidade é recolhida tanto pelas concessionarias quanto por cooperativa, são 25 registradas e reconhecidas pela Amlurb .

A taxa da geração do distrito da Capela do Socorro é de 1,05 kg/hab/dia. No documento do plano de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de São Paulo, não há informações específicas do bairro de Interlagos, porem o bairro faz parte do distrito da Capela do Socorro (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2007).

3. METODOLOGIA

A pedido do cliente AMBEV que deseja aumentar a coleta de vidro para reutilizar na fabricação de garrafas. Enquanto o cliente SBI deseja a retomada da coleta seletiva no bairro de Interlagos e melhorar o engajamento social em sua área de atuação e os bairros tangentes. Além disso, ambos os clientes solicitaram a elaboração de um produto realizado com matérias recicláveis, em específico o vidro, assim atendendo o ciclo de logística reversa.

Para o entendimento e levando em consideração as necessidades dos clientes realizou uma reunião geral com todos os membros do grupo e foi elaborado um plano de negócio para traçar metas e planos a fim de atender o serviço prestado. Em seguida, foram realizadas as propostas e levantado das ideias para os serviços e, semanalmente ocorreram reuniões com membros do grupo com o intuito de discutir a estrutura do trabalho, determinando o escopo, objetivo, possíveis produtos e questionário para a empresa Ambev e SBI.

Atendendo a estrutura do plano de negócio, os alunos se reuniram e criaram uma empresa do ramo ambiental, apresentando as estruturas corporativas, tributárias, operacionais e a descrição do serviço prestado para os clientes.

Após isso, houve o levantamento de dados secundários sobre a região do Bairro de Interlagos, Associação Benfeitores de Interlagos, produção e engarrafamento de cervejas, Ambev e Resíduos Sólidos. Logo, começou o planejamento dos pontos de coleta de resíduos sólidos recicláveis, com isso, realizou-se o contato por telefone ou e-mail para comerciantes locais, com o objetivo de cedam lugares a fim de colocar os pontos de coleta.

Com a finalidade de atender a coleta, primeiramente se determinou os limites do bairro de Interlagos segundo os dados que o cliente SBI disponibilizou, o resultado foi um mapa delimitando os limites da coleta dos resíduos sólidos recicláveis.

A consulta das cooperativas foi realizada no site SIGOR, onde as cooperativas de catadores podem se cadastrar e disponibilizar seus serviços para qualquer interessado. No site se pesquisou as empresas na região sul ou próximos do bairro de Interlagos.

Com o intuito de fechar as parcerias dos estabelecimentos comerciais afins de dispor os PEVs projetados, o contato inicialmente foi realizado por telefone ou por email. A apresentação do projeto. após o primeiro contato, foi encaminhado uma síntese do projeto a qual será a função do estabelecimento (ceder o espaço para dispor os PEVs).

A coleta também será realizada por meios de Pontos de Entregas Voluntários (PEVs). OS PEVs serão desenhados e logo após montado um protótipo com a matéria prima aço galvanizada. No projeto serão desenhados e, logo após, prototipado dois modelos de PEVs, um específico para o vidro de modo que evite a quebra do material e o outro para os demais resíduos recicláveis a serem coletados. A partir de então o material será encaminhado à uma empresa e será realizado a fabricação dos modelos. Vale ressaltar, até o momento não foi encontrado uma empresa que possa realizar a fabricação dos PEVs, entretanto os valores foram baseados em PEVs já existentes no mercado e adicionado um valor de 30% para os materiais recicláveis em geral e 50% para o modelo que irá captar o vidro. Os valores da chapa de aço galvanizada foram retirados na base do site mopa.com.

Com o objetivo de atender o pedido de ambos os clientes de criar um produto feito com o vidro, foi pensado na elaboração de um protótipo de aquecimento de água por energia solar com vidro. O principal papel do aquecedor é trazer uma economia de gastos energéticos com o aquecimento de água, da comunidade que aderir o produto e trazendo benefícios ao meio ambiente com o uso de materiais recicláveis e energias renováveis.

Caso qualquer morador vislumbrar a possibilidade de criar uma renda, fabricando os aquecedores também será aceito. O aquecedor também apresenta outros materiais para a sua confecção como os canos de PVC e tinta preta. A água aquecida será armazenada em um tanque, onde poderá ser utilizado para banho ou outros fins.

Caso necessário será realizado um workshop para os moradores do bairro de Interlagos se capacitarem para a construção do modelo de aquecimento de água por energia solar. O workshop será realizado na Igreja São Pancrácio localizado na Praça Vincenzo Galilei, 5 – Interlagos São Paulo, entretanto devido a pandemia o local está fechado e não temos o contato para a verificação da disponibilidade para realizar o workshop.

O projeto também consiste na criação de um meio de comunicação e divulgação através de uma página no facebook, facilitando o acesso à informação para a população do bairro.

4. PLANO DE NEGÓCIO SINTETIZADO

A RJBL Soluções Ambientais é uma empresa do ramo ambiental com o foco no gerenciamento dos resíduos sólidos, gerando um produto que possa atender a logística reversa, para clientes seja ele pessoa física ou jurídica que deseje se enquadrar com as normas e jurisdições sobre a disposição final do seu resíduo sólido. A área de atuação da empresa se limita dentro do município de São Paulo e tem a missão de garantir um meio ambiente saudável para a presente e as futuras gerações com os serviços ambientais prestados, sempre oferecendo um serviço de alta qualidade atendendo as necessidades do cliente. A empresa visa prestar serviços com qualidade de forma íntegra e sustentável, sempre atendendo os clientes e as leis ambientais com uma equipe altamente capacitada. A empresa valoriza a segurança dos seus funcionários colocando a saúde e integridade em prioridade, buscando trabalhar de forma transparente e clara com os clientes e as legislações vigentes, sempre buscando o aprendizado e crescimento com a adaptabilidade com as mudanças do mercado tecnológico.

A empresa se dividi em quadro sócios que dividem por igual as cotas da empresa. Os sócios se dividem com os papéis importantes da empresa, sendo diretoria, CO diretoria, administração e marketing. Para a deliberação de planos importantes ou planos que apresentem risco a empresa será necessário o voto positivo de todos os sócios. A seguir estão descritos o currículo, o cargo e funções que cada socio assumi:

A seguir serão apresentados os dados da empresa:

Nome da Empresa: RJBL Soluções Ambientais LTDA

CNPJ: 00.000.001/0001-00

Denominação Comercial: RJBL Soluções Ambientais

Telefone: (11) 0000-0001

Enquadramento Jurídico: Sociedade Limitada

Enquadramento Tributário: Simples Nacional

Rafael Eihati Shimabuk: Diretor Geral: responsável pela representação da empresa, tomadas de decisões importantes e direções estratégicas, contato com os fornecedores.

Juliana Maria da Silva: CO Diretora Geral: segunda responsável e representante da empresa, consultora nas tomadas de decisões importante e direcionamento estratégicos, analista de riscos.

Beatriz Tomazini Gonçalves Machado: Diretor Administrativo: responsável por planejar, organizar os serviços, organizar recursos e tratar estratégias administrativas, analisar desempenho dos serviços.

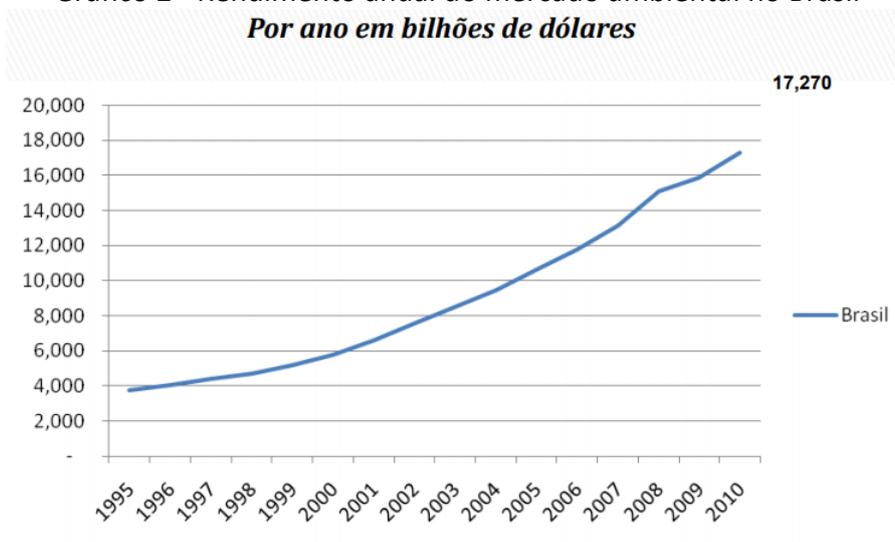
Lucas Lazaro Damásio: Diretor de Marketing: responsável pela análise de mercado, desenvolver estratégias para impactar o cliente, criar campanhas, propagandas e relações públicas.

Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) o mercado ambiental é aquele que tem por finalidade “medir, prevenir, limitar e minimizar ou corrigir danos ambientais à água, ao ar e ao solo, bem como, os problemas relacionados ao desperdício, poluição sonora e danos aos ecossistemas”. Se destacam três linhas de serviços: Gestão de Poluição; Tecnologia Mais Limpa e Grupos de Produtos e Gerenciamento de Recursos (INSTITUTO IDEIAS, 2016).

Em 2010 o mesmo mercado apresentou um rendimento no Brasil de 17,27 bilhões de dólares e a estimativa é que esse mercado cresça com o decorrer dos anos como é apresentado no Gráfico 2. No Brasil o mercado ambiental ainda está se desenvolvendo, e sua procura no mercado ainda é baixa comparada a outros ramos da engenharia. Como exemplifica o Gráfico 3 a América Latina representa três por cento do mercado mundial, e desses três por cento 46 por cento representa o mercado brasileiro, mostrando a quantidade de serviços ambientais que o Brasil busca, mas ainda existe grandes centros urbanos e agrícolas que necessitam de serviços ambientais para garantir o seu sucesso econômico (INSTITUTO IDEIAS, 2016).

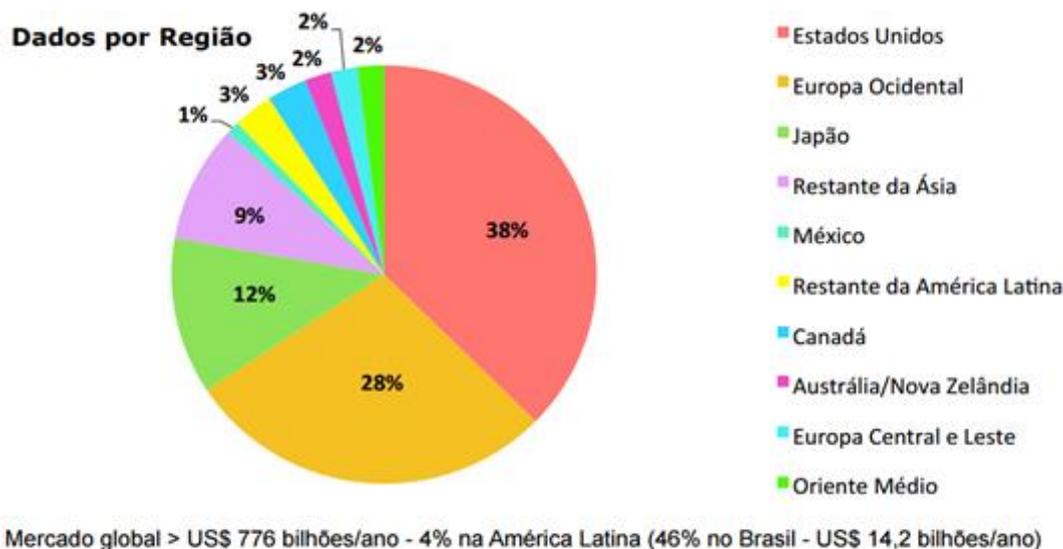
O mercado de gerenciamento de resíduos sólidos apresenta uma possibilidade para a resolução de um dos maiores problemas enfrentados na atualidade, a acumulação de resíduos. O lixo é um dos principais agentes da contaminação do solo e corpos hídricos além de causadores de doenças. Diversos fatores podem contribuir para o seu agravamento, para evitar esse problema, medidas de gerenciar os resíduos alinhados a políticas federais, estaduais e municipais ajudam a melhorar esse nicho de mercado (MACHADO, 2018).

Gráfico 2 - Rendimento anual do mercado ambiental no Brasil
Por ano em bilhões de dólares



Fonte: INSTITUTO IDEIAS, 2016.

Gráfico 3 - Demanda do mercado ambiental no mundo



Fonte: INSTITUTO IDEIAS, 2016.

O mercado de resíduos sólidos nasce a partir de uma demanda crescente, caracterizada através de todas as atividades sociais são geradoras de resíduos. Em função disso a sociedade se organiza e as responsabilidades pela coleta, transporte e destinação dos resíduos são divididos ao setor privado e público. Normalmente o setor público acaba assumindo toda a responsabilidade da coleta, assim pela alta demanda, problemas como: presença de lixos nas ruas, surtos de pragas e doenças, água contaminadas se tornam evidentes. As soluções foram adaptadas as necessidades de inclusão social e geração de emprego ensinadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (MACHADO, 2018).

O público alvo do projeto, a princípio é destinado para os moradores do bairro de Interlagos e as comunidades tangentes ao mesmo, pois a matéria prima para a sua preparação são de custos reduzidos e de fácil acesso. A princípio o usuário pode utilizar na sua residência para diminuir os gastos com energias elétrica, e em casos futuro o produto pode criar a oportunidade de uma linha de produção do sistema de aquecedor de água por energia solar para gerar uma renda extra.

O método de análise de risco SWOT, representado no Quadro 1, foi utilizado para o produto desenvolvido pela empresa assim demonstrando os seus pontos fortes.

Quadro 1 – Análise SWOT

	Fatores positivos	Fatores negativos
Ambiente interno	<p>“FORÇA”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do vidro excedente no planeta. • Redução de gastos energético para a população. • Ambientalmente mais correta que os concorrentes 	<p>“FRAQUESAS”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Curto prazo de tempo para a execução do projeto. • Mão de obra invariável. • Readaptação ao cenário atual.
Ambiente externo	<p>“OPORTUNIDADES”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de tecnologia. • Reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos passível de reciclagem. • Produção realizada com material de baixo custo, o que diminui o valor final da produção. 	<p>“AMEAÇAS”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empecilhos com a pandemia: Covid-19. • Dificuldades de contato com os clientes. • Falta de encontros presenciais com o grupo.

Fonte: Autoria Própria

S – Strong, pontos fortes:

Diminuição do vidro excedente no planeta, dando uma nova destinação para o resíduo; Redução de custos energéticos para população, através utilização fotovoltaica para aquecimento de água se caracterizando como uma energia sustentável; ambientalmente mais correta do que os concorrentes, pois reaproveita resíduos que seriam dispostos no meio ambiente se adequando a um produto verde.

W – Weaknesses, fraquezas eminentes:

Curto prazo de tempo para execução do projeto, mesmo tendo um prazo total de dois semestres, ainda não é o suficiente para uma perfeita execução do projeto; Mão-de-obra invariável, o grupo é composto por um número fechado de integrantes, e não é possível alterar; Readaptação ao cenário atual, sendo necessário readequar os métodos do trabalho, para obter um bom resultado.

O – Opportunty, oportunidades enfrentadas.

Desenvolvimento de tecnologia, o sistema de aquecimento a partir de materiais recicláveis, é realizada com garrafa pet, e sofrera alteração para o vidro como principal matéria prima; Reaproveitamento de materiais sólidos urbanos passíveis de reciclagem, que será o vidro; Produção realizada com material de baixo custo, o que diminui o valor final da produção, comparada com os valores de produto final de nossos concorrentes; Planejamento da logística de coleta de recicláveis no bairro de Interlagos.

T – threats, possíveis ameaças encontradas no percurso.

Empecilhos com a pandemia: Covid-19 que foi necessário o distanciamento social e com isso exige uma readequação de projeto; Dificuldades de contato com os clientes, o modelo de encontro necessitou uma readequação, seriam realizados de forma presencial e agora possivelmente será feito através de webconferência ; Falta de encontros presenciais com o grupo, o mesmo acontece com os integrantes da empresa, encontros que a princípio seriam realizados de forma presencial, agora passou a ser de forma remota.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de coleta do bairro de Interlagos, primeiramente se determinou os limites do bairro de Interlagos segundo os dados que o cliente SBI disponibilizou, com isso foi elaborado um mapa delimitando os limites da coleta dos resíduos sólidos recicláveis. Na Figura 1 apresenta os limites do bairro de Interlagos disponibilizados pela SBI, vale ressaltar que os limites do bairro de Interlagos são baseados em sua fundação na década de 1960 segundo o Departamento Patrimonial da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) fornecida pela SBI, entretanto os limites divergem com os distritos e bairros estabelecidos pela PMSP, assim o bairro de Interlagos, segundo a SBI, é administrado pela subprefeitura da Capela do Socorro e esta inserido nos distritos de Socorro e Cidade Dutra (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2020).

A coleta do bairro de Interlagos será somente de resíduos sólidos recicláveis e realizada por uma cooperativa de catadores terceirizada, a quantidade de dias e a forma (caminhão, carroça) necessárias para realizar a coleta será determinada pela cooperativa terceirizada. A coleta será realizada com uma cooperativa terceirizada que levará o vidro para o Centro de Distribuição do cliente AMBEV, localizado na Av Guido Caloi, 1935 - Jardim São Luís, São Paulo - SP, enquanto o resto do material reciclável será destinado pela própria cooperativa de catadores para as mesma realizarem a triagem e poder utiliza-los da melhor forma que possa gerar benefícios próprio. Vale ressaltar que a venda dos recicláveis não será responsabilidade da RJBL Soluções Ambientais.

Figura 1 - Limite do bairro de Interlagos segundo SBI



Fonte: Google Earth (2020) com modificações segundo o Departamento Patrimonial da PMSP, fornecido pela SBI, 2020.

Para decidir a cooperativa foi consultada o site SIGOR, onde as cooperativas de catadores podem se cadastrar e disponibilizar seus serviços para qualquer interessado. No site se pesquisou as empresas na região sul ou próximos do bairro de Interlagos. Até o presente momento não obteve respostas das cooperativas de catadores, então não se sabe os custos pela coleta do bairro, o Quadro 1 apresenta as cooperativas de reciclagem escolhidas para o serviço de coleta.

Quadro 1 – Cooperativas de Coleta Estudadas

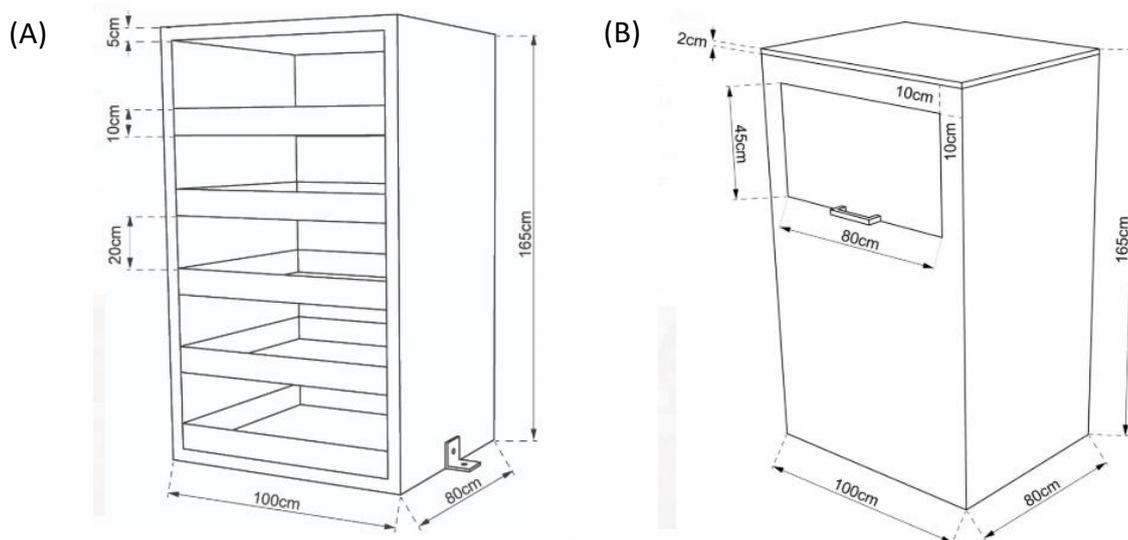
Nome	CNPJ	Endereço	Contato
Coopcenta ABC (Cooperativa Central do ABC)	10.203.963/0001-46	Rua Caracas, 120 – Diadema, SP CEP 09921-090	(11)4054-2263
SEMPRE VERDE – Cooperativa de Trabalho de Catadores de Resíduos Sólidos Sempre Verde	05.147.363/0001-78	Rua Virgílio de Lemos, 451 São Paulo – SP CEP 04.384-000	(11)5625-8464
COOPERCAPS – Cooperativa de Trabalho e Produção, Coleta, Triagem, Beneficiamento	07.002.604/0001-16	Av. João Paulo da Silva, 48 – Vila da Paz – São Paulo – SP CEP 04777-020	(11) 5667-9961 https://www.coopercaps.com.br/

Fonte: Autoria própria

Os valores do serviço de coleta prestado pelas cooperativas dispostas no Quadro 1, até o momento está em processo de levantamento de orçamento, devido as dimensões as mesmas não conseguem definir um valor aproximado para o bairro, com a premissa de necessitar do valor exato do número de casas e o volume de resíduo sólido reciclável gerado.

A criação dos PEVs tem como o objetivo a entrega dos próprios moradores, tanto do bairro de Interlagos quanto de bairros tangentes, os seus resíduos sólidos recicláveis, sendo projetados dois modelos, um somente para a acomodação de vidro e outro projetado para os demais recicláveis. Os PEVs serão distribuídos em estabelecimentos comerciais no bairro de Interlagos, para isso os PEVs foram projetados para que não ocupem muito espaço dos estabelecimentos evitando o afunilamento das passagens. Para evitar o acúmulo de vetores, os PEVs isolam os recicláveis em ambientes fechados. A Figura 2A e 2B apresenta os modelos dos PEVs.

Figura 2 – Modelos de PEV, (a) para vidro e (b) para outros resíduos sólidos recicláveis.



Fonte : Autoria própria

O modelo demonstrado na Figura 2A possui espaços para colocar os engradados de garrafas, dessa forma evita-se o fraturamento do vidro, cabe ressaltar que o vidro recolhido será somente de garrafas. O PEV tem a capacidade de compactar 10 engradados de garrafas, salientando que a quantidade de engradados pode ser alterada caso demonstre que irá gerar problemas de sustentação. Já o modelo da Figura 2B é destinado para os demais resíduos recicláveis, sendo ele papel, metal ou plástico, o PEV possui um acesso onde pode ser colocado os recicláveis que mantem o interior fechado para evitar a presença de insetos. Dentro é colocado

uma sacola de lixo para receber os resíduos. Cada PEV representada pela Figura 2B irá receber um único material reciclável, assim será disponível nos estabelecimentos um modelo da Figura 2A e três modelos da Figura 2B.

A coleta dos recicláveis será realizado pela cooperativa terceirizada uma vez na semana, alterando as semanas com a coleta. Os dias de coleta e o horário será determinada pela cooperativa.

Para fechar as parcerias dos estabelecimentos comerciais afins de dispor os PEVs projetados, o contato inicialmente será realizado por telefone ou por e-mail através de um e-mail de apresentação do projeto. Após o primeiro contato será encaminhado uma síntese do projeto e qual será a função do estabelecimento (ceder o espaço para dispor os PEVs), caso o dono do estabelecimento aceite, será realizado uma visita técnica para verificar o local mais estratégico

Os valores da chapa de aço galvanizada foram retirados na base do site mopa.com. Cada PEV para a sua prototipagem será necessário a utilização de 7,5 chapas de 1x2x0,05 metros.

A quantidade dos PEVs foi pensada com base na lista de estabelecimento e levado em consideração que todos concordaram em dispor os espaço para os PEVs. Na Tabela 2 representa os valores previstos para a preparação do protótipo dos PEVs e a fabricação das mesmas.

Quadro 3 – Valores previstos para os PEVs

Material	Quantidade	Valor	Valor total	Comercio
Chapa de aço galvanizada (1x2x0,05)m	15	R\$100,00	R\$1500,00	Mopa.com
Fabricação dos PEVs	80	R\$2.400,00	R\$120.000,00	Larplasticos

Fonte: Própria

Os meios de divulgação do projeto consistem em: criar uma página na plataforma Facebook, será útil para os moradores do bairro conhecer mais sobre quem somos, e qual o nosso real objetivo. Após o período de isolamento social, provocado pela pandemia, os integrantes do grupo se reunirão em um final de semana no Parque Jacques Cousteau, conhecido Lagunho de Interlagos, para realizar a divulgação do projeto e da página no Facebook com um banner demonstrando o projeto e com um QRcode que levará para a página do Facebook dando a opção de seguir a empresa no Facebook, entretanto devido a pandemia de Covid-19 a data será remarcada após o encerramento do isolamento social. A Figura 3 mostra um breve escopo da página do Facebook.

A página no Facebook será atualizada com o progresso do projeto e com algumas notícias que serão postadas pela empresa com a periodicidade de uma notícia por semana. Vale ressaltar que as postagens começarão quando a página estiver pronta.

Figura 3 Imagem da página do Facebook



Fonte: Autoria própria. Extraído do Facebook, 2020

O principal papel do aquecedor é trazer uma economia de gastos enérgicos com o aquecimento de água, da comunidade que aderir o produto. Além de beneficiar o meio ambiente através da reutilização de materiais excedentes, e a eles desempenhar um novo proposito de utilização.

A construção do protótipo será realizada no segundo semestre de 2020 e será realizada os estudos de viabilidade financeira e as temperaturas que pode aquecer a água. O mesmo contará com outros materiais como cano de PVC, cola, joelho. O mesmo modelo é inspirado nos trabalhos de

O preço final do projeto ainda não está definido, porem a seguir está descrito a Tabela 3 os custos para a produção do protótipo

Os valores dos materiais foram pesquisados no dia 05/05/2020, podendo haver alteração, e o salário mínimo descrito refere-se ao ano de 2020, e será reajustado caso ocorra alteração. Para os valores da cola de vidro, tubo de pvc, bomba e registro não foi determinado pois não se sabe o quanto desses materiais será necessário para a preparação do produto, também não é conhecido a quantidade utilizada dos mesmos materiais para a instalação na casa dos moradores, por isso se deixou um valor a mais de 500 reais para possíveis gastos a mais. Os valores de contratação da cooperativa de catadores ainda não foram calculados, ainda está em fase de comunicação até o presente momento.

Tabela 3 – Estimativa para os custos do projeto

Tabela de custos							
Descrição	Marca	Unidade	medidas	quantidade	Valor R\$		loja de referência
					Valor unitário	valor total	
lâmina de serra	D Rocast 58,0002	Polegada	12		R\$ 1,77		Tecnoferramentas
arco de serra	nove 54	Polegada	12		R\$ 20,98		Leroy Merlyn
cola de vidro	Tekbond	Gramas	6		R\$ 12,51		TelhaNorte
Tubo PVC 20 mm	Tigre	Metro	3		R\$ 8,49		C&C
conexão T PVC 20 mm	Tigre	milimetro	20		R\$ 1,16		TelhaNorte
Tubo PVC 100 mm	Tigre	Metro	3		R\$ 38,49		C&C
Joelho 90º PVC	Fortlev	milimetro	20		R\$ 0,39		C&C
Bomba d'água 110 V	Ferrari acquapump AAB1010011	Watts	375		R\$ 119,90		Carrefour
cooperativa	CoopcentABC						
Registro	Europa	Polegada	3/4		R\$ 26,99		C&C
tubo silicone vedação	Tekbond	Mililitro	270		R\$ 17,99		C&C
pistola aplicadora de silicone	Tramontina				R\$ 36,50		americanas.com
Mão-de-obra para instalação							
Reservatório para água							
					total	R\$ 2.000,00	

Fonte: Autoria própria

O workshop será realizado com a finalidade de capacitar os moradores e seguidores da página do Facebook da empresa a construir o aquecedor de água com energia solar. O workshop poderá ser realizado na Igreja São Pancrácio localizado na Praça Vincenzo Galilei, 5 – Interlagos São Paulo, entretanto devido a pandemia o local está fechado e não temos o contato para a verificação da disponibilidade para realizar o workshop. O tempo necessário para realizar tal tarefa será de uma hora e meia e possui a capacidade máxima de 16 pessoas. Caso necessário com serão realizados mais dois workshops. Os valores desembolsados para o workshop estão descritos na Tabela 4

Tabela 4 – Custos para realizar o workshop

Material	Quantidade	Valor	Valor total	Comercio
Alimentação	-	R\$10,00 por dia	R\$40,00 por dia	-
Transporte	2 passagens	R\$ 8,80 por dia	R\$35,20 por dia	SPTRans
Notebook positivo Celeron 2Gigas	1 unidade	R\$1500,00	R\$1500,00	Casas Bahia

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O serviço de coleta do bairro foi terceirizado, pois não era possível atender tal demanda. A terceirização do serviço surge como uma oportunidade de atender as necessidades do projeto, assim criando parcerias com outras empresas, um hábito muito comum no mercado.

As parcerias com os estabelecimentos próximos do bairro de Interlagos trazem mais qualidade para o projeto, entretanto a comunicação com os donos dos estabelecimentos deve ser clara ao

expor os interesses. Pensando nisso um contato de apresentação, seja por e-mail ou telefonema, facilita a comunicação entre as duas partes e ajuda na decisão do dono do comércio a decidir tanto positivamente quanto negativamente.

A divulgação do projeto deve ser atingir o seu público alvo de forma rápida. O uso de plataformas comuns e de fácil acesso torna-se uma oportunidade. Usar as redes sociais, como o Facebook facilita o contato, mas é preciso manter a rede social atualizada.

O produto proposto no projeto tem um papel importante nos âmbitos econômicos, social e ambiental. Pois oferece a oportunidade de poupar energia elétrica e uma fonte de renda para qualquer um que buscar empreender com a venda do aquecedor de água com energia solar. Por possuir matérias primas de fácil acesso, não é preciso dispor de grandes valores para poder fabricá-lo e por usar uma alternativa de energia sustentável, traz benefícios para o meio ambiente e diminui os impactos ambientais.

7. REFERÊNCIAS

ABNT. **Norma Brasileira 10.004 Resíduos Sólidos – Classificação**. Segunda edição 31.05.2004. Disponível em <http://adrianaareal.org/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&Itemid=11&id=29:nbrrn-10004-2004>. Acessado em 29/05/2020.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010**. Disponível em: <http://www.hemocentro.fmrp.usp.br/wp-content/uploads/legislacao/12305_B3764-120810-SES-MT_D.pdf>. Acesso em 02 de maio de 2020.

INSTITUTO IDEIAS. **Mercado de Bens e Serviços Ambientais**. 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, outubro, 2016. Disponível em <https://www.abes-rs.org.br/novo/_materiais/materiais_nx4qfgmzesgg.pdf>. Acessado em 08/04/2020.

MACHADO, G. B. **O Mercado de Resíduos Sólidos**. Disponível em <<https://portalresiduossolidos.com/o-mercado-de-residuos-solidos/>>. Acessado em 20/05/2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação**. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2020.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Mapa da Cidade**. Disponível em <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/mapa/index.php?p=250449>>. Acessado em 09/06/2020.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Gestão de Resíduo Sólido da Cidade de São Paulo**. Secretária de Serviços – Departamento de Limpeza Urbana. Disponível em <https://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/pref_saopaulo.pdf>. Acessado em 29/5/2020.

SANTAELLA, Sandra, BRITO, Ana Emília. **Resíduos Sólidos e a Atual Política Ambiental Brasileira**. Universidade Federal do Ceará, 2014. Disponível em: <<http://www.repositoriobib.ufc.br/000011/00001121.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2020.

SUBPREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **PGIRS da Cidade de São Paulo**. 22 de abril de 2020. Disponível em :< <https://tecnoblog.net/247956/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em 01 de maio de 2020.

TRATAMENTO DA ÁGUA DE LAVAGENS DE VEÍCULOS PARA FINS DE REUSO TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA

Bianca Fontana | Christian Farkas | Giovanna de Alcantara | Juliane Ribeiro | Rodrigo Semião

Professor Orientador: Alexandre Saron

Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário Senac

<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/>

RESUMO

A projeto apresentado tem como objetivo dimensionar uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) para um lava-rápido da zona sul do município paulistano, a fim de desenvolver uma solução ambiental para a redução do consumo de água para a lavagem de veículos e obedecer a legislação estadual vigente. Realizou-se levantamentos de dados primários e secundários,

cálculos do dimensionamento das operações unitárias e de seus componentes. Com estudo de levantamento dos aspectos e impactos ambientais antes e depois da possível instalação da ETAR, pode-se concluir que a proposta desenvolvida apresenta diversas vantagens ao lava-rápido parceiro e atende às demandas impostas pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: ETAR, Reuso de Água, Lava-Rápido.

CAR WASH WASTEWATER TREATMENT FOR PURPOSE OF REUSE CONVENTIONAL WATER TREATMENT

ABSTRACT

The project presented aims to dimension a Wastewater Treatment Plant (WWTP) for a car wash in the south zone of the city of São Paulo, in order to develop an environmental solution to reduce water consumption for washing vehicles and obey state legislation. Primary and secondary data surveys were carried out, sizing

calculations for unit operations and their components. With a study of environmental aspects and impacts before and after the possible installation of the WWTP, it can be concluded that the proposal presents several advantages to the partner and meets the demands imposed by the legislation.

KEYWORDS: ETAR, Water Reuse, Car Wash.

1 INTRODUÇÃO

Neste projeto, foi estudada empresa parceira “Camisa 10 - Botequim e Lava-Rápido” no âmbito de sua atuação como lava-rápido, a fim de realizar uma proposta de dimensionamento de uma Estação de Tratamento de Água Residuais – ETAR. A demanda principal do projeto vem da importância de acompanhar a legislação estadual vigente (Lei nº 16.160 de treze de abril de 2015), a qual dita a necessidade de lava-rápidos possuírem sistema de reuso de água.

A empresa parceira está localizada na Zona Sul do município de São Paulo, conforme a Figura 1 apresenta sua localização georreferenciada na Avenida Engenheiro Alberto de Zagottis, 255 - Jurubatuba, São Paulo -SP.

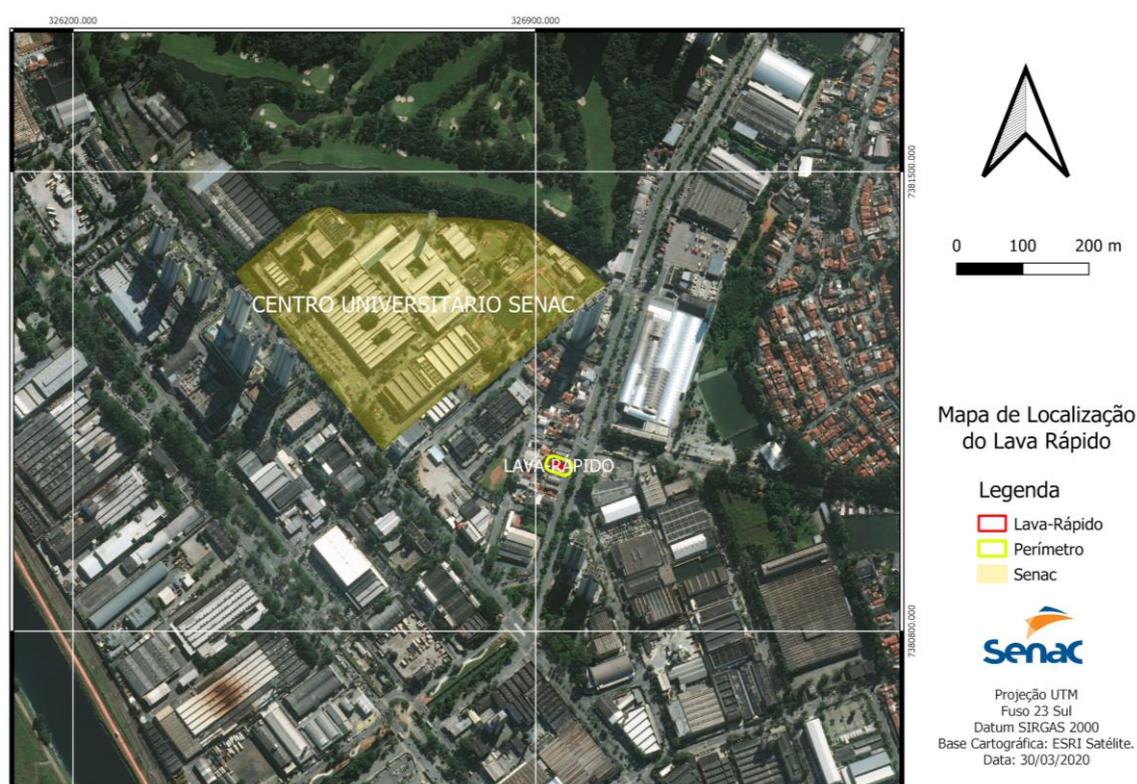


Figura 1: Localização georreferenciada da empresa parceira.

O dimensionamento de uma ETAR se dá pela importância do resguardo com a água, a qual, segundo CAPELLARI *et al* (2018), deve ser utilizada de forma adequada para que se possa ter equilíbrio entre a disponibilidade e a demanda desse recurso, diminuindo conflitos pelo seu uso. O que é confirmado pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de oito de janeiro de 1997), que afirma que a água é considerada um recurso natural limitado, bem público e possui valor econômico.

De acordo com a CETESB (2020), o reuso de água é considerada uma atividade que engloba o uso racional e eficiente, assimilando com desperdícios e controle de perdas da

mesma junto a diminuição no consumo e produção de efluente. Com o reuso, os mananciais sofrem uma redução na demanda, por atividades cotidianas que substituem a água potável por uma de qualidade inferior.

O processo para o tratamento de águas residuais é definido pela NBR 12.216 de abril de 1992, a qual aponta requisitos obrigatórios para a elaboração de um projeto de uma estação de tratamento de água para abastecimento público.

Morelli (2005) aponta que os benefícios gerais e comuns adotados no projeto são o baixo custo do tratamento, sua alta eficiência, economia de produtos químicos e de, aproximadamente, 80% de água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente projeto se baseia em um tratamento físico-químico, que ocorre através de um processo de cinco etapas, COMUSA (2017) nomeia-os em coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, conforme a Figura 2.

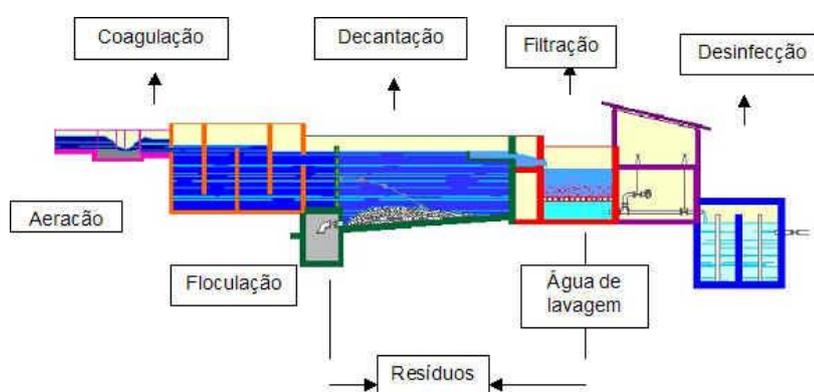


Figura 2: Esquematização do tratamento físico-químico.

Para a elaboração do projeto básico da ETAR, levou-se em consideração os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração, neste caso a etapa de desinfecção foi descartada uma vez que a água a ser tratada não terá finalidade de ingestão humana, ou seja, o tratamento não requer a potabilização da água. O fluxograma da Figura 3 demonstra as etapas de cada processo a ser realizado pela ETAR.

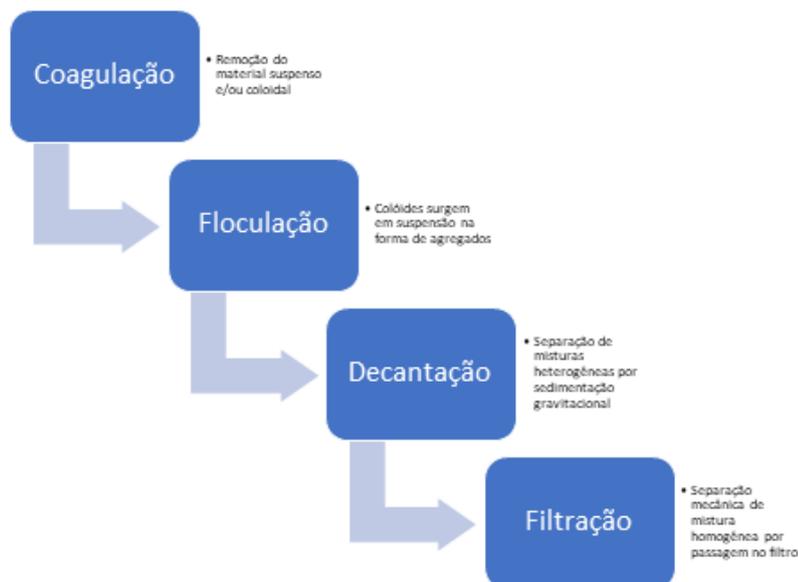


Figura 3: Fluxograma do projeto básico da ETAR.

2.1 Mistura rápida

A mistura rápida, ou coagulação, é o processo de adição de coagulantes químicos, objetivando agitar a água e causar um choque entre as partículas e o coagulante. O resultado esperado com este processo é a formação de coágulos (BRAGA, 2014; ROSCHILD, 2018).

O processo pode ser realizado por sistemas hidráulicos ou por sistemas mecânicos, o primeiro é conhecido por apresentar alta eficiência e baixo custo, porém o sistema apresenta dificuldades com grandes instalações. Já o sistema mecânico atua a partir de movimentos rotativos de um impulsor, que pode ser caracterizado como fluxo gerado axial ou radial: o primeiro apresenta correntes paralelas ao eixo do agitador; enquanto o segundo apresenta correntes perpendiculares ao eixo do agitador (RICHTER, 2009).

Junto à agitação do efluente ocorre a adição de coagulantes, o mais comum é o sulfato de alumínio, resultando em uma reação de hidrólise que desestabiliza as partículas coloidais e quebra forças e a união entre elas, resultando em cátions metálicos e na formação de coágulos (BRAGA, 2014; SARON, 2000).

Este procedimento ocorre graças ao aumento da turbulência interna e do gradiente de velocidade da mistura por tempo de detenção pré-determinado (RICHTER, 2009).

2.2 Floculação

A floculação, ou mistura lenta, é responsável pela retirada de substâncias que geram cor e turbidez na água, através do processo de aglutinação dos coágulos formados na mistura rápida (RICHTER, 2009).

A mistura lenta é caracterizada desta forma a fim de evitar grandes choques entre os coágulos (correndo o risco de desfazer-los), e facilitar o agrupamento das demais

impurezas em flocos. Esta união de partículas pode ocorrer de duas formas, sendo a colisão por energia térmica (ou floculação pericinética) ou pela colisão ocasionada pelo movimento da água (ou floculação optocinética).

Este processo pode ser mecanizado de duas maneiras: mistura hidráulica por chicanas ou mistura mecânica, estes necessitam de energia externa de paletas giratórias, cujo movimentos são dissipados pela água e é essencial o uso de um tanque subdividido em, no mínimo, três partes separadas para evitar a passagem da água diretamente. Enquanto os floculadores hidráulicos por chicanas utilizam a energia dissipada, tendo agitação a partir da passagem da água (KISHI, 2020; SOUSA, 2011).

2.3 Decantação

Decantação é o processo que separa partículas com densidade maior que a da água por força gravitacional, depositando-as no fundo do tanque de decantação. Os principais tipos de decantadores, são os laminares e os convencionais de escoamento horizontal (BDTA, 2020; OLIVEIRA, *et al*, 2007). Sua área deve ser calculada em função da velocidade de sedimentação dos sólidos presentes e da vazão horária.

Ao longo do processo as partículas separadas tornam-se um resíduo denominado lodo, o qual é composto de areia, argilas, silte, substâncias húmicas e microrganismos. Para realizar a remoção este resíduo o lodo gerado é bombeado para grandes sacos cilíndricos, feitos de tecido geotêxtil poroso com alta resistência, denominados *bags*. Estes *bags* desidratam o lodo retido, removendo a água através de poros no seu tecido, funcionando como uma filtração sob pressão (ALLONDA, 2020).



Figura 4: Exemplificação de tratamento de lodo por Geossintéticos.

2.4 Filtração

O processo de filtração ocorre quando o efluente atravessa o leito filtrante de modo que as partículas em suspensão ficam retidas (BIOPROJECT, 2020). O leito filtrante pode ser composto de diferentes materiais agregados e de diferentes tamanhos, como carvão, areia, pedras, entre outros (BDTA, 2020).

Sua velocidade varia do processo que o efluente irá percorrer, podendo ser lento, rápido de fluxo ascendente ou rápido de fluxo descendente (BDTA, 2020). A melhor escolha varia da qualidade do efluente trabalhado (BIOPROJECT, 2020).

O fundo falso de um filtro atua como retentor do leito filtrante e da camada suporte, de forma a impedir que estes materiais sigam o fluxo do efluente para a próxima etapa do processo. A Figura 5 descreve a seqüência de funcionamento de um filtro de fluxo descendente.

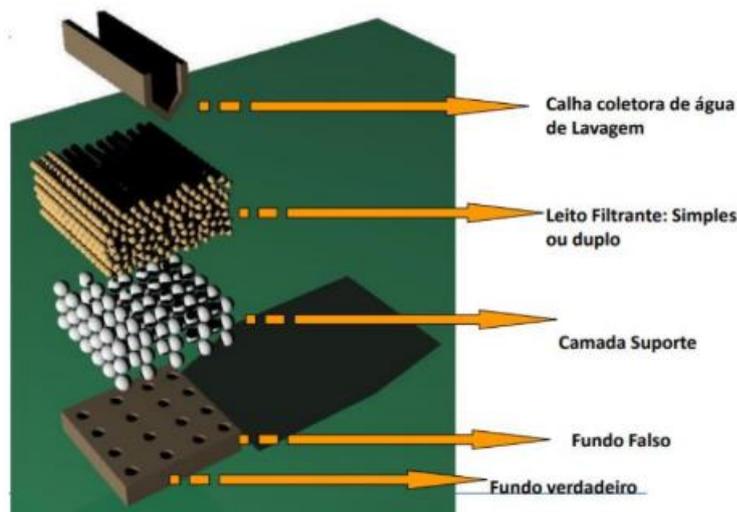


Figura 5: Esquema de funcionamento do filtro descendente.

3 METODOLOGIA

A primeira etapa do projeto foi definir o lava-rápido parceiro, para tal foi realizada uma visita técnica, onde foram levantados dados primários através de um questionário sobre o processo de lavagem dos veículos, a movimentação do estabelecimento e as medições do terreno.

A partir destas informações específicas buscou-se dados secundários em forma de revisão bibliográfica a fim de se ter parâmetros legais e metodologias consagradas para os cálculos de dimensionamento da ETAR, com destaque à Norma Técnica 12.216 de abril de 1992, que dita sobre projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público; e o livro Água: métodos e tecnologia de tratamento por Carlos A. Richter de 2009.

Mediante ser um projeto que possui alto potencial de impacto ao meio ambiente e à vizinhança, realizou-se um Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais, para o qual utilizou-se a metodologia de Classificação de Significância junto ao Método de Multiplicação, a fim de obter o grau de todas as possibilidades e montar um código de cores, variando de acordo com a significância de cada atividade: verde para pouco significativa; amarelo para significativa; laranja para muito significativa; e vermelho para extremamente significativa, conforme pode-se observar na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Classificação de significância

Tabela de classificação de significância			
4	27	54	81
3	18	24	36
2	4	8	16
1	2	3	4

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O dimensionamento da ETAR foi realizado com base na estimativa da vazão necessária conforme os dados que a empresa forneceu de quantidade de carros mensais atendidos.

Como base de cálculo admitiu-se a vazão do lava-rápido como sendo de $4m^3/dia$, o que resulta em aproximadamente $5 \times 10^{-5}m^3/s$ no SI.

O diâmetro e comprimento do misturador estático foram baseados no modelo ME1P da SNatural. Já para o volume da câmara de mistura baseou-se na Equação (1).

$$V = c \times \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \quad (1)$$

Para o cálculo da potência da bomba usou-se a Equação (2).

$$P = \frac{\rho \times Q \times h}{\eta} \quad (2)$$

O gradiente de velocidade da mistura foi calculado a partir da Equação (3).

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \times V}} \quad (3)$$

O tempo de mistura foi baseado na Equação (4).

$$t = \frac{V}{Q} \quad (4)$$

Cálculo da altura manométrica de recalque, foi em base das Equação (5) e (6).

$$Dr = 1,3 \times \sqrt[4]{\frac{T}{24}} \times \sqrt{Q} \quad (5)$$

$$V = 4 \times \frac{Q}{\pi} \times Dr^2 \quad (6)$$

Para o dimensionamento do tanque de floculação e adoção do misturador mecânico de 6 palhetas inclinadas a 45°, com a Equação (7) a seguir.

$$Pot = Kt \times p \times D^5 \times n^3 \quad (7)$$

Em relação ao dimensionamento em si, como em alguns casos não foi possível realizar análises laboratoriais, a NBR 12.216:1992, estabelece alguns valores, como a velocidade de decantação $25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

Na Tabela 2 é possível observar os valores obtidos através dos cálculos para a dimensão do decantador

Tabela 2: Dimensões do decantador

Dimensão	Valores
A	$0,52\text{m}^2$
l	$0,80\text{m}$
b	$0,65\text{m}$
Altura	$1,15\text{m}$
Volume	$0,60\text{m}^3$

Já para o dimensionamento do filtro, temos a Tabela 3 onde obtém os valores dimensionados para o tamanho do filtro, já na Tabela 4 em sequência, temos o dimensionamento da parte interna do filtro, com os valores de cada camada, fundo falso, medida de segurança e expansão da camada filtrante.

Tabela 3: Dimensões do filtro

Dimensão	Valores
Volume total	$0,21\text{m}^3$
Largura	$0,65\text{m}$
Comprimento	$0,20\text{m}$
Altura	$1,61\text{m}$

Tabela 4: Dimensões internas de cada camada do filtro

Dimensão	Tamanho efetivo dos materiais filtrantes (mm)	Altura
Expansão da camada filtrante	—	0,19m
Carvão	—	0,42m
Areia	0,9 – 1,0	0,23m
Pedregulho	2,4 – 3,8	0,06m
Pedregulho	6,4 – 12,7	0,09m
Pedregulho	19,0 – 38,0	0,12m
Pedregulho	38,0 – 75,0	0,14m
Fundo falso	—	0,18m
Medida de segurança	—	0,18m
Total		1,61m

Após o dimensionamento, elaborou-se uma pesquisa dos materiais necessários e dentro dos parâmetros necessários. Conforme pode-se observar na Figura 6, apresenta-se o modelo de bomba de recalque a ser utilizado. A bomba é da marca Dancor, modelo CP-4C e possui uma potência de 0,25 CV.

**Figura 6: Modelo da bomba de recalque.**

Na Figura 7 é possível observar o modelo da bomba dosadora escolhida, ela é da marca Kamoer, modelo KDS Peristaltic Pump e possui uma vazão variável de 5 a 245 ml/min.

**Figura 7: Modelo da bomba dosadora.**

Em relação ao misturador estático, selecionou-se o modelo de Inox, com diâmetro de 25 mm e comprimento de 177 mm, da marca SNatural (Figura 8).



Figura 8: Modelo de misturador estático.

Já o motor do floculador, obtemos a demonstração da Figura 9, onde sua marca é a Akyama Motors, no modelo AK380/5.5MF24R35CE e possui a potência de 0,1 CV.



Figura 9: Modelo de motor do floculador.

O fundo falso é constituído por crepinas, onde a marca escolhida é a Hidro Solo, do modelo PLUVITEC 3/4" BSP X 20 MM, na Figura 10 a seguir.



Figura 10: Modelo de crepina a ser utilizada no fundo falso do filtro.

Com os cálculos do dimensionamento concluídos, partiu-se para a apresentação do desenho técnico do protótipo da ETAR, junto à idealização de onde seria alocado no terreno disponível. Realizou-se o desenho técnico no *software AutoCAD*, como resultado obteve-se a Figura 11 a seguir.

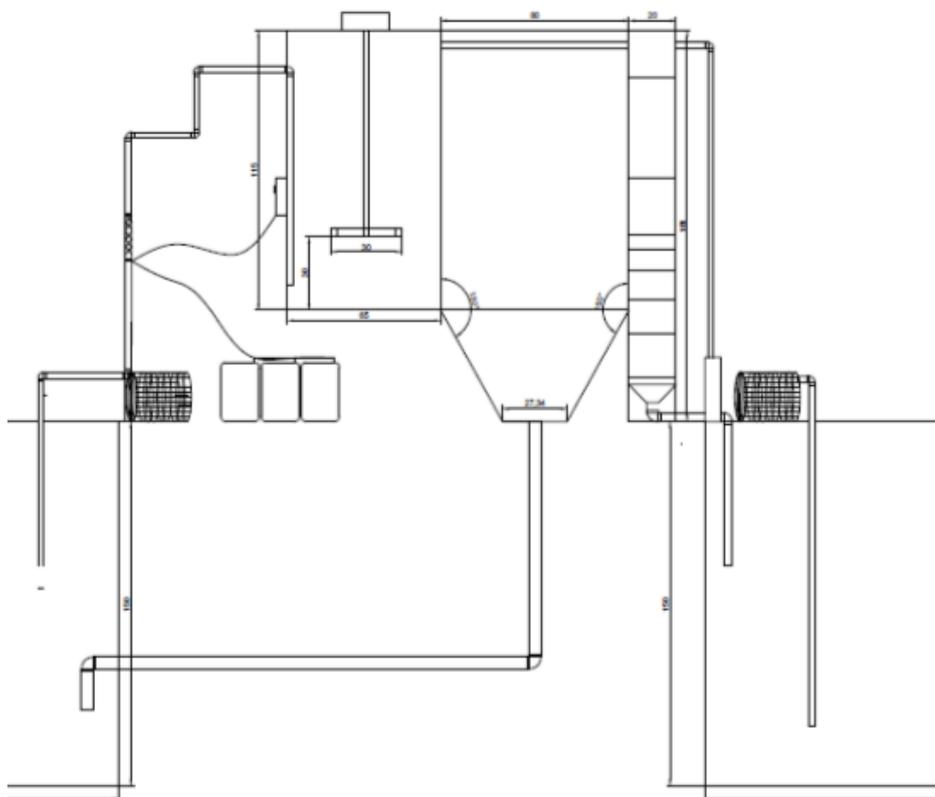


Figura 11: Desenho Técnico da ETAR elaborado no *AutoCAD*.

Para um melhor entendimento e demonstração da proposta, realizou-se também a modelagem 3D do projeto no *software SketchUP* (Figuras 12). E do posicionamento sugerido para a instalação no terreno do lava-rápido (Figura 13)

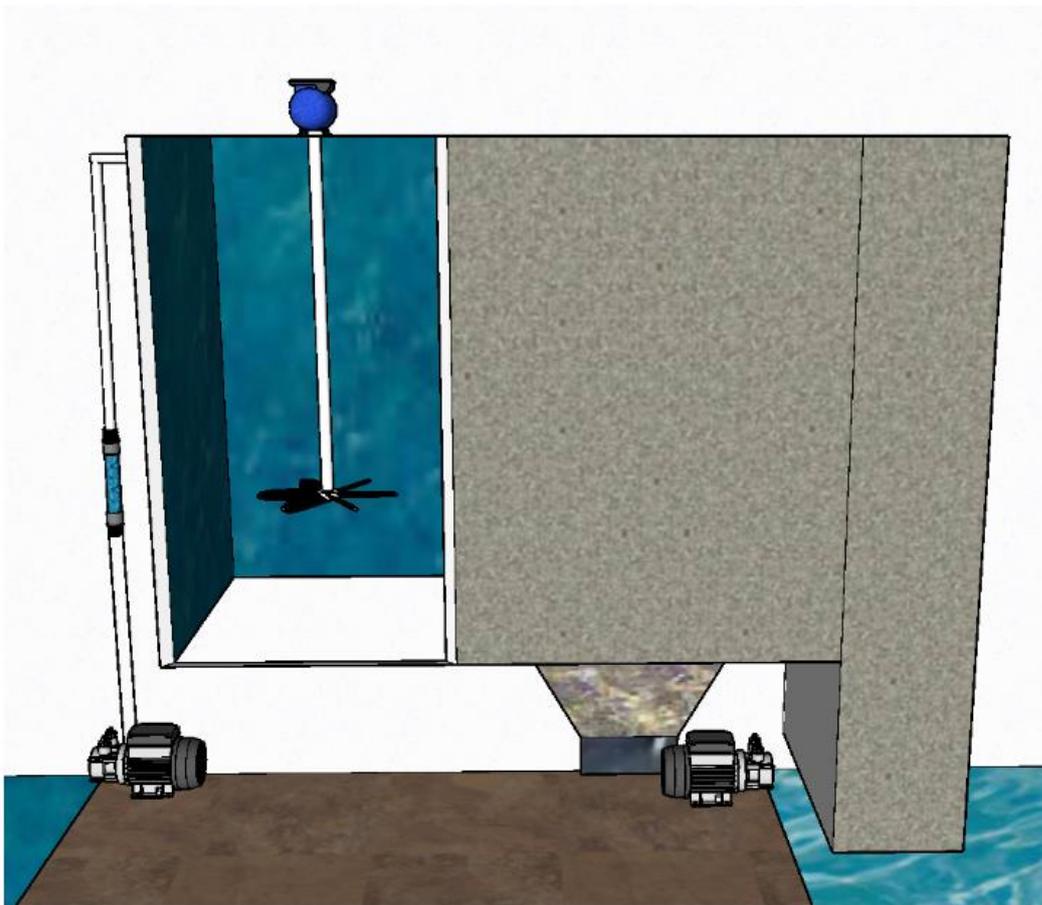


Figura 12: Modelo 3D da ETAR elaborado no *SketchUP*.

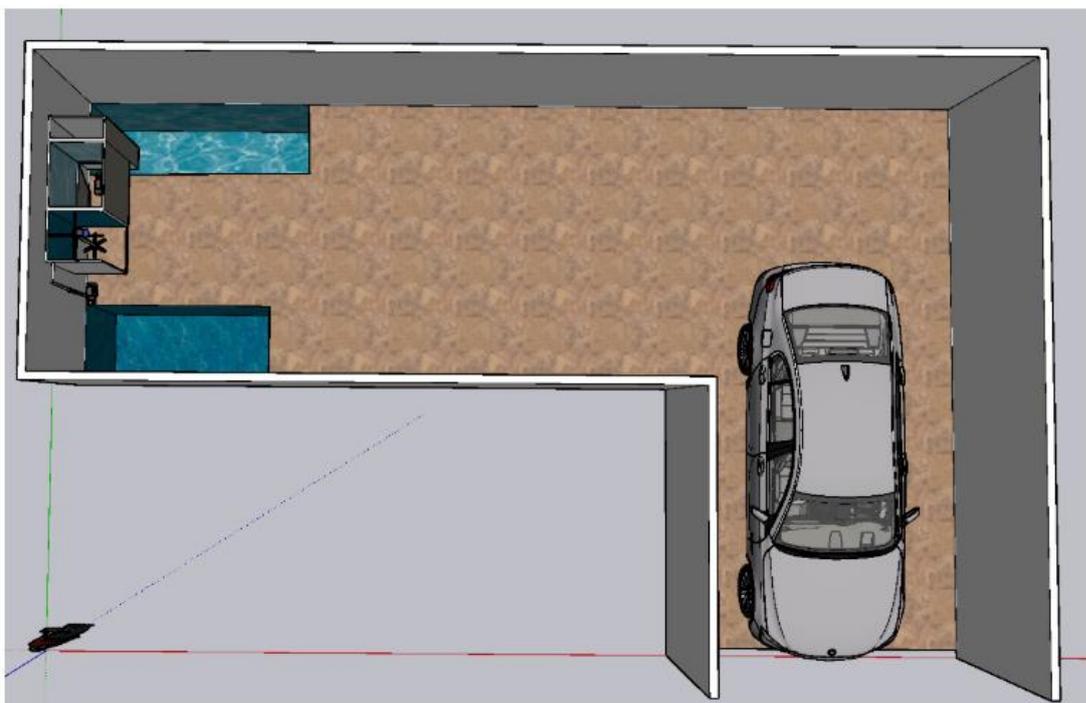


Figura 13: Modelo 3D do posicionamento da ETAR no lava-rápido elaborado no *SketchUP*.

Após definido o dimensionamento pode-se calcular os aspectos e impactos ambientais da instalação e operação da ETAR.

Após a elaboração do grau de significância, elaborou-se duas planilhas das quais contextualizam os aspectos e impactos de cada processo das atividades realizadas pelo lava-rápido, como pode se observar na Figura 8, e na ETAR, conforme descrito na Figura 9 em sequência.

Nessas planilhas, cada aspecto fora analisado em quatro parâmetros, sendo eles a incidência, abrangência, probabilidade e/ou frequência e, por fim, a detecção. Cada parâmetro possui como mínimo o número 1 e o máximo de 3. Através de sua multiplicação, chega-se ao resultado, onde pode variar de 1 a 81, o que gera a sua significância anteriormente descrita na Tabela 1.

ATIVIDADE	IDENTIFICAÇÃO			TEMPORALIDADE		CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO						
	PROCESSO	ASPECTO	IMPACTO	(A) Atual, (P) Passado (F) Futuro	Em que período da atividade que a situação pode se transformar em risco	INCID	ABRAN	PROB E/OU FREQ	SEV	DETC	Re	Signi
Atividades diárias do Lava Rápido	Higienização dos Automóveis	Geração de Ruído	Poluição Sonora	A	DIARIAMENTE	D	1	3	2	2	12	PS
		Consumo de Energia Elétrica	Comprometimento dos Recursos Naturais	A	DIARIAMENTE	D	2	2	3	2	24	S
	Atividade Remunerada	Geração de Emprego	Diminuição de Desemprego	A	PERIODICAMENTE	D	2	1	1	1	2	PS
Limpeza Interna dos Automóveis	Perfume para Carro	Emissão de Poluentes Atmosféricos	Bem Estar do Cliente	A	DIARIAMENTE	D	3	2	2	1	12	PS
	Utilização de Aspirador de pó	Geração de Ruído	Poluição Sonora	A	DIARIAMENTE	D	1	2	2	2	8	PS
			Incomodo na Vizinhança	A	DIARIAMENTE	D	1	2	2	2	8	PS
Lavagem dos Carpetes	Consumo de Recursos Hídricos	Contaminação das Águas Subterrâneas	A	DIARIAMENTE	D	2	3	3	2	36	MS	
Limpeza Externa dos Automóveis	Utilização de Cera	Consumo de Produtos Poluentes	Contaminação das Águas Subterrâneas	A	DIARIAMENTE	D	2	3	3	3	54	ES
	Utilização de Sabão Líquido	Consumo de Recursos Hídricos	Contaminação das Águas Subterrâneas	A	DIARIAMENTE	D	2	3	3	3	54	ES
	Utilização de Limpa Pneu	Geração de Resíduos Sólidos	Contaminação do Solo	A	DIARIAMENTE	D	1	3	3	3	27	S
	Utilização de Água	Consumo de Recursos Hídricos	Diminuição dos Recursos Hídricos	A	DIARIAMENTE	D	2	3	3	2	36	MS
	Utilização de Estopa	Geração de Resíduos Sólidos	Contaminação do Solo	A	DIARIAMENTE	D	1	3	3	3	27	S

Figura 7: Análise de aspectos e impactos ambientais do lava-rápido.

ATIVIDADE DA ETAR	IDENTIFICAÇÃO			TEMPORALIDADE		CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO						
	PROCESSO	ASPECTO	IMPACTO	(A) Atual, (P) Passado (F) Futuro	Em que período da atividade que a situação pode se transformar em risco	INCID	ABRAN	PROB E/OU FREQ	SEV	DETC	Re	SIGNI
Instalação	Perfuração do Solo	Geração de Ruído	Poulição sonora	F	DIARIAMENTE	D	1	3	1	1	3	PS
		Locomoção da Estrutura do Solo	Risco de Acidentes na Vizinhança	F	PERIODICAMENTE	D	1	1	1	1	1	PS
			Comprometimento da estrutura do Solo	F	DIARIAMENTE	D	2	3	2	3	36	MS
		Geração de Resíduos Sólidos	Contaminação do Solo	F	DIARIAMENTE	D	2	2	2	2	16	S
	Obra da ETAR	Geração de Emprego	Diminuição de Desemprego	F	PERIODICAMENTE	D	1	1	1	1	1	PS
	Transporte de Equipamentos e Materiais	Emissão de Poluentes Atmosféricos	Comprometimento da Qualidade do Ar	F	DIARIAMENTE	D	2	2	3	2	24	S
Operação	Iluminação	Consumo de Energia Elétrica	Comprometimento dos Recursos Naturais	F	DIARIAMENTE	D	2	3	3	2	36	MS
	Funcionamento Geral da ETAR	Consumo de Energia Elétrica	Comprometimento dos Recursos Naturais	F	DIARIAMENTE	D	2	3	3	2	36	MS
		Geração de lodo	Contaminação do Solo	F	DIARIAMENTE	D	1	1	2	1	2	PS
	Destinação Correta para o Resíduo		F	DIARIAMENTE	D	2	2	2	1	8	PS	
	Bombas Utilizadas na ETAR	Geração de Ruído	Poulição sonora	F	DIARIAMENTE	D	1	3	1	1	3	PS
	Etapa do Bag da ETAR	Geração de Resíduos Sólidos	Destinação Correta para o Resíduo	F	DIARIAMENTE	D	1	2	1	1	2	PS

Figura 8: Análise de aspectos e impactos ambientais da ETAR.

Ao analisar as duas tabelas em conjunto, é visível que o maior problema do lava-rápido está diretamente ligado ao uso dos recursos hídricos, onde entra a ETAR para suprir suas necessidades.

5 CONCLUSÃO

Após as análises do dimensionamento do projeto e estudos dos aspectos e impactos ambientais antes e depois da instalação da ETAR, pode-se concluir que o projeto apresenta vantagens ao lava-rápido parceiro: o atendimento à legislação vigente, evitando assim possíveis multas; ocupação de um espaço reduzido, não afetando a dinâmica estabelecida para a lavagem dos veículos; apesar de possuir um elevado custo inicial de investimento, ETAR possibilita o reuso da água diminuindo, com isso, o custo mensal de entrada de água.

6 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público**. Abr, 1992. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/nbr-12216/4720588/>>. Acesso em: Maio, 2020;

ALLONDA. **Gestão de Resíduos, Tratamento e Desidratação de Lodo**. Disponível em: <<https://allonda.com/solucoes-ambientais/empresa-de-gestao-de-residuos/tratamento-e-desidracao-de-lodo/>> Acesso em: Maio, 2020;

BDTA - Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais. **Filtração**. Unicamp, 2020. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/filtracao.htm>>. Acesso em: Abril, 2020;

BRAGA, Fernando Pinto. **Avaliação De Desempenho De Uma Estação De Tratamento De Água Do Município De Juiz De Fora - Mg**. UFJF, 2014. Disponível em:<<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-Fernando-Pinto-Braga-2014.pdf>>. Acesso em: Abril, 2020;

BRINCK, Nádia Cristina Pires. **Avaliação do Tipo de Material Filtrante no Comportamento Hidráulico de Filtros Rápidos de Camada Profunda no Tratamento de Águas de Abastecimento**. 2009. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-01092009-160800/publico/Tese.pdf>>. Acesso em: Maio, 2020;

CAPELLARI, Adalberto; CAPELLARI, Marta Botti. **A Água Como Bem Jurídico, Econômico e Social**. Cidades Online, 36. 2018. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/cidades/657>>. Acesso em: Maio, 2020;

CETESB. **Reuso de Água**. 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: Março, 2020;

COMUSA: Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo. **Tratamento de Água**. 2017. Disponível em: <<https://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>>. Acesso em: Maio, 2020;

KISHI, Regina Tiemy. **Floculação - Mistura Lenta**. Departamento de Hidráulica e Saneamento – DHS. 2020. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~rtkishi.dhs/TH028/TH028_10_7_Tratamento_Filtracao.pdf>. Acesso em: Maio, 2020;

LEIS MUNICIPAIS. **Lei nº 16.160, de 13 de abril de 2015**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2015/1616/16160/lei-ordinaria-n-16160-2015-cria-o-programa-de-reuso-de-agua-em-postos-de-servicos-e-abastecimento-de-veiculos-e-lava-rapidos-no-municipio-de-sao-paulo-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: Março, 2020;

MARTINS, Hádel Camilo. **Estudo Sobre Os Processos De Coagulação, Floculação E Decantação Em Efluentes Oriundos De Usina Canavieira**. UTFPR, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD_COEAM_2013_2_10.pdf>. Acesso em: Abril, 2020;

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reúso de Água na Lavagem de Veículos**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/publico/DissertacaoEduardoBronzattiMorelli.pdf>>. Acesso em: Maio 2020;

OLIVEIRA, Daniel Cobucci de; BASTOS, Rafael K.X; PIMENTA, João Francisco de Paula; BORGES, Nayara Batista; FREITAS, Adieliton Galvão de. **Avaliação de Desempenho de uma Unidade de Decantação Convencional: Levantamento dos Parâmetros Hidráulicos e sua Influência na Qualidade da Água Decantada**. Revista AIDIS. Vol. 1, n.3, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/14420>>. Acesso em: Abril, 2020.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo, Edgard Blucher, 2009;

ROSCILD, Caroline Voser Pereira. Tratamento de Água. UFPEL, 2018. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2018/11/Aula-7-Tratamento-de-%C3%A1gua-Caroline-Voser.pdf>>. Acesso em: Abril, 2020;

SARON, Alexandre. **Sistema Cantareira Estudo da Potencialidade do Uso da Filtração Direta Descendente**. Campinas: Universidade de Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258449/1/Saron_Alexandre_M.pdf>. Acesso em: Maio, 2020;

SOUSA, Gustavo Bauermann. **Sistema Computacional de Pré-dimensionamento das Unidades de Tratamento de Água: Floculador, Decantador e Filtro**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34528/000789752.pdf?sequence=1>>. Acesso em: Maio, 2020.

TRATAMENTO DA ÁGUA DE LAVAGENS DE VEÍCULOS PARA FINS DE REUSO
TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA

**Adriano Rocha, Charlon Silva, Clayton Oliveira, Cleuza Santos, Jonatas Reis, Lohaine Rodrigues
Alexandre Saron**

Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Senac
<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/>

CÓDIGO: BEAS_PI_VII_GO2

RESUMO

O presente artigo apresenta um trabalho acadêmico realizado pelo 7º semestre de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac. No 1º semestre de 2020, onde, foi conduzida uma pesquisa na empresa parceira “Lava Rápido Bob Esponja”, em São Paulo (SP), onde foram analisados os problemas socioambientais relacionados ao uso da água de lavagem de veículos, resultando em um Projeto de Estação de Tratamento de Água de Reuso, sem fins POTÁVEIS. Com base nesse objetivo, o desafio estabelecido foi o de

propor um projeto de engenharia, técnicas, ambientais, legais e economicamente viáveis para o tratamento das águas residuárias. Implantando uma ETA’r, com vazão de 4m³ dia. Foram dimensionados todos os processos unitários de tratamento, como coagulação, floculação, decantação e filtração, foram verificados e parametrizados segundo ABNT NBR 12216/1992 e literaturas clássica como o autor Carlos A. Richter. O presente projeto se mostrou viável, dado que o valor de investimento se dará em 36 meses.

PALAVRAS-CHAVE: Lava Rápido, Água, Dimensionamento, Projeto de engenharia.

VEHICLE WASH WATER TREATMENT FOR PURPOSE OF REUSE CONVENTIONAL WATER TREATMENT

ABSTRACT

This article presents an academic work carried out for the 7th semester of graduation in Environmental and Sanitary Engineering at Centro Universitário Senac. In the 1st semester of 2020, where, a research was conducted in the partner company “Lava Rápido Bob Esponja”, in São Paulo (SP), where the socio-environmental problems related to the use of vehicle washing water were analyzed, resulting in a Project of Reuse Water Treatment Station, without POTABLE ends. Based on this objective, the challenge established was to propose an engineering,

technical, environmental, legal and economically viable project for the treatment of wastewater. Implementing an ETA’r, with a flow of 4m³ day. All unitary treatment processes were dimensioned, such as coagulation, flocculation, decantation and filtration, were checked and parameterized according to ABNT NBR 12216/1992 and classic literature such as the author Carlos A. Richter. The present project proved to be viable, given that the investment value will take place in 36 months.

KEYWORDS: Rapid Lava, Water, Sizing, Engineering Design.

1 INTRODUÇÃO

Algumas atividades consomem um grande volume de água potável, entre estas atividades está a lavagem de veículos. Segundo Morelli (2005) o consumo de água para a lavagem de carros pode variar entre 150 a 250 L por veículo. Devido a este grande consumo, criou-se na cidade de São Paulo o “programa de reuso de água em postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos” em 2015 pela Lei nº 16.160/2015.

Conforme a Lei nº 16.160/2015, os postos de combustíveis e lava-rápidos devem captar, tratar e armazenar água para reutilizá-la em atividades com uso de água de qualidade não potável e que todos os sistemas e equipamentos citados estar em acordo com as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O presente artigo propõe a elaboração de um projeto básico de uma Estação de Tratamento de Água Residuária (ETAR) em um lava-rápido no Município de São Paulo. Segundo a Lei Federal nº 8.666/93, Art. 3º, Inciso IX, e a Resolução nº 361/91 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), Art. 1º, um projeto básico é um conjunto elementos necessários e suficientes que compõem o empreendimento em sua totalidade, com nível de precisão adequado que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e os métodos e do prazo de execução.

Devido á Pandemia da COVID-19, não houve a possibilidade da realização de ensaios em laboratório, portanto, o desenvolvimento do projeto da ETAR, seguiu conforme parâmetros apresentados por literatura técnica e pela NBR 12216:1992, que dá todo o suporte para a elaboração de um projeto de estação de tratamento de água para fins de abastecimento público, embora a Lei nº 16.160/2015 defina o reuso da água para fins não potáveis.

Para a concepção deste trabalho, realizou-se uma parceria com o Lava Rápido Bob Esponja localizado no Jardim Vista Alegre, subprefeitura da Capela do Socorro na zona sul de São Paulo, afim de adequar as atividades do empreendimento a legislação. O lava rápido Bob Esponja trabalha com cerca de 400 veículos por mês, e possui apenas o sistema caixa de areia e separador de água e óleo (SAO), responsável pela remoção de sólidos grosseiros, como areia e também pela remoção das gorduras presentes na água residual, preservando a qualidade dos equipamentos subsequentes.

O método de tratamento de água a ser utilizado neste projeto, é o convencional composto pelas seguintes operações unitárias: Coagulação, Floculação, Decantação e Filtração. Além do dimensionamento do sistema, também, serão apresentados o modelo em AutoCad 2D.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreensão dos principais processos unitários em uma ETAR, utilizou-se referências bibliográficas de cada etapa relacionadas ao sistema de tratamento convencional físico-químico (coagulação, floculação, decantação e filtração).

2.1 Coagulação

A coagulação química, é realizada normalmente através da adição de sais de alumínio ou ferro. Esta operação é resultado da reação do coagulante com a água, formando espécies hidrolisadas com carga positiva, e do contato com as destas espécies com impurezas (VOLTAN, 2014).

A coagulação em contato com água permite que as partículas se aproximem e se juntem, formando flocos que podem ser removidos através da sedimentação, flotação ou filtração (VOLTAN, 2014).

Quando é adicionado o coagulante na água, ocorrem reações de hidrólise e de polimerização, a qual sofrem a influência do pH e das espécies iônicas presentes na água, da concentração e do tipo dos coloides, do tipo e dose do coagulante aplicado e das condições de mistura do coagulante com a água (RICHTER, 2009).

O processo de coagulação é realizado em unidades de mistura rápida, as quais podem ser hidráulicas (vertedores, calhas Parshall, injetores e difusores), mecânicas (câmara de mistura ou Backmix) e especiais (misturadores estáticos e in-line Blenders), (SABOGAL, 2007 apud FRANCISCO, 2011).

2.2 Floculação

A floculação é a operação que sucede à mistura rápida, sendo uma das operações unitárias da clarificação que constitui o conjunto de fenômenos físicos, nos quais procura-se reduzir o número de partículas suspensas e coloidais presentes na massa líquida, através de sua aglomeração em flocos. Para isso, nos floculadores fornecem condições, em termos de tempo de mistura (tempo de detenção) e agitação (gradiente de velocidade) como para as unidades de mistura rápida (LIBÂNIO, 2010 apud ROSA, 2018).

É um processo rápido e depende essencialmente do pH, da temperatura, da quantidade de impureza. Nesta etapa há a necessidade de agitação relativamente lenta, para que ocorram choques entre as partículas (DI BERNARDO & COSTA, 1993 apud MACEDO, 2007 e FRANCISCO, 2011). As reações químicas que se iniciam na unidade de mistura rápida possibilitam que as impurezas presentes na água possam se aglomerar, formando flocos na unidade de floculação (HELLER & PÁDUA, 2006 apud FRANCISCO, 2011).

2.3 Decantação

Decantação ou sedimentação é um processo dinâmico de separação de partículas sólidas suspensas na água. O processo de sedimentação para remoção de partículas sólidas em suspensão é um dos mais comuns no tratamento da água. Que consiste na utilização das forças gravitacionais para separar partículas de densidade superior à da água, que é depositada em uma superfície ou zona de armazenamento. A decantação é o nome dado a sedimentação de partículas floculentas. O processo se realiza em tanque de decantação, ou simplesmente de decantadores (MARTINS, 2006).

Segundo MARTINS (2006), as partículas que não são removidas na sedimentação, sejam por ter um tamanho pequeno ou por serem de densidade muito próxima à da água, deverão ser removidas na filtração. A operação unitária denominada decantação, para este projeto de engenharia será com decantador de fluxo vertical, este decantador possui o formato de fundo cônico, sendo, o manto de lodo removido de maneira hidráulica, pela parte de baixo do tanque.

2.4 Filtração

Filtração é barreira contra as impurezas da água, sendo responsável por reter as partículas que não foram removidas na decantação (BRAGA, 2014).

Para MARTINS (2006) A filtração é um processo físico em que a água atravessa um leito filtrante, em geral areia ou areia e carvão, de modo que partículas em suspensão sejam retidas produzindo um efluente mais limpo. A operação unitária denominada filtração, para este projeto de engenharia será de um filtro com escoamento descendente e de filtração rápida, pois haverá o processo de coagulação e decantação da matéria orgânica, antecedente a esta etapa.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto, foram realizados levantamentos de dados secundários em normas técnicas brasileiras, livros, artigos e leis, com intuito de aprofundar os conhecimentos sobre o tema do projeto proposto para compreender o entendimento e o dimensionamento do sistema de tratamento de água. Durante o primeiro processo do projeto, realizou-se o levantamento de unidades de postos de combustíveis com sistema de lavagem de veículos e/ou lava rápidos para a possibilidade de parcerias e desenvolvimento do sistema de tratamento e produção de água de reuso. Definimos o lava rápido Bob Esponja (figura 1) como parceiro, localizado na Avenida Acácio Fontoura, 715, Jardim Vista Alegre, subprefeitura da Capela do socorro na zona sul de São Paulo (figura 2). Realizou-se apenas uma visita técnica ao lava rápido parceiro devido a Pandemia da COVID-19, e com a impossibilidade da realização dos ensaios para o dimensionamento do sistema de tratamento, adotou-se como parâmetros os valores estabelecidos pela ABNT NBR 12216/1992 e a literatura técnica para este projeto.



Figura 1: Local de lavagem dos carros

Fonte: Autoria Própria, 2020.



Figura 2: Localização do lava rápido e o entorno

Fonte: Google Earth, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O dimensionamento deste projeto de ETAR foi realizado conforme NBR 12216/1992 e literatura técnica, adotando-se uma vazão de 4 m³ por dia para a realização dos cálculos de dimensionamento do sistema de tratamento. Após realizar os cálculos, obteve-se um sistema com as dimensões apresentadas no modelo em 2D da ETAR figura 3. Na tabela 1 abaixo, apresenta-se as dimensões do sistema em metros, lembrando que os valores presentes no modelo 2D estão em centímetro (cm). As dimensões do Bag desidratador de lodo a ser utilizado no sistema de decantação é apresentado na tabela 2 abaixo.

O dimensionamento dos reservatórios de água bruta e de água tratada foram estabelecidos de acordo com o espaço físico disponível para a sua construção, sendo que os mesmos serão aterrados para o melhor aproveitamento do espaço.

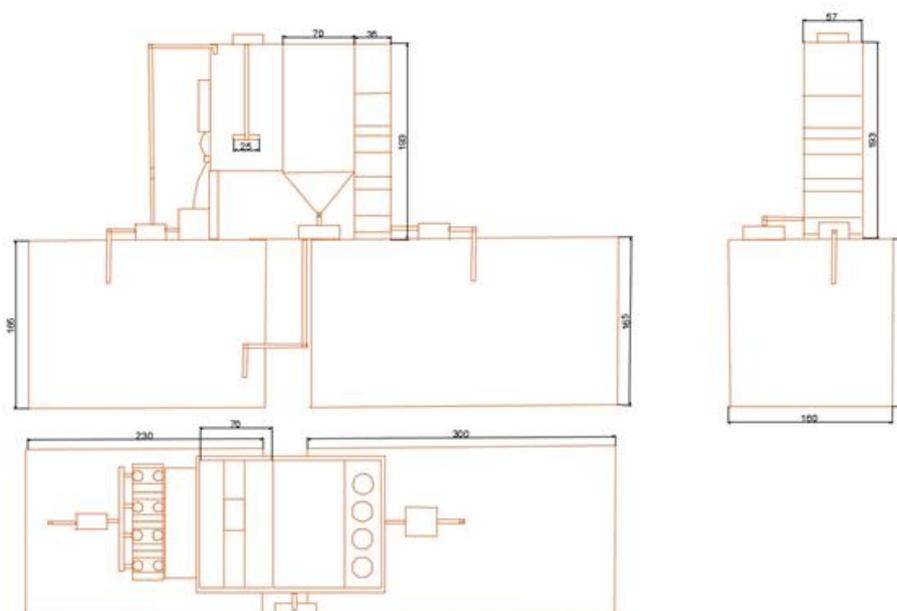


Figura 3: Desenho técnico do sistema em 2D
Fonte: Autoria própria, 2020.

SISTEMAS DIMENSIONADOS	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	ALTURA ÚTIL (m)	Volume (m ³)
Floculação	0,57	0,70	1,25	0,50
Decantação	0,57	0,70	1,25	0,50
Filtração	0,57	0,35	1,93	0,40
Reservatório de água bruta	1,60	2,30	1,65	6
Reservatório de água tratada	1,60	3,00	1,65	8

Tabela 1: Dimensões dos reservatórios de água.
Fonte: Autoria própria, 2020.

LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
0,5	0,5	2,5

Tabela 2: Dimensões do Bag desidratador de lodo.

Fonte: Autoria própria, 2020.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o dimensionamento realizado para este projeto, os resultados adquiridos estão de acordo com a ABNT NBR 12216/1992, e atendendo as condições da lei 16.160 de 13 de abril de 2015, sobre o reuso da água utilizada na lavagem de veículos nos estabelecimentos do Estado de São Paulo, assim alcançando o objetivo deste projeto, bem como a demanda do lava rápido, pois, verificou-se que com a redução dos custos com o consumo de água, o tempo de retorno do investimento será de apenas 36 meses.

Recomenda-se para uma melhor eficiência do sistema proposto, que seja realizado a sua automatização por Arduino, cujo o seu funcionamento se daria por meio de sensores de níveis de água, acoplados as paredes dos reservatórios de água bruta e de água tratada, acionando o sistema de tratamento e de retirada da água a partir de uma determinada altura, proporcionando também um menor consumo energético.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 12216: **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRAGA, Fernando Pinto. **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG**. 2014. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - Mg, 2014. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-Fernando-Pinto-Braga-2014.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

FRANCISCO, Amanda Alcaide et al. **TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO: UMA ABORDAGEM TEÓRICA DOS PROCESSOS ENVOLVIDOS E DOS INDICADORES DE REFERÊNCIA**. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 2., 2011, Londrina - Pr. 2011. v. 2, p. 1-9. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IX-005.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.

LEI. **Tratamento reuso de água em lava rápidos**. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16160-de-13-de-abril-de-2015>. Acesso em: 05 abr. 2020.

MARTINS, Osmar. **APOSTILA DA DISCIPLINA – SATAE. SISTEMAS AVANÇADOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO**: tópico: tratamento de água. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Eng. do Meio Ambiente, Escola de Engenharia Civil UFG, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2006. Disponível em: <http://eec-ufg.tripod.com/Apostila_SATAE_2006.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

ROSA, Rodrigo Vitor de Souza. **DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CICLO COMPLETO PARA ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CAMPO FLORIDO**. 2018. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – Mg, 2018.

SARON, Alexandre. **Sistema Cantareira Estudo da Potencialidade do uso da filtração direta descendente**. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258449/1/Saron_Alexandre_M.pdf Acesso em: 01 de mai. 2020.

VOLTAN, Paulo Eduardo Nogueira. **Remoção de Diuron e Hexazinona por meio de Adsorção em carvão ativado, oxidação e tratamento em ciclo completo**. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-30032017-085628/publico/Voltan2014_Volume01__VersaoFinalCorrigida.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

**PROJETO INTEGRADOR VII: PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA DE ACORDO
COM O CREA-SP
SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA EM LAVA-RÁPIDO**

**Evelin Jobert, Maisa Cardoso, Milena Turetta, Murillo Bazarin, Sabrina Ito
Alexandre Saron**

Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Senac
<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/>

RESUMO

Este trabalho baseou-se em um estudo de Projeto Básico de Engenharia de acordo com o CREA-SP, com finalidade de propor um dimensionamento de uma ETAR (Estação de Tratamento de Água Reuso), com foco em sistema de reuso de água de lavagem de carros em lava rápido, com

base em algumas literatura técnicas e dados obtido do lava rápido optou-se por um tratamento convencional de água que consiste em processo físico-químico (coagulante; floculação; decantação e filtração).

PALAVRAS-CHAVE: Projeto Básico de Engenharia, ETAR, processo físico-químico.

WATER REUSE SYSTEM IN CAR-WASH

ABSTRACT

This work was based on a Basic Engineering Design study according to CREA-SP, with the purpose of proposing a dimensioning of a RWTS (Reuse Water Treatment Station), focusing on water reuse system cars in rapid lava, based on some technical literature and data

obtained from rapid lava, we opted for a conventional water treatment that consists of a physical-chemical process (coagulant; flocculation; decantation and filtration).

KEYWORDS: Basic Engineering Design, RWTS, physical-chemical process.

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório iniciou-se com pesquisas de dados de literatura técnica ambiental para que fosse possível a fundamentação teórica de uma forma geral. Inclui-se como metodologia a definição de uma tecnologia de reuso de água para fins de lavagem de automóveis em um lava-rápido localizado zona sul de São Paulo sob a Lei Federal nº 8.666 de 1993.

Atualmente a água utilizada na lavagem de automóveis representa uma parcela bastante significativa do consumo de água potável. Segundo os autores Boluarte et al. (2016) e Huybrechts et al. (2002 apud SUBTIL et al., 2016), o consumo do processo padrão de lavagem de carros pode chegar a 200 L de água por veículo, enquanto para a lavagem de caminhões esse valor pode variar de 350 a 900 L de água por veículo, de acordo com a tecnologia de lavagem.

Este estudo é um Projeto Básico de Engenharia, tendo como base literatura técnica e normas técnicas da ABNT para realizar o dimensionamento de um Sistema de Tratamento de Água de Lavagem de Carros em um Lava Rápido. O lava-rápido estudado encontra-se na Rua dos Inocentes nº 761, no bairro Capela do Socorro, região ao sul município de São Paulo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor entendimento do tratamento convencional de água, será apresentada uma revisão bibliográfica de cada etapa do tratamento, conforme segue o Fluxograma 1 abaixo:



Fluxograma 1: Etapas do processo físico-químico

2.1 Mistura rápida

A mistura rápida tem a finalidade de promover a dispersão do coagulante a água. Essa dispersão deve ser a mais homogênea, ou seja, uma distribuição equânime e uniforme do coagulante da água, e a mais rápida possível. Isso constitui um dos problemas mais sérios no tratamento da água, tendo em vista que as quantidades de coagulante utilizadas são muito pequenas comparadas com o volume de água a ser tratado, da ordem de umas poucas a 60 ou 70 gramas de coagulante por metro cúbico de água. As doses médias de sulfato de alumínio, por exemplo, encontram-se na faixa de 25 a 35 mg/l quando se aplica o sulfato de alumínio em solução a 5%, isso representa dispensar 500 a 700 centímetro cúbicos de solução em um metro cúbico de água (Richter; Netto, 1991).

A eficiência da coagulação e, portanto, das fases subsequentes do tratamento, está relacionada com a formação dos primeiros complexos de cátions metálicos hidrolisados, cuja composição depende das condições de água no momento e no ponto em que entram em contato. Essa reação de hidrólise é muito rápida e, para haver a desestabilização dos coloides, é indispensável a dispersão de algumas gramas de coagulante sobre toda a massa de água em um tempo muito curto, o que implica na necessidade de aplicá-lo em uma região de grande turbulência. A dispersão do coagulante é facilitada quando se dilui a solução aplicada, a um valor suficientemente baixo. Valores de 1% tem conduzido a bons resultados. A diluição pode ser feita nos próprios tanques de dissolução, quando estes têm um volume suficiente, ou aplicando-se água numa vazão conhecida na canalização que conduz a solução de sulfato de alumínio, um pouco antes do ponto de aplicação (Richter; Netto, 1991).

2.2 Coagulação química

Coagulação é o processo unitário que consiste na formação de coágulos através da reação do coagulante de modo que ocorra um estado geral de equilíbrio eletrostaticamente instável de partículas dentro da massa líquida. A coagulação é definida pelas mudanças físico-químicas produzidas pela dispersão, na água, de um coagulante solúvel que se hidrolisa em partículas carregadas positivamente, anulando as cargas negativas dos coloides, formando com eles os coágulos (Souza, 2007).

Qualquer agente que produza a coagulação é um coagulante, geralmente um produto químico. Entre a diversidade de agentes de coagulação, em geral são usados sais que geram hidróxidos em relação com a água e compostos orgânicos naturais ou artificiais de longa cadeia molecular, polieletrólitos (Richter, 2017).

O coagulante mais utilizado no tratamento de água é o sulfato de alumínio. Em águas de baixa alcalinidade e muita cor, pode ser conveniente o emprego de aluminato de sódio. Os coagulantes férricos mais utilizados são o sulfato férrico e o cloreto férrico.

2.3 Flocculação

Segundo Moruzzi (2016), a formação de flocos pode ocorrer devido a:

Flocculação Pericinéctica: Em meio aquoso as partículas coloidais são constantemente influenciadas pelas moléculas de água o que permite que elas se movimentem, dando origem ao movimento browniano. Durante o movimento realizado as partículas podem se agregar formando partículas maiores. No o movimento browniano é como mecanismo de transporte é apenas significativo para as partículas com dimensões menores ou igual a 1 μm , e por esse motivo torna a flocculação pericinéctica é considerada de pouca influência sobre o processo se comparada com os demais processos, um fator de grande influência para a eficiência do mecanismo é a temperatura uma vez que a movimentação das partículas é afetada por ela (Letterman e Yiacoumi, 2011 apud Hespanhol, 2018).

Flocculação Ortocinéctica: o gradiente de velocidade no fluido em escoamentos laminares ou turbulentos pode permitir a colisão ente as partículas e sua posterior agregação. O gradiente de velocidade é uma variável espacial e é extensivamente utilizada em projetos de operações e processos unitários componentes de estação de tratamento de água (Hespanhol, 2018).

Do ponto de vista de engenharia, é possível manipular a floculação ortocinética aumentando ou diminuindo o gradiente médio de velocidade, ou seja, aumentar ou diminuir a potência externa introduzida no processo, uma vez que a frequência de colisões é diretamente proporcional ao gradiente médio de velocidade (Hespanhol, 2018).

Floculação por sedimentação diferencial: acontece quando as partículas presentes no fluido possuem velocidades de sedimentação diferentes e seu alinhamento na direção vertical tende a colidir quando ultrapassa outra, sendo que a força motriz para este mecanismo é a gravidade (Hespanhol, 2018).

Muitos estudos são realizados para aumentar a eficiência deste mecanismo porém do ponto de vista de engenharia pouco pode ser feito para a otimização. Assim como no mecanismo de floculação pericínética a temperatura também tem grande influência sobre a eficiência da sedimentação diferencial. Uma das variáveis mais importantes para a sedimentação diferencial é o tamanho das partículas e sua massa específica (Hespanhol, 2018).

2.4 Decantação

Após a floculação, as partículas presentes na água floculada passam pela decantação em tanques chamados de decantadores. Essa passagem da água floculada para o decantador ocorre por cortinas de distribuição, que devem ser projetadas de maneira a garantir uma distribuição uniforme da água em toda a seção transversal dos decantadores (Richter, 2009). Essas cortinas correspondem a uma parede de concreto ou madeira com orifícios de passagem, posicionada próximo a entrada dos decantadores.

A decantação é um processo físico que corresponde à separação das partículas sólidas em suspensão da água como consequência da ação das forças gravitacionais, fazendo com que essas partículas de densidade superior à da água se depositem em uma superfície (Richter, 2009).

Entre os principais tipos de decantadores, os clássicos podem ser de seção retangular ou circular e os decantadores tubulares, com fluxo ascendente ou fluxo horizontal (SILVA, 2008). Dentro dos tanques a velocidade da água, após a floculação, sofre uma diminuição para permitir a deposição dos flocos.

Durante o processo convencional de tratamento de água são gerados basicamente dois tipos de resíduos: o primeiro deles é o resíduo gerado nos decantadores (ou eventualmente em flotas por ar dissolvido), e o segundo são os gerados na operação de lavagem dos filtros (Sobrinho, 1991).

A remoção de lodos dos tanques de decantação pode ser contínua ou intermitente a primeira forma é a preferida para instalações de grande capacidade e/ou do tipo de manto de lodos. Essa retirada do lodo (sólidos que se sedimentam no fundo do decantador) é efetuada através de sistemas de descargas de fundo automáticas ou manuais.

Os processos de desaguamento ou desidratação e secagem de lodo servem para diminuir o volume de resíduo a ser destinado, reduzindo consideravelmente os custos de destinação e transporte do resíduo, contribuindo para a sustentabilidade do empreendimento (Allonda, 2019).

Entre os sistemas e processos de desidratação, o tratamento de lodo por geossintéticos (Geobag) é um processo de desidratação mecânico onde o lodo é bombeado para o interior de grandes sacos cilíndricos feitos com tecido geotêxtil de alta resistência.

A Geobag é uma Tecnologia de baixo custo de implantação e operação, com facilidade para remoção do lodo desidratado, onde atende pequenos e grandes sistemas de tratamento de lodo, e seu tamanho é customizado para o local de uso.

2.5 Filtração

Segundo Macedo & Richter (2007), na filtração ocorre a remoção das partículas em suspensão e até mesmo parte da carga bacteriana. Esta etapa pode envolver fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos.

Por melhor que seja a operação das unidades de sedimentação gravitacional ou flotação por ar dissolvido, estas não são capazes de garantir a remoção de 100% das partículas coloidais presentes na fase líquida. Dessa maneira, todas as partículas que não forem removidas nas etapas de sedimentação ou flotação deverão ser removidas no processo de filtração, (Filho,2017). A camada filtrante deve ser constituída de camadas sobrepostas de areia e antracito, conforme determina a normativa ABNT NBR 12.216/92, para o projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.

Os filtros podem ser subdividido em dois tipos: os filtros simples compostos por um único leito filtrante e os filtros duplos compostos por duas camadas de leitos filtrantes.

Segundo (Brinck, 2009), os filtros são de vários tipos, no processo de filtração há diversas maneiras de realizar esse processo, uma delas é com a filtração em leito granular geralmente usam leitos profundos, usam como material filtrante ou areia, ou carvão antracito, ou carvão ativado granular, ou a composição deles e podem ser compostos por camadas simples, dupla ou tripla. A areia deve ser constituída basicamente de grãos de quartzo, oriundos da decomposição de rochas que contêm aproximadamente 99% de sílica, e possuir massa específica de 2500 a 2700 kg/m³ (Di Bernardo et al., 2003).

2.6 Desinfecção

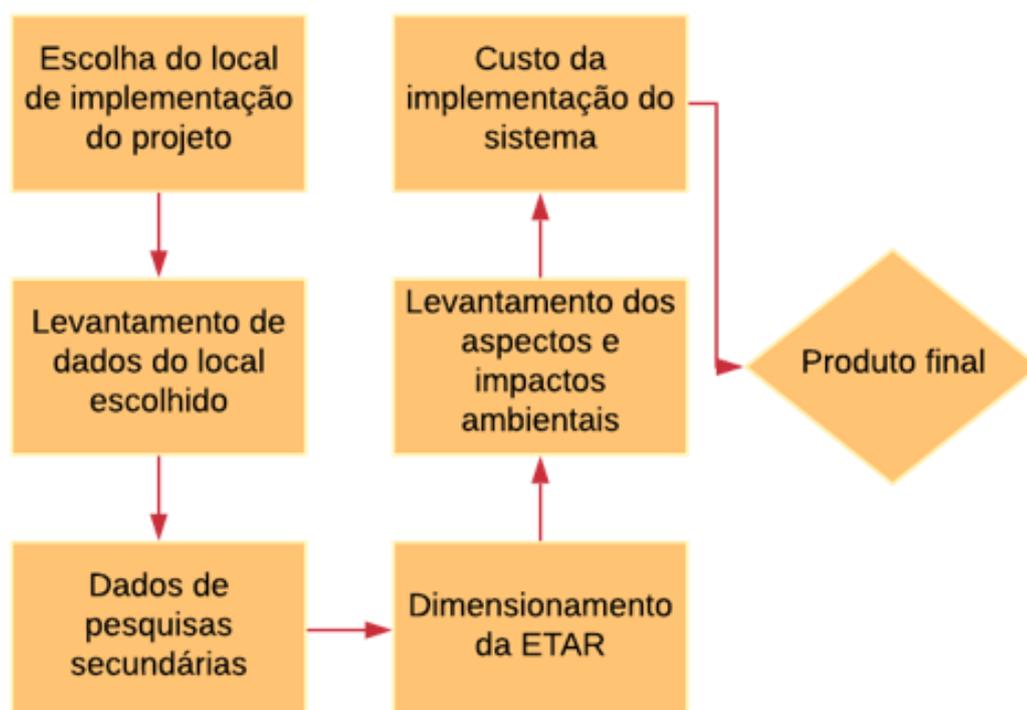
Os microrganismos são de considerável importância no controle da qualidade da água e a maioria é benéfica, principalmente quando se trata da autopurificação de um corpo d'água. Porém, existem espécies que são responsáveis por disseminar doenças através da água, causar odor e sabor, e até ocasionar corrosão de estruturas de concreto ou de metais (Richter, 2009).

A desinfecção é um processo que usa um agente químico ou não químico e que tem por objetivo a remoção de micro-organismos patogênicos presentes na água, incluindo bactérias, vírus e protozoários, além de algas. É preciso lembrar que a desinfecção é um processo seletivo, ou seja, não destrói todas as formas vivas e tampouco elimina todos os organismos patogênicos, caso contrário seria esterilização. Dentre os agentes químicos utilizados na desinfecção, tem-se os oxidantes cloro, bromo, iodo, dióxido de cloro, ozônio, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, ácido peracético, ferrato de potássio e os íons metálicos prata e cobre. Entre os agentes físicos, destacam-se o calor e a radiação ultravioleta (Di Bernardo, 2003).

3 METODOLOGIA

Inicialmente para o desenvolvimento do projeto foi feita a escolha do local e coleta de dados para a implementação da ETAR, foram utilizados dados secundários como o uso de referências bibliográficas de autores especializados na área de tratamento de água além de pesquisas em artigos científicos, livros e dados primários. Para a elaboração do projeto, e conhecimento do reuso da água foi usada a NBR 12.216. Além dos levantamentos de dados secundários para auxiliar na elaboração do projeto foram utilizados alguns softwares e Microsoft como o AutoCAD, Excel, PowerPoint, Word, Google Earth e Google Maps.

Na elaboração dos cálculos para dimensionamento foram feitas consultas por meio de bibliografias tais como (Richter, 2009) e (Di Bernardo, 1993), que foram indicadas pelo professor orientador, logo a após as pesquisas e dimensionamentos foi realizada um levantamento de aspectos e impactos ambientais, e um orçamento preliminar do custo do projeto, para uma melhor visualização o Fluxograma 2 demonstra as etapas do processo.



Fluxograma 2: Etapas da metodologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dimensionamento

A vazão adotada para o dimensionamento da Estação de Tratamento de Água de Reuso (ETAR) foi de 4 m³/dia.

4.1.1 Coagulação

A Tabela 1 traz os principais resultados obtidos no dimensionamento do processo de coagulação.

Coagulação		
Misturador estático	Modelo ME1P - Snatural	
	25 mm de diâmetro	
	0,177 m de comprimento	
Volume do misturador	8,6x10 ⁻⁵ m ³	
Recalque da água bruta	Bomba centrífuga de aplicação múltipla modelo CAM W-4C da Dancor	
	Potência de 0,250 CV	
Bomba dosadora	Sulfato de alumínio	Polímero
	0,6 L/h (25 ppm)	0,2 L/h (0,4 ppm)
Volume do reservatório	29 L	10 L
Concentração da solução no reservatório	21 g/L	1 g/L

Tabela 1: Resultados do dimensionamento da coagulação.

4.1.2 Floculação

A Tabela 2 traz os principais resultados obtidos no dimensionamento do processo de floculação.

Floculação	
Tempo de detenção hidráulica	30 min
Gradiente de velocidade	70 s ⁻¹
Potência do motor	64 W ou 0,00087 CV
Volume do compartimento	0,046 m ³
Rotação das pás	33,6 rpm
Diametro da pá	0,3 m

Tabela 2: Resultados do dimensionamento da floculação.

4.1.3 Decantação

A Tabela 3 traz os principais resultados obtidos no dimensionamento do processo de decantação.

Decantação	
Taxa de aplicação	10 m ³ /m ² x dia
Área do decantador	0,4 m ²
Tempo de detenção hidráulica	3 horas
Volume do decantador	0,5 m ³

Tabela 3: Resultados do dimensionamento da decantação.

4.1.4 Filtração

A Tabela 4 traz os principais resultados obtidos no dimensionamento do processo de filtração.

Filtro	
Volume	0,23 m ³
Taxa de filtração	40 m ³ /m ² x dia
Recalque de água para lavagem	Bomba centrífuga multiuso modelo CP-4C da Dancor
	Potência de 0,250 CV
Vazão da bomba de retrolavagem	1,66 m ³ /h
Volume de água de retrolavagem	276 L

Tabela 4: Resultados do dimensionamento da filtração.

A Tabela abaixo caracteriza o filtro utilizado no projeto, sendo ele de fluxo descendente com camada dupla.

Altura do filtro (m)			Diâmetro dos materiais (mm) (NBR 12216)
Segurança		0,15	
Expansão da camada filtrante		0,2	
Camada filtrante	Antracito	0,45	0,8 a 1
	Areia	0,25	0,4 a 0,45
Camada suporte	Areia 1	0,1	2,4 a 3,2
	Pedra 1	0,1	6,4 a 12,7
	Pedra 2	0,15	19 a 38
	Pedra 3	0,18	38 a 75
Fundo falso (crepina)		0,2	
Total		1,8	

Tabela 5: Composição do filtro.

4.2 Desenho Técnico

Com base nos dados obtidos no dimensionamento da ETAR, foi possível elaborar um desenho técnico do sistema, conforme a Figura 1.

No ponto 1 encontra-se o reservatório de água bruta. Nos pontos 2, 3, 4 e 5 estão os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração, respectivamente, e 6 reservatório de água tratada.

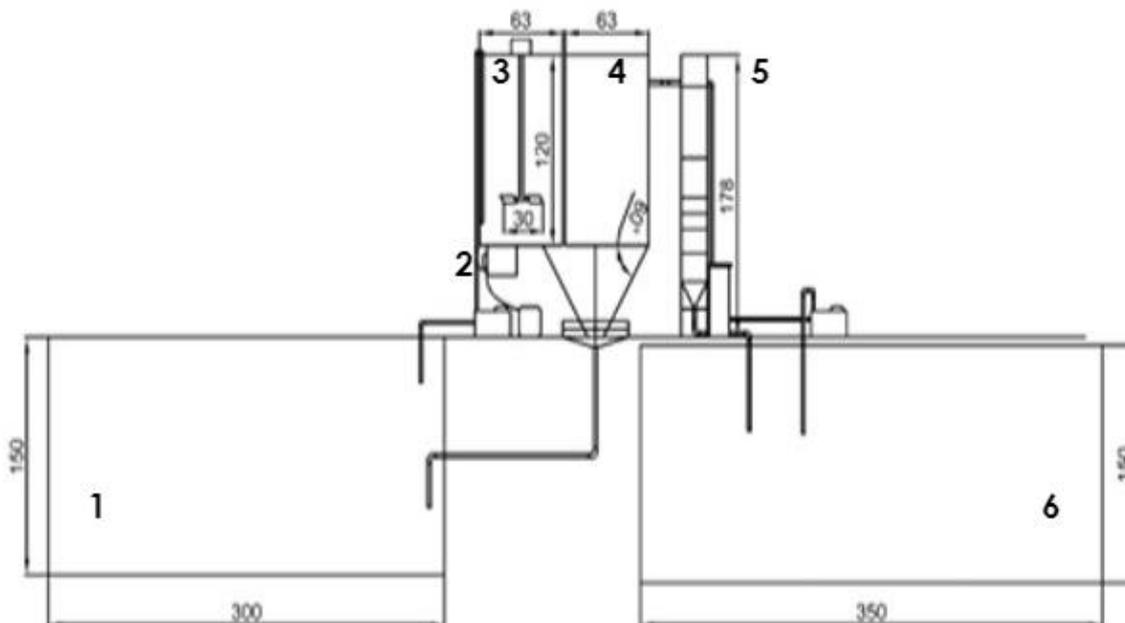


Figura 1: Desenho técnico da ETAR. As unidades estão em cm.

4.3 Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais

No estudo foi levantado os aspectos e impactos ambientais da ETAR. Analisou-se a área do lava-rápido e a partir disso, listou-se os aspectos e impactos durante cada processo, independentemente.

Para classifica-los foi levado em consideração três categorias consideradas relevantes, conforme a Tabela 6.

Categoria	Denominação	Descrição
Probabilidade	Baixa	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação. A ocorrência depende de uma única falha (humana ou equipamento).
	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.
	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação, dependendo das peculiaridades e situação real da mesma.
Severidade	Pequena	Potenciais impactos ambientais pontuais, de pequena relevância, restritos às instalações envolvidas e facilmente recuperáveis.
	Moderada	Impactos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias químicas, alcançando áreas externas à instalação. Pode provocar impactos ambientais com reduzido tempo de recuperação e/ou lesões recuperáveis na comunidade (mal-estar, incômodos, etc).
	Elevada	Impactos ambientais significativos causados por efeitos decorrentes de grandes liberações de substâncias químicas, atingindo áreas externas às instalações. Pode provocar lesões severas na comunidade (intoxicações, queimaduras, etc), causando também impactos ao meio ambiente.
Abrangência	Pontual	Pode afetar um local específico do lava rápido
	Local	Pode afetar o lava rápido e o posto de combustível
	Regional	Pode afetar o lava rápido, posto de combustível e vizinhança

Tabela 6: Descrição das categorias.

O método utilizado foi o de multiplicação dos valores. Os resultados podem ser classificados de 1 a 27 e os riscos vão do desprezível, onde não há riscos, ao crítico, há riscos consideráveis à saúde dos colaboradores e ao meio ambiente (Tabela 7).

Classificação				Risco
4	16	22	28	Crítico
3	12	18	22	Sério
2	8	12	16	Tolerável
1	2	3	4	Desprezível

Tabela 7: Classificação dos aspectos e impactos ambientais.

5 CONCLUSÃO

Optou-se por um Tratamento Convencional de Água que consiste em processos físico-químicos, que consiste em etapas como: mistura rápido, coagulação, floculação, decantação e filtração. A vazão adotada para o dimensionamento da ETAR é de 4 m³/dia e ocupará, aproximadamente, um espaço de 15 m².

Através do orçamento realizado junto a empresa ALFAMEC, o sistema compacto automático ou semiautomático atende de forma satisfatória a vazão adotada para o dimensionamento. Assim, investir na ETAR compacta semiautomática traria uma economia de até 90% na conta de água. Com essa economia, o investimento pode ser pago em, aproximadamente, 4 anos.

Além disso, o sistema se adequa as normas ambientais, reduz a utilização de água potável para a lavagem de veículos e diminui o descarte de esgoto.

6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. NBR 12216: Projeção de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.
- RICHTER, Carlos A. Água: métodos e tecnologias de tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. Reuso da Água – Conceitos, Teorias e Práticas. São Paulo: Editora Blucher, 2007. Acesso em: Fevereiro, 2020.
- MORELLI, Eduardo Bronzatti. Reuso de água na lavagem de veículos. 2005. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005140604/publico/DissertacaoEduardoBronzattiMorelli.pdf>>. Acesso em: Fevereiro, 2020.
- ALFAMEC. ETA Reuso (Estação para Tratamento de Água para Reuso). Disponível em: <<http://alfamec.com.br/produtos/tratamento-de-agua/eta-estacao-para-tratamento-de-agua-para-reuso/#wpcf7-f178-o1>>. Acesso em: Fevereiro, 2020.
- BITTENCOURT, S; SERRAT, B; AISSE, M; MARIN, L; SIMÃO, C. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a08>>. Acesso: Maio de 2020.

7. ALLONDA. Tratamento e desidratação de lodo. Disponível em: <<https://allonda.com/solucoes-ambientais/empresa-de-gestao-de-residuos/tratamento-e-desidratacao-de-lodo/>> Acesso: maio de 2020.
8. HESPANHOL, Katia Maria Hipolito. Cinética de floculação de suspensão coloidais: Influência da dosagem de coagulante metálico e da concentração de partículas primárias nas constantes de agregação e ruptura. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-05032018-150830/publico/KatiaMariaHipolitoHespanholCorr18.pdf>>. Acesso em: abril 2020.
9. SARON, A.; LEITE, V.M.B. Quantificação de lodo em estação de tratamento de Água. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa. Anais. ABES. 2001.
10. TIMÓTEO, Thiago Faquinele. A normatização do reuso de água residuária no Brasil. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5117/6/2013_ThiagoFaquinelITimoteo.pd>Acesso em: Fevereiro, 2020.
11. USP, 2017, Escola Politécnica da USP PHD – 2548. Disponível em: <http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=18174>. Acesso em: março de 2020.
12. SILVA, João. Reciclagem e Reaproveitamento dos Recursos Hídricos numa Central Dosadora de Concreto em Brasília-DF. In: 7º Prêmio Furna Ouro Azul, Belo Horizonte, 31 de Outubro de 2008.
13. MORUZZI, Rodrigo Braga; OLIVEIRA, André Luiz de; JULIO, Marcelo; DUTRA, Ricardo Henrique de Andrade; SILVA, Pedro Augusto Grava da. Floculação: considerações a partir da análise clássica e da avaliação direta da distribuição de tamanho de partículas. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-46-02-S1413_41522016144959.pdf>. Acesso em: Março, 2020.
14. CESTARI, Jesus Leonardo; MASUMOTO, Tsunao; SOBRINHO, Milton Dall’Aglio; Libânio. Avaliação hidrodinâmica de unidade piloto de floculação mecanizada. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n1/v17n1a13>>. Acesso em: Abril, 2020.
15. CORREA, Adryan; ALVES, Bruna; SOUZA, Monik (ITEGAM-JETIA, 2015). Tratamento de água e reutilização de decantação em indústrias de concreto. Disponível em: <<https://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/download/249/61/>> Acesso em: 29 de Março de 2020.
16. MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11.pdf>>. Acesso em: 9 de Maio de 2020.
17. PETRONOVA,1960. Bocais ou crepinas. Disponível em: <<http://www.petranova.com.br/site/index.php/bocais-ou-crepinas>>. Acesso: maio 2020.

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA REUSO EM LAVA-RÁPIDO

Daniele Gomes, Laiz Oliveira, Valquíria Felix, Vinicius Rodrigues.
Alexandre Saron
Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Senac
<http://www.divulgacaocientifica.sp.senac.br/sua/>

RESUMO

As estações de tratamento de água para reuso permitem a redução do uso de água potável para fins que não sejam de consumo humano, bem como a diminuição do volume de esgoto descartado.

Em 2015, criou-se o Programa de reuso de água em postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos no município de São Paulo através da Lei Nº 16.160 de 13 de Abril de 2015.

Nesse contexto, este trabalho apresenta o projeto básico de dimensionamento de uma Estação de Tratamento de

Água residuária (ETAr) pelo método físico-químico convencional, que consiste em coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

O dimensionamento de cada etapa do processo do tratamento foi elaborado de acordo com as diretrizes da ABNT NBR 12216:1992 e com os princípios encontrados na literatura consultada.

Depois de realizado o dimensionamento, elaborou-se um desenho técnico, chegando-se à conclusão de viabilidade técnica para instalação do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: ETAr, lava-rápido, dimensionamento.

BASIC ENGINEERING PROJECT

WATER TREATMENT PLANT FOR REUSE IN WASH FAST

ABSTRACT

The wastewater treatment plants, or water reclamation, contributes to the decrease of the use of potable water for purposes other than human consumption, as well as the reduction of the volume of discharged sewage. In 2015, the Program for water reuse in gas stations and car-washes was created in the municipality of São Paulo through Law No. 16,160 from April 13, 2015. In this context, this work presents the basic design of a wastewater treatment plant (WWTP) by the conventional

physical-chemical method, which consists of coagulation, flocculation, decantation, filtration and disinfection. The dimensioning of each stage of the treatment process was elaborated according to the guidelines of ABNT NBR 12216: 1992 and with the principles found in the consulted literature. After dimensioning, a technical drawing was elaborated, reaching the conclusion of technical feasibility for the installation of the project.

KEYWORDS: WWTP, car-wash, design.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito que sem tratamento pode causar doenças graves. Como nem toda a água presente na natureza está em condições para consumo imediato, a água passa por um tratamento até que se encontre em condições próprias para o consumo e seja classificada como água potável. A portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina os padrões de qualidade da água para abastecimento humano.

De acordo com o IBGE, 2008 as políticas governamentais dos últimos anos têm incrementado a cobertura dos serviços de água potável, mas o impacto dessas medidas continuará limitado enquanto o sistema de tratamento de água não for escolhido, como também, não existir o interesse de sua construção para melhorar a vida de toda a população.

As principais operações dos processos unitários que compõem uma estação de tratamento de água convencional para abastecimento público e a discussão em relação a qualidade físico-química e microbiológica da água devem estar de acordo com as leis que atendem determinados padrões definidos por agências reguladoras.

Uma estação de tratamento de água apresenta um conjunto de manipulações da água em suas mais diferentes apresentações, de modo que esta possa ser considerada apta para o abastecimento público. No presente trabalho será apresentada a elaboração de um projeto básico de engenharia que consiste em um protótipo de uma estação de tratamento de água em um posto localizado na zona Sul, especificamente na região da Giovanni Gronchi.

O projeto básico é a peça fundamental que possibilita um estudo do local de interesse. Imperfeições em sua elaboração implica a necessidade de alterações, com consequentes mudanças de especificações, quantitativos de serviços, preços e prazos e é por esses motivos que as atenções com os resultados adquiridos devem ser medidas com cautela. Segundo ALBERTO; João Viol (2009), projetar é estabelecer um conjunto de procedimentos e especificações que resultam em algo concreto ou em um conjunto de informações advindas de metodologia de resolução de problemas, pois envolvem diretrizes de engenharia.

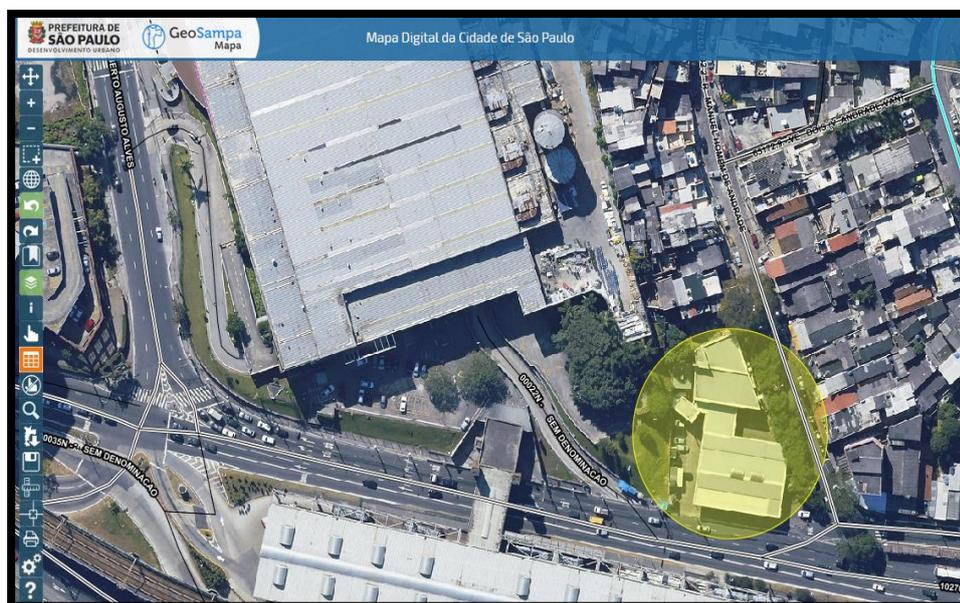
Com a evolução da tecnologia e com estudos voltados no ramo do tratamento de água, principalmente, do tipo convencional nome dado por ser comumente encontrado na maioria das estações de tratamento de água, a concepção do tratamento de água que se conhece atualmente é fruto de um enorme conjunto de desenvolvimentos empíricos e científicos que ocorreram ao longo do tempo. Durante o tempo foi se consolidando o sistema formado por adutoras, floculadores, decantadores, filtros e reservatórios.

Logo, para promover o abastecimento de água, faz-se necessária a criação de projetos pilotos eficientes com tecnologias bem empregadas. E de acordo com BOTERO; W. J (2009), todo processo consiste na adequação da água bruta aos padrões de potabilidade vigentes estabelecidos pela Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 que de modo geral, o tratamento de água passa pela remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias possivelmente deletérias à saúde humana presentes nas águas.

Conforme descrito, o sistema convencional atende plenamente as necessidades de um processo de tratamento de água ideal, compondo a maioria das estruturas segundo as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), entre elas a 12.216 de abril de 1992, na qual, apresenta como funciona o planejamento de um projeto de estação de tratamento de água, além das normas 12.211 que compreende o estudo de concepção de sistemas públicos e a norma 12.213 que auxilia na elaboração do projeto de sistema de captação de água superficial, todas sendo uma referência de grande valor para este trabalho.

Área de estudo

Figura 1 - Local de estudo



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2 - Máquina utilizada para lavagem dos veículos



Fonte: Arquivo pessoal

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo propor um sistema de tratamento de água de reuso para um lava-rápido, atendendo assim, a Lei Estadual 16.160 de 13 de abril de 2015, que traz a obrigatoriedade no tratamento da água para o reuso na lavagem de veículos nesse tipo de atividade.

2.2 Objetivo Específico

- ✓ Atender a norma ABNT NBR 1226/1992 para o dimensionamento da estação de tratamento
- ✓ Dimensionar o sistema de tratamento de água para reuso, de forma que atenda às necessidades do cliente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo de tratamento físico-químico pode ser descrito como a remoção de sólidos presentes em efluentes a partir de métodos físicos, responsáveis pela eliminação de sólidos como areia, óleos e gordura, e de métodos químicos, a partir do uso de produtos que promovem a desestabilização de partículas coloidais e suspensas pelo meio da coagulação (ALMADA, 2008)

O tratamento é iniciado com a coagulação, que consiste na adição de produtos químicos seguidas de uma mistura rápida. Segundo a norma NBR 12216, mistura rápida é um processo destinado a injetar produtos químicos através de bomba dosadora na água a ser tratada, geralmente no processo de coagulação.

Segundo Richter (2009), a coagulação envolve inicialmente a mistura rápida do coagulante com a água e, em seguida, a agitação lenta do material coagulado para a formação dos flocos. A mistura rápida e a floculação (ou mistura lenta) são processos de transporte de fluido, associados à precipitação e união de partículas primárias. Como fenômenos de transporte de fluido, a diferença entre as duas reside no tempo e intensidade de mistura, definidas pelo gradiente de velocidade.

Segundo Borba (2001, apud MARTINS, 2014), os coagulantes mais convencionais são os químicos como, por exemplo, o sulfato de alumínio, cloreto férrico, cloreto ferroso, além de outros, devido à grande eletropositividade dos elementos químicos que se opõem. No momento em que são dissolvidos em água, se transformam em compostos gelatinosos de carga positiva.

A coagulação com sais de alumínio e de ferro é predominantemente por arrasto. Por apresentarem produtos de solubilidade muito baixos, os hidróxidos de alumínio e de ferro precipitam rapidamente, produzindo um precipitado de caráter gelatinoso que captura outras partículas, realizando, dessa forma, a coagulação por arrasto (Richter, 2009).

Qualquer trecho ou seção de canal ou de canalização que produza perda de carga compatível com as condições desejadas, em termos de gradiente de velocidade e tempo de mistura, segundo a NBR 12216:1992, constitui um dispositivo de mistura. A norma estabelece

quais dispositivos hidráulicos podem ser utilizados para a mistura, como: qualquer singularidade onde ocorra turbulência intensa; canal ou canalização com anteparos ou chicanas; ressalto hidráulico.

Na floculação as partículas formam agregados, não confundir coagulação com floculação, termos que implicam mecanismos diferentes. Na floculação se formam pontes entre as partículas desestabilizadas ou as cargas se neutralizam para formar flocos. Quando a floculação não ocorre há demora na sedimentação havendo necessidade de floculantes para melhorar a clarificação, filtração e as operações de centrifugação. (SNatural, 2011).

Misturadores mecânicos possuem agitadores tipo turbina que produzem o movimento em um líquido através do movimento rotativo do eixo interligado a um motor. Os agitadores de turbina são classificados pelo tipo de fluxo produzido: fluxo axial, que move o líquido paralelamente ao eixo do agitador, e fluxo radial, quando o líquido se move perpendicularmente ao eixo.

O gradiente de velocidade é o limite da relação entre a diferença de velocidade ΔV com que se movem duas camadas de fluido muito próximas e a distância ΔY entre si. Aumentando o gradiente de velocidade, a floculação é mais rápida, porém, há um limite até o qual os flocos podem suportar a ação de cisalhamento hidrodinâmico sem se quebrarem. A solução é aplicar gradientes decrescentes à medida que os flocos crescem. A isto se chama floculação escalonada (Richter, 2009).

A cortina de distribuição ou de entrada de água floculada é uma parede de concreto ou de madeira com orifícios de passagem, dispostos próximos à entrada dos decantadores. A cortina faz aumentar o perímetro, diminuindo o número de Reynolds, e aumentando o número de Froude, assim aumentando a eficiência da decantação.

A decantação consiste em um dos processos do tratamento de água e de acordo com a SABESP, nessa etapa a água passa por tanques onde vai ocorrer a separação dos flocos de sujeira que foram formados na etapa anterior que é a da floculação. A água fica armazenada nos tanques por um determinado período e o mesmo é chamada de tempo de sedimentação das partículas, a separação destes flocos ocorre pela ação da gravidade.

Segundo Richter (2009) o processo de sedimentação das partículas floculadas ocorre em tanques de decantação. Existem diferentes tipos de tanques de decantação, como o decantador de fluxo horizontal e decantadores tubulares ou de alta taxa.

De acordo com Richter (2009) a concentração de sólidos no lodo decantado aumenta com o tempo em que fica acumulado pelo efeito de adensamento. Tanques de decantação de limpeza manual podem ter o lodo acumulado por mais de três meses, nesse caso a concentração de lodo é geralmente alta, enquanto as unidades de remoção contínua apresentam as menores concentrações, aproximando-se dos valores típicos para a água de lavagem dos filtros.

Richter (2001) cita que esse lodo é basicamente líquido, com teor de sólidos variando entre 0,1 a 4% na água de descarga dos decantadores, e de acordo com a Revista DAE (2017) traz que 0,004 a 0,1% para água de lavagem dos filtros, dependem de sua fonte de origem e do coagulante utilizado.

Durante o processo de tratamento de água, mais especificamente na fase de sedimentação e filtração ocorre a geração de lodo nos decantadores, que é composto por materiais concentrados na água bruta, o mesmo pode ter diferentes composições devido à origem da água e dos coagulantes adicionados (conhecido como natureza físico-química). O lodo gerado durante o processo fica acumulado na parte inferior do decantador e deve ser removido para que não comprometa a eficiência do processo, podendo ser removido de forma manual ou por remoção hidráulica.

De acordo com Richter, a remoção manual deve ser feita em decantadores mais simples cuja produtividade de lodo seja pouca e/ou em pequenas instalações. A NBR 12.216/92 determina que para estes casos o fundo do decantador deverá ter declividade mínima de 5% no sentido do ponto de descarga (a mesma deverá situar-se preferencialmente na zona de maior acumulação de lodo) e o tempo máximo de esvaziamento deverá ser de 6h.

Segundo MACEDO & RICHTER (2007), na filtração ocorre a remoção das partículas em suspensão e até mesmo parte da carga bacteriana. Esta etapa pode envolver fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Para realizar a remoção de tais impurezas da água é necessário analisar o tipo de material que se deseja separar, como também, o tipo de filtro que será o mais adequado para tal processo. Deste modo, é possível verificar a velocidade com que a água passa pelo mesmo e denominar qual filtro será mais apropriado: o filtro lento ou o filtro rápido.

A tecnologia mais utilizada é a da filtração direta que consiste em fazer a água passar previamente coagulada por um leito filtrante onde retira não somente as impurezas que causam cor ou turbidez como também os produtos gerados pelos reagentes químicos empregados no processo.

Os micro-organismos são de grande importância no tratamento de água, e no seu controle de qualidade. A maioria desses microrganismos são benéficos, principalmente na autopurificação de um corpo d'água. Entretanto, algumas espécies são responsáveis por doenças como a febre tifoide, sabor e odor na água, corrosão de estruturas de concreto ou de metais. (RICHTER, 2009)

A desinfecção tem por finalidade a destruição de microrganismos patogênicos presentes na água, como bactérias, protozoários, vírus e vermes.

A desinfecção é a destruição de parte ou todo um grupo de patogênicos, vale ressaltar que desinfecção é diferente da esterilização, tendo que na esterilização ocorre a destruição de todos os organismos, sejam eles patogênicos ou não. Esse processo é necessário porque não é possível assegurar a remoção total dos microrganismos pelos processos físico-químicos usualmente utilizados no tratamento de água. A desinfecção depende da natureza do desinfetante e do tipo de organismo que se pretende inativar. Algumas espécies, como esporos e vírus são muito mais resistentes do que as bactérias (RICHTER, 2009).

O agente de desinfecção mais empregado na purificação da água é o cloro, pois ele é facilmente disponível como gás (cloro elementar Cl₂). Líquido (hipoclorito de sódio) ou sólido (hipoclorito de cálcio), é barato, e na forma gasosa é fácil de aplicar devido sua alta solubilidade, aproximadamente de 7 g/L a 20°C. Um volume de cloro líquido sob pressão produz

aproximadamente 460 volumes de cloro gasoso. Porém, o cloro gasoso é letal em concentrações no ar abaixo de 0,1% em volume, e em concentrações não letais causaria irritação nos olhos, membranas nasais e no trato respiratório (RICHTER, 2009).

Os hipocloritos de cálcio e a cal clorada são compostos de cloro usualmente utilizados em pequenas instalações. O hipoclorito de sódio, por ser de fácil manuseio, é utilizado em instalações maiores também. O uso de pastilhas de ácido triclorocianúrico proporciona a desinfecção da água em baixo custo e sem riscos (RICHTER, 2009).

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste projeto foi dividido em duas etapas, cuja primeira consistiu na identificação de potenciais lava-rápido para fazer parceria e ao ser definido, houve o levantamento de dados como, por exemplo, o método utilizado para a lavagem dos carros, quantidade de carros por dia e horário de funcionamento.

A segunda etapa consistiu no dimensionamento da estação de tratamento de água de reuso para o local escolhido, com base em literaturas e dimensionamentos já aplicados em outros locais para se utilizar como base.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Reservatório de coagulante e polímero

O volume do reservatório foi determinado considerando a quantidade do produto químico para o volume de água tratada em 10 dias, com a ETAR funcionando 6 horas por dia. Considerou-se a quantidade necessária para a coagulação de 10000L. Para garantir a concentração de 25ppm, a quantidade necessária de sulfato de alumínio equivale a 250g e considerando a concentração de polímero como 0,4 g/L, temos que os volumes dos reservatórios de armazenamento para o coagulante e o polímero são, respectivamente 30 L e 1,5 L.

5.2 Mistura rápida

O cálculo da mistura rápida foi realizado com base na NBR 12.216/92 e no Richter (2009), sendo assim obteve-se o volume da mistura igual a $8,68 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$. Esse valor corresponde ao volume exato do modelo de misturador estático selecionado para este projeto, que possui as informações técnicas presentes na Tabela 1. O gradiente de velocidade do misturador é de 2244 s⁻¹ e o tempo de detenção hidráulica é 1,87s.

Tabela 1 - Composição e altura do filtro

Descrição	Tamanho
Diâmetro	25 mm
Comprimento	177 mm
Velocidade	2,0 m/s
Perda de Carga	0,1 Bar (1 mCa)

Fonte: Autoria própria, 2020.

5.3 Floculação

Para determinar as especificações do tanque de floculação, foi utilizado o dimensionamento proposto por Richter (2009), com base nos dados do projeto foram obtidos os valores presentes na Tabela 2.

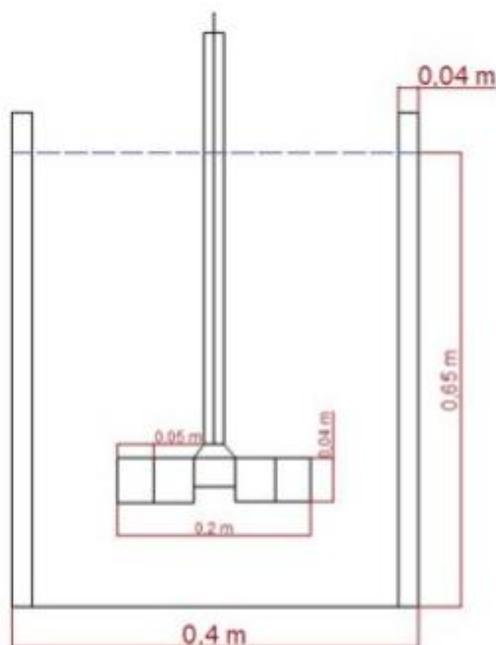
Tabela 2 - Composição e altura do filtro

Descrição	Tamanho
Vazão de projeto	0,0000462 m ³ /s
Volume	0,083 m ³ /s
Altura útil	0,65 m
Área do floculador	0,14 m ²
Comprimento	0,35 m
Largura	0,40 m
Tempo	30 min. (1800 seg.)

Fonte: Aatoria própria, 2020.

A Figura 1 representa as relações geométricas do agitador que melhor se adequa ao projeto, bem como os detalhes vistos em perfil.

Figura 3 - Dimensões geométricas



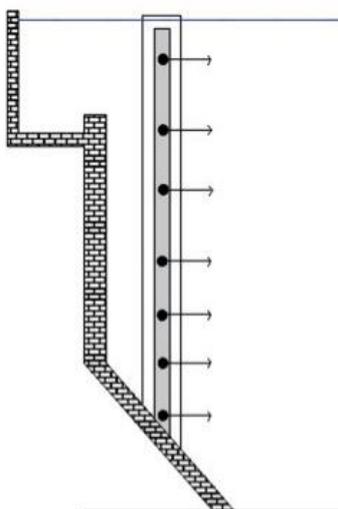
Fonte: Aatoria própria, 2020.

5.4 Separação floculação – decantação

Para definir as dimensões da cortina de distribuição, foi utilizada a vazão de 0,046 L/s, comprimento de 0,40 m com uma área transversal de 0,640 m², com altura útil de 1,6 m e para o

espaçamento de cada orifício foi adotado 0,15 m. A cortina possuirá 28 orifícios, sendo 4 colunas com 7 orifícios e o gradiente de velocidade é de $0,087 \text{ s}^{-1}$, a distância da cortina é de 1,05m. Na Figura 2, podemos ver a cortina de distribuição.

Figura 4 - Cortina de distribuição, corte de perfil



Fonte: Autoria própria, 2020.

5.5 Decantador

Com base na NBR 12.216/92, embora o lava-rápido parceiro opere durante 24hrs o mesmo não possui um processo de funcionamento contínuo e a vazão é de $4 \text{ m}^3/\text{dia}$, portanto foi determinado que o sistema necessita apenas de um decantador.

A velocidade de sedimentação no decantador é de $1,74 \text{ cm}/\text{min}$ ($25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$) e a área útil é de $0,16 \text{ m}^2$, portanto as dimensões de largura e comprimento são, respectivamente $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$, a inclinação do cone no decantador é de 65° .

5.6 Drenagem de lodo

Foi utilizada a fórmula empírica estabelecida pela CETESB para realizar o cálculo da geração de lodo no decantador, considerando uma vazão de $4,62 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, a turbidez de 45 NTU e a dosagem de sulfato de alumínio de $250 \text{ mg}/\text{L}$, resultou-se na produção de $0,5 \text{ kg}$ de lodo no sistema.

Para a drenagem do lodo, optou-se pela utilização de bags com capacidade de armazenar o lodo gerado em 60 dias, portanto necessita ter capacidade para suportar até 30 kg . Com base nestes dados, foi escolhido um bag da SNatural Ambiente com dimensões de $1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ de comprimento e largura.

5.7 Filtro

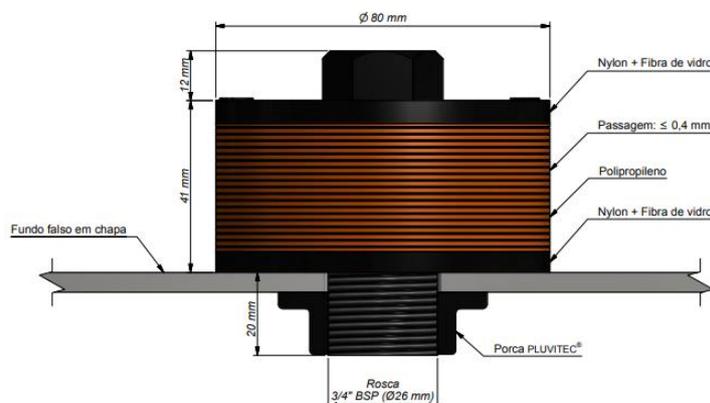
Para reter os sólidos suspensos dissolvidos que pode permanecer na água tratada mesmo após as etapas anteriores, foi realizado o dimensionamento de um filtro de areia com base na NBR 12.216/92. O filtro tem as seguintes características: é um filtro rápido, de dupla camada e fluxo descendente. A composição do filtro é representada de acordo com a Tabela 3, a largura será de $0,40 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ de comprimento.

Tabela 3- Composição e altura do filtro.

ALTURA DO FILTRO RÁPIDO (m)	
Camada filtrante de areia	0,25
Camada filtrante de antracito	0,45
Pedregulhos para suporte	0,4
Fundo falso de crepina	0,2
Retrolavagem	0,33
Fator de segurança	0,24
TOTAL	1,87

Fonte: Autoria própria, 2020.

O fundo falso do filtro será composto por crepinas da Hidro Solo, especificamente o modelo PLUVITEC 3/4" BSP x 20 mm com porca, composto por Nylon + Fibra de Vidro em suas bases e discos de polipropileno, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 5 -Modelo de crepina

Fonte: HidroSolo, 2020.

De acordo com Di Bernardo (2005) é recomendado que a distância entre as crepinas seja de aproximadamente 10 a 12 cm, portanto devido as dimensões do filtro será utilizado duas crepinas com diâmetro de 8 cm e a distância entre elas será de 12 cm.

5.8 Desinfecção

Para a desinfecção da água após a filtração, será utilizado um filtro dosador de cloro que utiliza pastilhas de ácido tricloroisocianúrico, cujo modelo é o SMART CL-9010. De acordo com Richter (2009), foi adotado a dosagem de 2,5 mg/L de cloro, portanto para a vazão de 4 m³/dia será necessário 10 g/dia de pastilhas de cloro.

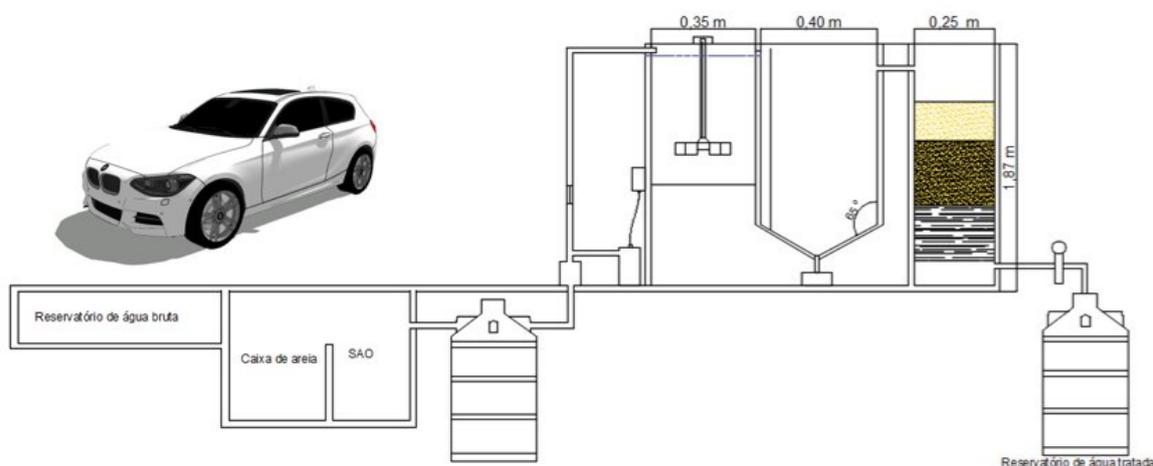
5.9 Reservatório para armazenamento de água tratada

Para o reservatório onde ficará armazenada a água tratada da ETAR, considerando que a geração de lodo será pouca e que a água tratada não será toda utilizada no mesmo dia, adotou-se então um tanque com capacidade total de até 10.000 L, tendo altura de 2 m x largura de 2 m x comprimento de 2,5 m.

5.10. Desenho técnico do sistema

Com base nas dimensões obtidas no decorrer do dimensionamento do projeto, foi elaborado o desenho técnico do sistema de tratamento, conforme a Figura 4.

Figura 6 - Desenho técnico do sistema em planta.



Fonte: Autoria própria, 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o dimensionamento deste sistema de tratamento de água de reuso para o lava-rápido, foram seguidos dados da Norma Brasileira NBR 12216, e dados bibliográficos da literatura para que seja atingido uma alta eficiência de tratamento do efluente, podendo assim trazer benefícios, como a diminuição do valor da conta, desperdícios de água potável, e até contaminação desse efluente em galerias pluviais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992

ALMADA, Rafael Barreto. **PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICOS ACOPLADOS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL PARA FINS DE REÚSO**. 2008. Disponível em: <portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/producao-academica/dissertacoes-de-mestrado/2008-1/213-processos-fisico-quimicos-acoplados-para-tratamento-de-efluente-industrial-para-fins-de-reuso/file> Acesso em: 06 de Junho de 2020.

MARTINS, Hádél Camilo. **ESTUDO SOBRE OS PROCESSOS DE COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO E DECANTAÇÃO EM EFLUENTES ORIUNDOS DE USINA CANAVIEIRA**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD_COEAM_2013_2_10.pdf> Acesso em: 06 de Junho de 2020.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.160, de 13 de abril de 2015**. Cria o Programa de reuso de água em postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos no Município de São Paulo, e dá outras providências.

BRASIL. Norma Técnica 12.216, de 16 de Abril de 1992. **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 16 Abr. 1992.

AMARAL, Pauline Aparecida Pera do et al. **Avaliação da utilização de carvão ativado em pó superfino (S-CAP) associado a membrana de microfiltração (MF) na remoção de atrazina de água de abastecimento**. 2016.

BRASIL. Norma Técnica 12.216, de 16 de Abril de 1992. **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 16 Abr. 1992.