

Edição temática em  
**Sustentabilidade**

# **Iniciação**

Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Volume 9 Número 1

Junho de 2019



ISSN  
2179-474X

## **EDITORIAL**

### **Caro leitor,**

Nesta edição da Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, na Temática Sustentabilidade traz até você em sua edição de 2019, um dossiê e artigos sobre temas variados dentro da área de meio ambiente. Neste contexto, começamos a revista apresentando o dossiê sobre o caso específico no âmbito do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac. Desde o início do curso, em 2005 (e seguindo a mesma linha didática dos cursos anteriores de Gestão Ambiental), o Projeto Integrador - PI, realizado do primeiro ao oitavo semestre, se volta para o desenvolvimento de competências técnicas e a integração dos conteúdos em torno de uma situação prática. Nesta edição é apresentada a experiência em desenvolvimento de PIs, desenvolvidos no 3º, 5º e 7º período. Neste contexto, o PI III definiu como foco o diagnóstico ambiental de setores da bacia hidrográfica do córrego Zavuvus. A pesquisa realizou o diagnóstico e a análise do meio físico e dos processos de ocupação urbano e industrial, responsáveis pelos diversos processos de contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas da bacia estudada. Um dos trabalhos que se destacou foi sobre “O estudo do potencial processo de contaminação por necrochorume dos cemitérios situados no terço médio da bacia” de Alexandre de Moura Feriance, Juliana Maria da Silva, Priscila Moresco Pereira Bertucelli, Lucas Damasio, Rafael Eihati Shimabuk sob orientação do professor Benjamin Capellari. Tendo como organização base de estudo, a empresa Laticínio Soberano, o objetivo geral do PI-V foi desenvolver projetos de empreendedorismo com enfoque sustentável, através de metodologia de plano de negócios e análise de viabilidade. Este PI contou com a parceria da empresa e os projetos focalizaram problemas ambientais específicos relativos à nova planta, a ser construída na área rural de Maria da Fé, Município de Minas Gerais, tendo em vista desenvolver projetos sustentáveis. Cita-se, dentre vários trabalhos, o artigo sobre “Plano de Negócio Sustentável: Sistema de Tratamento de Efluentes para Indústria de Laticínios” de Adriano Alves da Rocha; Charlon Cleyton Silva; Jonatas Reis da Silva; Clayton Paulo Santos Oliveira e Lohaine Rodrigues Alves da Silva, sob orientação da profa. Sílvia Ferreira Mac Dowell. No PI VII, através de aprendizagem baseada em projeto foi desenvolvido um Projeto básico de Estação de Tratamento de Água para reuso de águas servidas em sistemas de Lava rápidos em atendimento à Lei 16160 de 13/04/2015 no Município de São Paulo. Apresenta-se neste dossiê, o artigo do PI VII, intitulado “Projeto básico de engenharia: Tratamento de água de lavagens de veículos para fins de reuso” de Ana Julia Delarme Salomé, Geovanna Martins Belloto; Micheli Tutumi de Araujo; Nicolle Silva da Silva e William Raniele Martins Ferreira, orientado pelo prof. Alexandre Saron.

Na sequência desta edição temos o artigo de Juliana de Oliveira Melo, José Dantas de Araújo Neto, Vagner Sales dos Santos, Edson Moreira Costa Neto, Ana Patrícia Bezerra Maia Lobo, que apresentam sobre “Diagnóstico dos problemas de drenagem urbana no conjunto Novo, Crato-CE”, seguido de mais dois artigos sobre “Utilização de águas cinzas domésticas para o cultivo da pimenta banana papper (*capsicum annum*)” de autores Emanuel Sadal Santos Oliveira, Larisse Filgueiras Eugênio, David da Silva Andrade, Vagner Sales dos Santos, Ticiano Felix de Souza e de Denylson Felisberto Mucipo e Zefanias Jone Magodo nos oportunizando a leitura sobre “Estratégias sustentáveis de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na Cidade de Chimoio, Província de Manica- Moçambique”.

Quero agradecer aos autores desta edição, todos os avaliadores e à equipe executiva, que nos contribuíram para produzir mais este número da Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística – temática Sustentabilidade.

Deixo registrado o meu convite a todos os leitores que nos contribuam enviando os artigos para as futuras edições da temática Sustentabilidade, pois a finalidade é fortalecer na disseminação das pesquisas científicas realizadas pelos alunos e seus orientadores.

Boa leitura a todos!

**Emília Satoshi Miyamaru Seo**  
**Co editora**

# "DOSSIÊ DE TRABALHOS PREMIADOS NA XIX SEMANA UNIFICADA DE APRESENTAÇÕES DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA"

## **Córrego Zavuvus: Cenários de Potencial Contaminação por Necrochurume**

### *Zavuvus Stream: Potential Scenarios Necrochurume Contamination*

*Alexandre de Moura Feriance, Juliana Maria da Silva, Priscila Moresco Pereira Bertucelli, Lucas Damasio, Rafael Eihati Shimabuk.*

*Prof: Benjamin Capellari*

*Centro Universitário SENAC – CAS*

*Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária*

*aleferiance@gmail.com, ju.senac@outlook.com, lucasldamasio@outlook.com, priscilabertucelli@gmail.com, rafaeleihati@gmail.com, bencapellari@gmail.com.*

**Resumo.** Esse presente trabalho tem como cunho os cenários de potencial contaminação por necrochurume na bacia do Córrego Zavuvus. Para isso foi feito um levantamento de dados sobre os cemitérios de Campo Grande e Congonhas, localizados no bairro de Campo Grande, na zona sul de São Paulo; informações sobre o Córrego Zavuvus pertencente a Sub bacia do Guarapiranga e os impactos do necrochurume gerado através da decomposição de corpos. O presente trabalho é do tipo acadêmico, pois insere-se na disciplina do Projeto Integrador III ministrado por um docente. Vale ressaltar que esse trabalho é de cunho teórico, bibliográfico e dissertativo, pois buscou-se entender sobre os impactos ambientais que os cemitérios podem causar na bacia do Córrego Zavuvus. Por tanto, conclui-se que há um potencial de contaminação desse líquido viscoso no córrego Zavuvus, podendo causar riscos à saúde da população em seu entorno e prejudicando a qualidade do solo, a contaminação é feita através de túmulos que possuem impermeabilização precária e sistema de drenagem do cemitério é deficiente, com isso, as águas das chuvas podem inundá-los, e essas mesmas águas são lançadas na rede pluvial urbana e freáticos levando para os corpos d'água, e assim, contaminando-os com as substâncias trazidas dos túmulos.

**Palavras chaves:** Córrego Zavuvus; Cemitérios; Campo Grande; Congonhas; Necrochurume.

**Abstract.** *This present work has the scenarios of potential necrochurume contamination in the Zavuvus Stream basin. For this, a survey was carried out on the Campo Grande and Congonhas cemeteries, located in Jurubatuba and Cidade ademar, in the south of São Paulo. It aims to analyze the impacts of the necrochurume generated through the decomposition of bodies. The present work is of the academic type, as it is part of the Integrator III project taught by one teacher. It is worth mentioning that this work is theoretical, bibliographical and dissertation, as it was sought to understand the environmental impacts that cemeteries can cause in the Zavuvus Stream basin. Therefore, it is concluded that there is a potential for contamination of this viscous liquid in the Zavuvus stream, which may cause health risks to the population around it and impairs soil quality. Contamination is done through graves that do not have waterproofing and the drainage system of the cemetery is deficient, so the rainwater can flood them, and these same waters are thrown into the urban rainwater network and channeled into the bodies of water, and thus contaminating them with the substances brought from the tombs.*

**Key words:** *Zavuvus stream; Cemetery; Campo Grande; Congonhas; Necrochurume.*

## **1. Introdução**

Os cemitérios são lugares presenciados de cultura, através da arquitetura e artes decorativas, quando interpretados permite a interpretação da sociedade nela inserida. A criação do cemitério se deu por uma transição de ruptura de uma sociedade tradicional religiosa (ALMEIDA, 2015).

As pessoas eram enterradas aos redores das Igrejas, pois se acreditava que assim estavam mais próximas da salvação divina. Na mesma época, ideias protestantes começaram a questionar as doutrinas da igreja Católica, com isso os protestantes não eram enterrados em igrejas, criando dessa forma, os primeiros cemitérios (CARNEIRO, 2008).

Contudo, o fim de sepultamentos nas igrejas se deram fim pela saúde pública. Corpos sepultados liberam gases com odor forte que impregnavam a igreja e incomodavam os fiéis. Ao mesmo tempo epidemias e morte por doenças eram comuns, começando a teorizar que os gases liberados pela decomposição dos corpos carregavam as doenças onde levaram o óbito do indivíduo (CARNEIRO, 2008).

Os enterros nos interiores de cidades também trouxeram problemas de contaminação, o necrochurume contaminava o freático fragilizando o abastecimento da cidade (CARNEIRO, 2008).

O necrochurume é uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, possui uma carga poluidora alta, com grau variado de patogenicidade, sendo duas delas altamente tóxicas, cadaverina e putrecina, podendo conter microrganismos patogênicos. A maior parte dos cemitérios não leva em consideração estudos geológicos e hidrogeológicos (NEIRA et al, 2008) e somado ao crescimento populacional, que força pessoas morarem cada vez mais próximos de necrópoles tornam os cemitérios fontes de contaminantes sérios (BORBA; KEMERICH e UCKER, 2018).

Segundo Bacigalupo (2008), o necrochurume pode causar dano ambiental, contaminando águas superficiais e subterrâneas por microrganismos e se proliferar com a decomposição do corpo.

Desta forma o presente trabalho tem como objetivo um estudo de cenários, realizar diagnóstico e prognóstico sobre a área de estudo, o Córrego Zavuvús localizado na região sul de São Paulo e entregar uma maquete apresentando os pontos de influência e sua pluma de contaminação causadas pelo necrochurume com visões de possibilidades futuras. O Córrego Zavuvús está localizado em uma área intensamente urbanizada, cruzante de importantes avenidas da região Sul de São Paulo e possui cerca de 8 km de extensão (PMSP/SIURB, 2013). Na área de influência estão localizados dois cemitérios, Cemitério de Congonhas e o Cemitério de Campo Grande, ambos exercem pressão sobre o Córrego Zavuvús e seus afluentes.

O trabalho se justifica pela região ter uma drenagem extremamente problemático e exerce problemas a população instalada ao seu entorno (PMSP/SIURB, 2013) e observa-se que os cemitérios podem liberar substâncias orgânicas e inorgânicas e de microrganismos patogênicos para o solo e o freático segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1998 (FERNANDES, 2014).

## **2. Revisão de Literatura**

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Zavuvus se localiza na região sul de São Paulo, sua nascente está localizada na rua Domênico Anibal, percorre cerca de 8 km passando pelos distritos das Subprefeituras de Cidade Ademar e de Santo Amaro, até chegar a sua foz no Rio Jurubatuba, fazendo assim parte do sistema de águas Guarapiranga (PREFEITURA DO ESTADO DE SÃO PAULO e SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA DE OBRAS, 2013).

O mesmo tem uma ocupação demográfica intensa na região de sua nascente, que se localiza na região da subprefeitura de Cidade Ademar e chega aos níveis de populacional de 243.372 habitantes, que contém uma média de 13.242 hab/km<sup>2</sup>. Ao decorrer do rio essa densidade diminui e chega ao nível de 91.373 habitantes, sendo uma média de 7.023 hab/km<sup>2</sup> na região de Campo Grande que se localiza na área da subprefeitura de Santo Amaro (EMPLASA, 2008).

A ocupação da bacia é de uso misto, na sua nascente a característica de uso do solo é de baixo padrão e serviços que atendem a população local, como pequenos comércios, escolas, porem há uma incidência de falta de áreas verdes e lazer para a população. Já próximo de sua foz as características mudam contendo, indústrias, residências de alto e médio padrão, e serviços como hospitais, escolas, comércios, área de lazer e cemitérios, incluindo também áreas verdes (EMPLASA, 2008).

Os cemitérios supracitados na região são o cemitério de Congonhas e o cemitério de Campo Grande. O primeiro é um cemitério particular, localizado na Rua Ministro Álvaro de Souza Lima, Jardim Marajoara (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010), o segundo é um cemitério público, sendo um dos mais antigos da capital, fundado em 1953, e tem a sua localização na avenida Nossa Senhora do Sabará, Campo Grande (CEMITERIO.NET, 2019).

### **Cemitério Congonhas**

O Cemitério Congonhas é referência em cemitérios na cidade de São Paulo, de propriedade privada, foi inaugurado em 1970 pelos irmãos Daniel e Fernando Dhelomme, que iniciaram suas obras em 1967 (CEMITERIO.NET, 2019). De acordo com o EVA (2010), o Cemitério de Congonhas contava com 23.000 sepulturas estabelecidas em 93.050m<sup>2</sup>, horizontalmente distribuídas, com previsão de ampliação de outras novas 15.000 sepulturas em quadras planejadas. Seus túmulos são construídos para baixo da terra, isto é, não possui nenhum tipo de construção acima dela, apenas gramado e uma placa de identificação. Possui uma área de mais de 15 mil metros, tem um paisagismo riquíssimo em gramados e árvores, que compõem um belo arranjo paisagístico e está localizado no Jardim Marajoara.

Figura 1: Destaque da área do Cemitério de Congonhas no Jd. Marajoara – São Paulo/SP.



Fonte: Google Earth / Lentz Meio Ambiente.

O Cemitério de Congonhas não possui licença da CETESB. Seu funcionamento, desde a época de sua construção, está autorizado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, sob o Alvará de Construção nº 37.392, de 19 de março de 1969, onde o presidente da Fundação Eduardo Carlos Pereira, autoriza a vender os jazigos já construídos e os que futuramente serão construídos também, ou seja, permitindo a funcionalidade do cemitério e demais construções no local. E pelo Serviço Funerário do Município de São Paulo, com a Licença nº 006670 (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010).

Para se adequar às normas da SMVMA do Município de São Paulo (Resoluções CONAMA Nº335/03 e Nº402/08 e SVMA Nº131/CADES/2009), que demanda a obtenção da LAO – Licença Ambiental de Operação para cemitérios existentes em 04/2003, o Cemitério de Congonhas elaborou seu EVA – Estudo de Viabilidade Ambiental, sob a responsabilidade e coordenação Do Encontro Nacional de Geografia Agrária (ENGA) (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010).

Segundo CEMITÉRIO DE CONGONHAS (2019), em 07/dez/2015, pautada no Parecer Técnico Nº041/DECONT-2/GTAIA/2015, é emitida a LAO Nº05/DECONT-SVMA/2015, assim, em Fev/2016, inicia o período de implantação das ações socioambientais previstas no EVA, que contemplam os Planos de Programas Ambientais descritos a seguir:

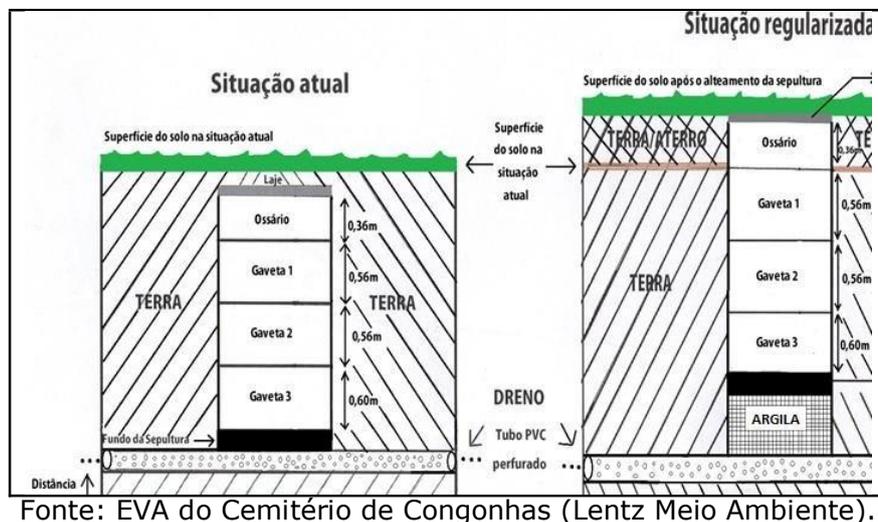
- Programa de Manutenção do Sistema de Drenagem de Águas Superficiais - Monitoramento de bueiros, bocas de lobo e ações de limpeza e manutenção.
- Programa de Manutenção do Sistema de Movimentação de Solo - Monitoramento de processos erosivos e adoção de ações de controle na movimentação de solo para obras e nas operações de sepultamento/exumações.
- Programa de Implantação de Vegetação, Controle e Monitoramento - Implantação do Projeto de revegetação de trecho de APP – Área de Preservação Permanente junto a córrego ao fundo do terreno do Cemitério.
- Programa de Manejo de Pragas e Vetores - Monitoramento e adoção de ações de controle para controle de insetos, roedores e outras pragas e vetores de doenças.
- Programa de Segregação, Acondicionamento e Destino dos Resíduos Sólidos e Orgânicos - Monitoramento e adoção de ações de controle para coleta, armazenamento e disposição de resíduos sólidos gerados no Cemitério.
- Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas - Nas condições operacionais do Cemitério de Congonhas este Programa será realizado na época da renovação da LAO ou em caso de necessidade.
- Programa de Saúde e Segurança do Trabalho (PCMSO / PPRA) - Monitoramento e adoção de ações de controle voltadas ao treinamento, conscientização, segurança e saúde ocupacional dos funcionários do Cemitério.
- Programa de Educação Ambiental - Monitoramento e adoção de ações voltadas ao treinamento e conscientização para uso racional e conservação do meio e seus recursos, aos funcionários próprios e terceirizados do Cemitério.
- Plano de Adequação Ambiental - Adoção de medidas voltadas à regularização de aspectos que demandam tratamentos para adequação ambiental no terreno, instalações ou operação do Cemitério. Ressalta-se que todas as adequações previstas no EVA já foram realizadas e vistoriadas pelos técnicos do órgão, dentre as quais:

- ✓ Distância mínima de 1,5m entre o fundo das sepulturas e o lençol freático

Segundo os levantamentos geológicos realizados, um pequeno trecho do Cemitério apresenta nível de água subterrânea com profundidade na faixa entre 0 a 2m, ou seja, o posicionamento das sepulturas no terreno, terá que manter a distância mínima de 1,5m

entre seu fundo e o freático (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010).

Figura 2: Alternativa para afastamento do fundo da sepultura em relação ao freático.



- ✓ Desativação de fossas sépticas e interligação dos efluentes domésticos à rede da Sabesp

Antigamente os efluentes líquidos gerados no Cemitério (esgoto sanitário), eram encaminhados para 7 fossas sépticas distribuídas pela propriedade e a porção sólida decantada era removida trimestralmente por caminhão limpa-fossa / encaminhada para aterro sanitário licenciado, porém o Cemitério implantou um projeto de rede de esgotamento sanitário, para coleta do esgoto através de rede interna conectada à coletor tronco da SABESP (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010).

- ✓ Efluentes do dreno sob sepulturas lançados na rede de esgotos da SABESP

No Cemitério de Congonhas existe um trecho onde está instalado um dreno abaixo de um conjunto de sepulturas, sendo que as águas ali drenadas eram encaminhadas à rede de drenagem. Após uma análise, foi verificado que essas águas se adequam, à grande maioria, nos parâmetros definidos em lei para lançamento na rede pluvial. Porém, tais águas foram desviadas para a rede de esgoto implantada no local em substituição as fossas sépticas, equacionando o problema (CEMITÉRIO DE CONGONHAS, 2019).

- Tamponamento de poço artesiano existente na propriedade

No local existe um poço artesiano outorgado junto ao DAEE, cuja água era utilizada eventualmente e apenas para irrigação dos jardins. Este poço foi lacrado por empresa especializada que forneceu laudo de lacração, e o DAEE emitiu registro do tamponamento (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2010).

- Plano de Encerramento - A desativação do Cemitério de Congonhas é improvável. Mas se eventualmente ocorrer, o terreno integrará o Sistema de Áreas Verdes do Município de São Paulo, sendo transformado em Parque Municipal.

- Outras Ações ambientais - Projeto de Acessibilidade; Cadastramento Arbóreo; Parecer técnico sobre sítios arqueológicos e sobre bens tombados; Atualização e Adequações na base cartográfica (Planta) do Cemitério.

### **Cemitério Campo Grande**

O Cemitério Campo Grande foi fundado em 1953, pela prefeitura de São Paulo e está localizado em um lugar de fácil acesso, próximo a grandes avenidas, como Avenida Interlagos, a Avenida Nossa Senhora do Sabará, Avenida Washington Luis entre outras na Zona Sul de São Paulo, e é um dos mais antigos cemitérios da capital paulista. Possui uma área total de 138.912 m<sup>2</sup>, já todo tomado por túmulos e enormes mausoléus e uma outra parte destinada para sepultamentos provisórios (CEMITÉRIO.NET, 2019).

Trata-se de um cemitério de domínio público, onde tem sua vistoria, melhorias, e planejamentos, feitos pela Prefeitura do Estado de São Paulo e atualmente não possui nenhuma licença ambiental, como citado no Cemitério de Congonhas(CEMITÉRIO.NET, 2019).

### **Necrochorume**

Necrochorume é um líquido viscoso, de cor acinzentada a acastanhada, resultado da decomposição de um corpo, que é eliminado durante o primeiro ano após o sepultamento. Estima-se que um cadáver adulto de 70 kg, libera em média, 30 L de necrochorume. É formado por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, sendo duas delas altamente tóxicas: putrescina e a cadaverina. (PACHECO, 2009)

Podem estar presentes no necrochorume, as bactérias e vírus agentes transmissores de doenças como a febre tifoide, hepatite infecciosa, paratifoide e outras. Essa contaminação é feita através de cemitérios que não possuem impermeabilização e seu sistema de drenagem é deficiente, com isso, as águas das chuvas podem inundar os túmulos, e essas mesmas águas são lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas nos corpos d'água, e assim, contaminando-os com as substâncias trazidas dos túmulos. Enfatizando que essas águas são consumidas pela população de baixa renda, ou, como no caso do córrego Zavuvus, muitas dessas pessoas residem em torno do córrego. (PACHECO, 2009)

## **3. Metodologia**

Para a reunir os dados secundários sobre o tema: cemitérios e contaminação por necrochorume, Bacia hidrográfica do Córrego Zavuvús e o crescimento demográfico da região foram utilizados livros, pesquisas, artigos, relatório de impacto ambiental, teses.

No levantamento sobre a região fez o uso de mapas, imagens e software como o Geosampa, SIM Emplasa e o Google Earth. Com esses dados se obteve as características sociais, econômicas, ambiental e geológicas.

No levantamento histórico da região se visitou o arquivo histórico do Município de São Paulo para obter mapas e fotos sobre a região, houve a consulta do mapeamento topográfico do Sara Brasil (1930), imagens áreas de 1958 do GeoPortal e livros.

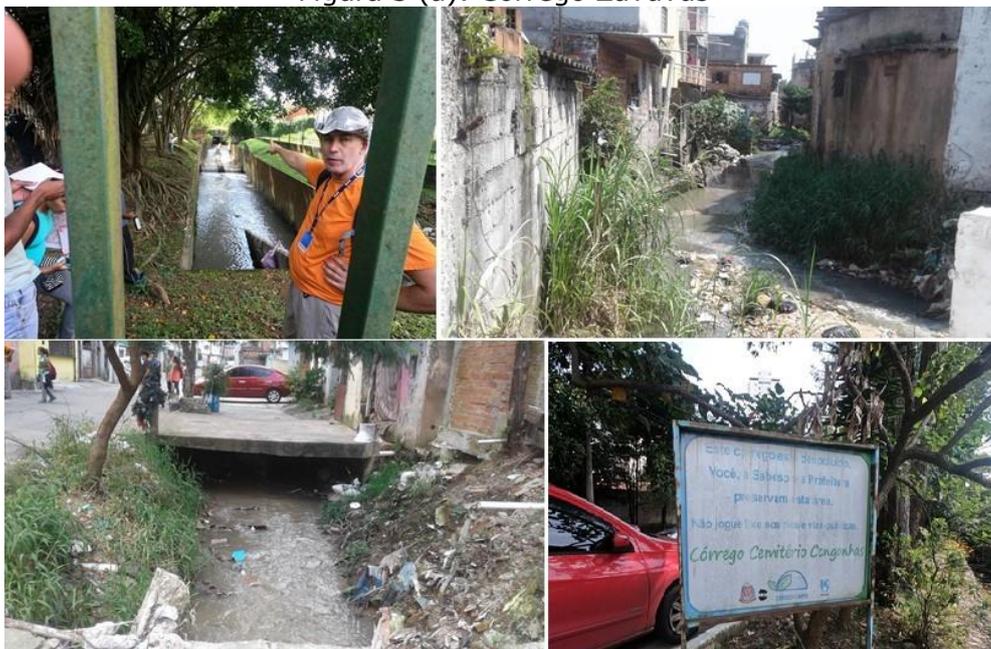
### **Aquisição de Dados Primários**

Para obter os dados primários foi realizado uma visita técnica no dia 27 de março de 2019 em todo o percurso que o Córrego Zavuvús percorre até desaguar no rio Jurubatuba, por meio dessa visita adquirimos dados de latitude e longitude, imagens, informações de moradores do entorno do córrego e parâmetros socioeconômicos e seus vetores de

pressão ambiental.

A partir de todos os dados primários e secundários recolhidos, os integrantes criaram mapas da região, do córrego e dos cemitérios, onde indica possíveis poluições nessa área.

Figura 3 (a): Córrego Zavuvús



Fonte: Própria

Figura 3 (b): Córrego Zavuvús



Fonte: Própria.

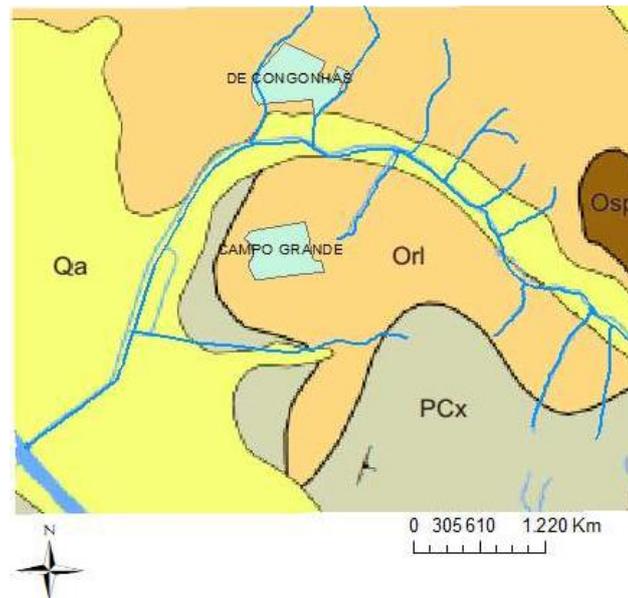
#### 4. Diagnóstico

XVII Semana Unificada de Apresentações  
Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

A região de São Paulo se encontra desenvolvida sobre terreno sedimentar com idade cenozóica da Bacia Sedimentar de São Paulo, controlada pela zona de cisalhamento de Taxaguara-Guarani. A região é caracterizada como terreno cristalino pré-cambriano representado por granito sin e pós-tectônico e por rochas metamórficas (migmatitos, gnaisses, xistos e metassedimentos em gerais) (SMA e SSE, 2009, pg 24).

A Bacia do Córrego Zavuvús está sobre cobertura aluvionares fluviais (Qa) com a espessura irregular. Destaca-se ao sul da Bacia uma cobertura de micaxisto (PCx), em torno do córrego em ambas as margens predomina a formação Resende (Orl) a formação São Paulo (Osp) ocorre de maneira isolada na Bacia. Figura (2) (SMA e SSE, 2009).

Figura 4 Geologia do Córrego Zavuvús



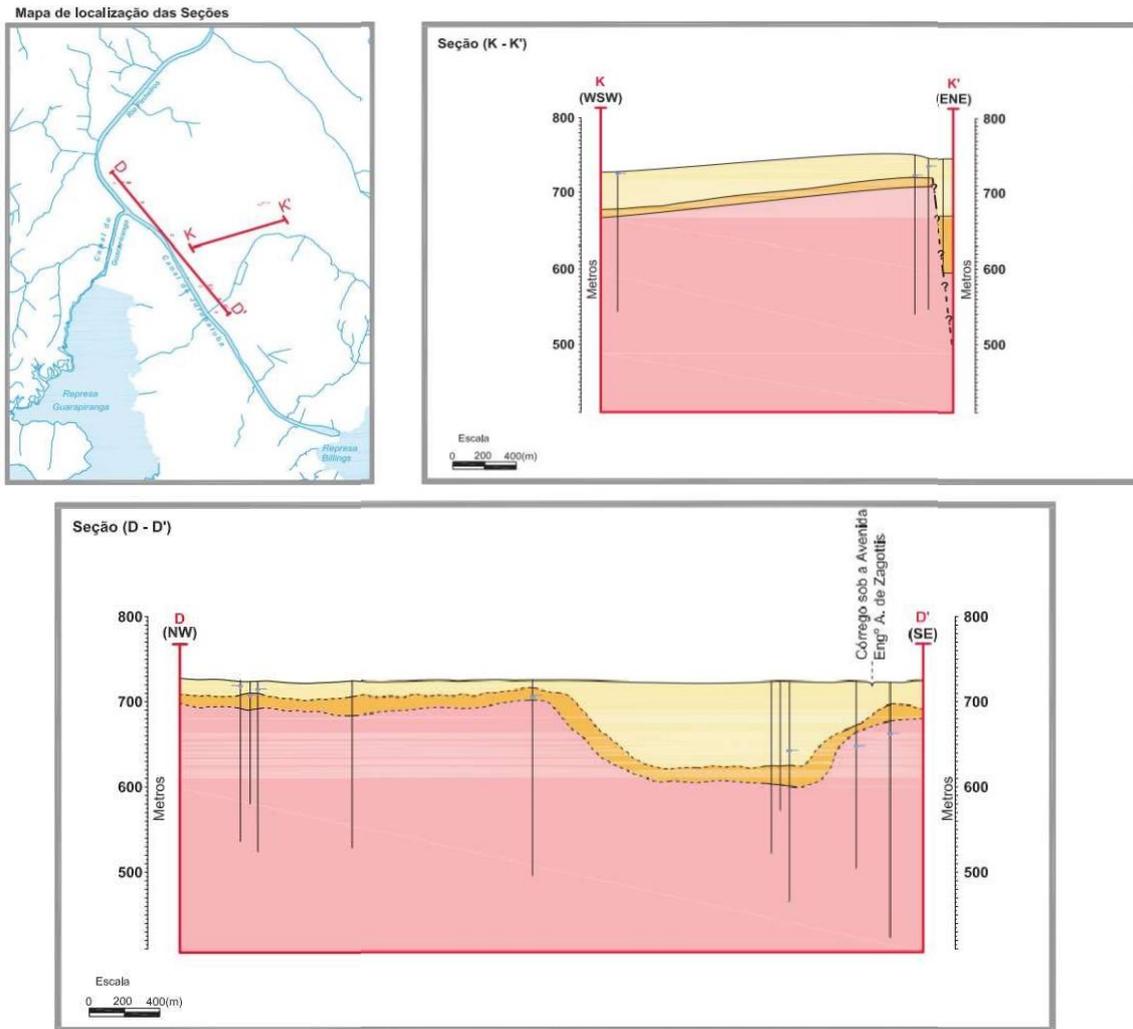
Fonte: SMA e SSE, 2009 – Modificada pelo autor

A região estudada está sobre terrenos sedimentares e cristalina, com identificação de basculados com desníveis verticais de origem tectônica, como apresenta a figura (3) (SMA e SSE, 2009).

A profundidade litológica varia entre 25 a 50 metros, porém próximo a jusante possui uma profundidade mais acentuada, alcançando por volta de 70 metros. O SAS apresenta sua superfície de embasamento pré-cambriano sob sedimentos bastantes irregular, com desníveis que podem chegar a 100m (SMA e SSE, 2009).

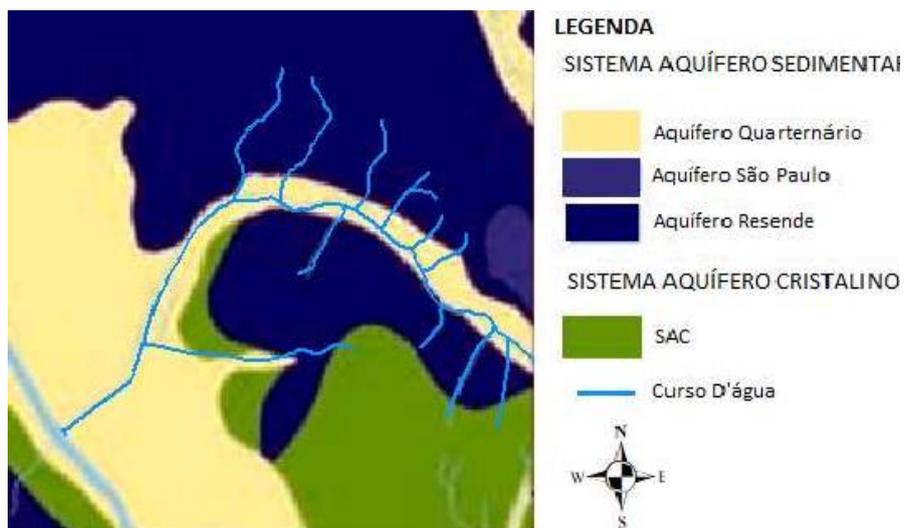
O aquífero da região se divide em Sistema Aquífero Sedimentar (SAS) e o Sistema Aquífero Cristalino (SAC), como mostra a figura (4). O SAS, possui porosidade primária, compreendida pelo Aquífero Quaternário, São Paulo e Resende, enquanto o SAC de porosidade secundária. O Aquífero Quaternário (Qa) engloba sedimento aluviais, predominantemente areno-argiloso com extensão e espessura menor de 10m muito limitadas. O Aquífero São Paulo (Osp) são depósitos de sedimentos fluviais meandrantas, composto por cascalho, areia e silte argiloso. São de baixa profundidade e caracteriza-se por aquífero livre a semiconfinado. O Aquífero Resende (Orl), é constituído por depósitos intercalados de lamitos arenoso e argiloso, provenientes de ambientes compostos por sistemas de leque aluviais e planície fluviais, sendo elas, de pequena extensão e livre a semiconfinados

Figura 5 Profundidade Litológica



Fonte: SMA e SSE, 2009 – Modificada pelo autor

Figura 6 Região de Aquífero



Fonte: SMA e SSE, 2009 – Modificada pelo autor

O SAC é associado a rochas predominantemente metassedimentares que incluem em sua maioria micaxistos (PCx), caracteriza-se por aquífero livre onde as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas e com a profundidade de média a baixa (SMA e SSE, 2009).

O Aquífero Quaternário ocorre ao longo de todo o percurso do Córrego Zavuvús, enquanto o Aquífero Resende segue em ambas as margens, de seu montante a próximo da jusante. O Aquífero São Paulo ocorre de forma isolada próximo ao montante, situado ao norte do curso d'água, já o SAC se encontra ao sul do canal (SMA e SSE, 2009).

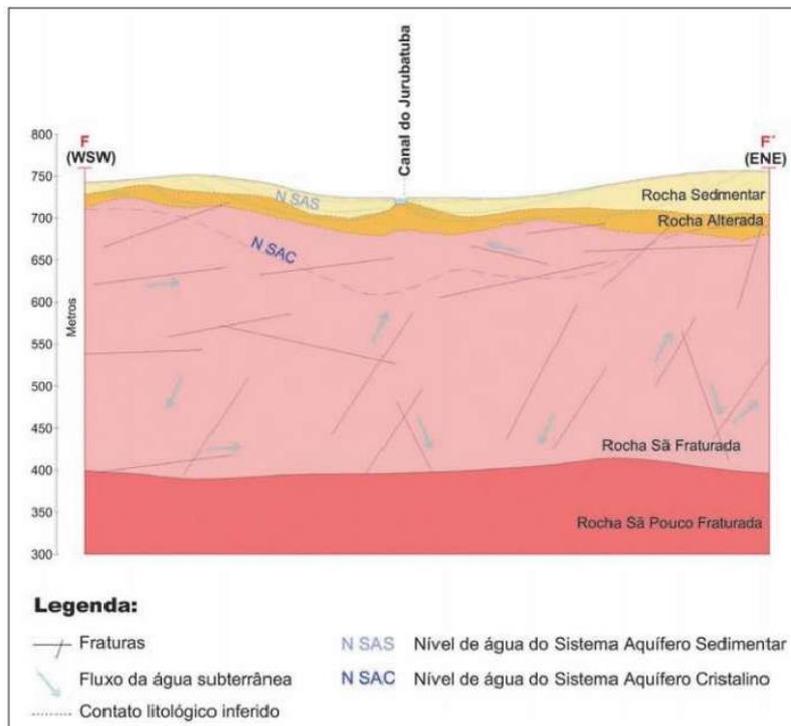
O SAS apresenta grande descontinuidade e variação nas camadas de argila e areia, permitindo classificar como livre e semiconfinado heterogêneo e anisotrópico, indicando diferentes cargas hidráulicas e ocorrências de aquíferos locais (SMA e SSE, 2009).

Segundo dados do SMA e SSE (2009), na região próximo ao canal do Rio Jurubatuba e jusante do Córrego Zavuvús exibe condições de recargas do aquífero superficial, por infiltração de águas fluviais e perda da rede pública. No SAS deve fazer parte de um sistema local e mais raso, tendo uma relação direta com fontes de contaminação. O SAC possui o fluxo d'água pelas fraturas e também fluxo horizontal (SMA e SSE, 2009).

Há dois níveis para a região de estudo, o primeiro nível mais raso associado ao SAS, assimilado aos níveis de drenagem locais; e o segundo nível, mais profundo, associado a forte bombeamento do SAC (nível dinâmico). No caso do estudo apresentado será associado ao nível do SAS, devido a sua alta sensibilidade de contaminação (SMA e SSE, 2009).

Ambos os sistemas SAS e SAC possui os fluxos predominantemente horizontal e com fluxo vertical mais lento, quando comparado ao horizontal. Isso ocorre devido a transmissão vertical do aquífero superior (sedimentos e rochas alteradas) para a porção inferior (rocha são fraturada e pouco fraturada). A figura (5) representa a ilustração do modelo litológico (SMA e SSE, 2009).

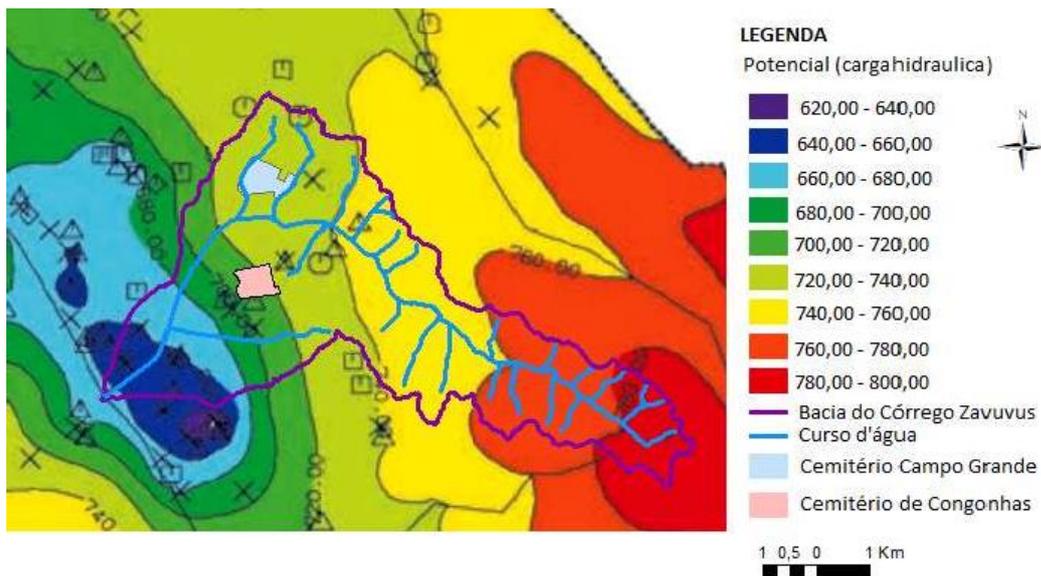
Figura 7 Modelo Litológico



Fonte: SMA e SSE, 2009

Segundo dados do DAEE apud SMA e SEE (2008), para o SAS são informados valores de transmissividade média é de  $50\text{m}^2/\text{dia}$  e condutividade hidráulica de  $0,16\text{ metros/dias}$  (ou  $1 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ ), entretanto, os valores se referem a área de estudo dos autores (Região do Jurubatuba), tornando-os menos precisos. Na calibração da carga hidráulica e recarga varia de  $130\text{ mm/ano}$  a  $300\text{ mm/ano}$ , sendo menor em áreas mais impermeabilizadas, na figura (6) observa o modelo numérico do sistema de fluxo de carga hidráulica (SMA e SSE, 2009).

Figura 8 Fluxo de Carga Hidráulica



Fonte: SMA e SSE, 2009 – Modificada pelo autor

## **Vulnerabilidade dos Aquíferos**

Segundo SMA e SEE (2009), para cada aquífero há um nível de vulnerabilidade:

- Aquífero Quaternário: alta vulnerabilidade, por conter areno argilosa e ao fato do freático ser mais raso, entre 1 a 5 metros;
- Aquífero São Paulo: apresenta um índice médio por conter silte argila e o freático ser mais profundo, entre 5 a 20 metros;
- Aquífero Resende: possui alto nível de vulnerabilidade, predominando manitos areno argiloso e o freático está a nível de 1 a 5 metros;
- SAC: existe baixa quantidade de dados, dificultando a determinação da vulnerabilidade do aquífero, a profundidade varia de 5 metros a superior à 20 metros, caracterizado por intemperismo de rochas metamórficas e ígneas, permite classificar como nível médio.

## **Caracterização da região**

### **Campo Grande**

Segundo o censo do IBGE de 2000 a população alcança 91.373 pessoas, que se distribuem em 27.426 domicílios com uma área de 13,01 quilômetros quadrados, assim, resulta uma população de 7.023 hab/km<sup>2</sup>. (EMPLASA 2008).

Segundo dados do EMPLASA (2008), o uso do solo é identificado por quatro domicílios no distrito de Campo Grande: Campo Grande, Vila Sabará, Jurubatuba e Jardim Marajoara.

No domicílio de Campo Grande possui uma área de 2.713km<sup>2</sup>, com população de 29.629 pessoas equivalente a 32,43% da população total. Abriga 8.477 domicílios permanentes, desses são 1.629 apartamento (19,22%), 6.701 casas (79,05%) e 147 cômodos (1,73%). A região norte está predominada por residências horizontais de renda média, com a presença de algumas residências verticais, enquanto ao sul, estão localizadas residências de média e média baixa renda. No centro de Campo Grande o solo se faz ao uso de Shoppings como o Interlagos e Intelar, as avenidas com maior importância são: Interlagos, Nossa Senhora do Sabará e a Yervant Kissajikian, ocorrendo ocupação mista de serviços, comércio e residências (EMPLASA,2008).

A Vila Sabará possui uma área de 2.351 km<sup>2</sup>, com uma população de 9.560 de pessoas (32% do subdistrito de Campo Grande) e 2.904 domicílios, sendo deles, 75,28% casas (2.186 unidades), 24,38% prédios (708 unidades) e 0,34% de cômodos (10 unidades). A ocupação é diversificada com indústria, residência, tratamento de resíduos sólidos, comércios, serviços e ferrovias. Os seus moradores são antigos operários que moram em residências horizontais na região norte e nordeste do distrito (ENPLASA,2008).

No Distrito de Jurubatuba, possui uma extensão de 4.826 km<sup>2</sup>, com 15.083 moradores (16,51% do total de Campo Grande) onde habitam 4.685 moradias, sendo elas, 33,6% apartamentos (1.574 unidades), 65,98% de casas (3.091 unidades) e 0,43% de cômodos (20 unidades). A região é densamente ocupada por indústria representando 59,51% do território do distrito, sendo áreas com grandes galpões antigos que abrigam novas fabricas e outras atividades como o Shopping SP Market e apartamentos residências. Essa porção também abriga o São Paulo Golf Club e o Centro Universitário Senac além de antigas residências dos antigos operários das fabricas. Devido à valorização da área, a região está com sofrendo tendências de ocupação residenciais verticais de médio e alto padrão. As principais vias são: (EMPLASA, 2008).

O subdistrito do Jardim Marajoara tem uma área de 3.120km<sup>2</sup>, com uma população de 37.101 pessoas (40,60% do total de Campo Grande), com 11.177 Habitações com

52,92% apartamentos (5.915 unidades), 46,48% casas (5.195 unidades) e 0,60% cômodos (67 unidades). Nessa região grande parte das residências ao norte são de classe média alta, em grandes lotes e edifícios verticais com áreas de lazer, como o Condomínio Jardim Marajoara, o local também abriga o cemitério de Congonhas e o cemitério de Campo Grande, mais ao nordeste as residências são antigas e com edificações mais modestas. As avenidas principais são: Avenidas: Washington Luís, Interlagos, Nossa Senhora do Sabará existe em seu entorno há um misto de comércios, serviços e residências antigas (EMPLASA, 2008).

### **Cidade Ademar**

A Cidade Ademar foi ocupada inicialmente por invasões e ocupação de territórios irregulares como em áreas de mananciais e de riscos. Grande parte dos moradores eram trabalhadores das indústrias instalados na região de Santo Amaro recebendo migrantes de diversos estados do Brasil (PREFEITURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013).

A região tem um total de 12 km<sup>2</sup> sendo limitada ao norte pelas Avenidas Vereador João de Luca e Ruas: Juan de La Cruz, Frederico Albuquerque, Margarida Zinng, Victória Simões, Visconde de Santa Isabel, Antônio de Pinho Azevedo, Álvares Fagundes, Rolando Curtis e Eduardo Barros, ao sul pela Estrada do Bom Retiro, Avenida Augusto de Castro e as Ruas: Giuseppe Adam, Gabriela Besanzoni, Salvador Oliveira Paes, Papa Gregório Magno e do Retiro, ao leste Estrada Divisor do Parque do Estado e Avenidas: Assembléia e Senador Vitorino Freire e oeste pelas Avenidas: Washington Luís e Interlagos (EMPLASA, 2008).

Os padrões de uso e ocupação do solo, características socioeconômicas da população no distrito de Cidade Ademar foram identificadas três distritos: Cidade Ademar, Vila Missionária e Jardim Miriam.

O Distrito de Cidade Ademar possui uma área de 4.152km<sup>2</sup>, onde habitam 54.979 pessoas (22,59% do total de Cidade Ademar), possui um total de 15.618 residências, sendo 77,37% de casas (12.083 unidades), 19,47% são apartamentos (3.041 unidades) e 3,16% cômodos (494 unidades). Na região sul do distrito seu adensamento é intenso com moradias com várias famílias e subdivididas, avançando para o sul, os padrões se tornam extremamente precários. Próximos a avenida Cupecê, existe um misto de ocupação urbana, com comércios, alguns serviços, convivendo com residências. O distrito sofre uma questão de mobilidade urbana, com enormes congestionamentos nos horários de pico manhã e tarde, com várias linhas de ônibus e alto índice de transporte individual. (EMPLASA, 2008).

O Distrito de Vila Missionário, possui uma área de 2,926km<sup>2</sup> (24% de Cidade Ademar), possuindo um total de habitantes de 71.652, com um todo de 18.832 moradias, sendo elas, 92,93% de casas (17.500 unidades), 4,31% são apartamentos (812 unidades) e 2,76% de cômodos (520 unidades). As residências são predominantemente horizontais e com uma condição precária. Na porção nordeste existe um condomínio vertical de padrão médio e ao sudeste possui algumas residências de dois pavimentos. Ao sul, sudoeste e sudeste ocorrem núcleo de favelas, principalmente próximos aos córregos existentes. Os acessos principais são Avenida Yervant Kissajikian e Ruas: Hermenegildo Martins, Selma Kurtis, Amadeu Bassi, Peixoto de Melo Filho, Elde Morena, O Estado de São Paulo e Pedro Gonçalves Meira (EMPLSA, 2008).

O Distrito de Jardim Miriam possui uma área de 5,115 km<sup>2</sup>, com um total de 116.741 habitantes (47,97% de Cidade Ademar), possui um total de moradia de 31.322 unidades, com 9,66% de casas (28.10 unidades), 5,47% de apartamentos (1.714 unidades) e 2,87% de cômodos (898 unidades). A ocupação vai de médio a precário conforme de distância das Avenidas Cupecê e Yervant Kissajikian. No entorno dessas avenidas existe uma ocupação de comercio e serviços, convivendo com residências verticais de médio

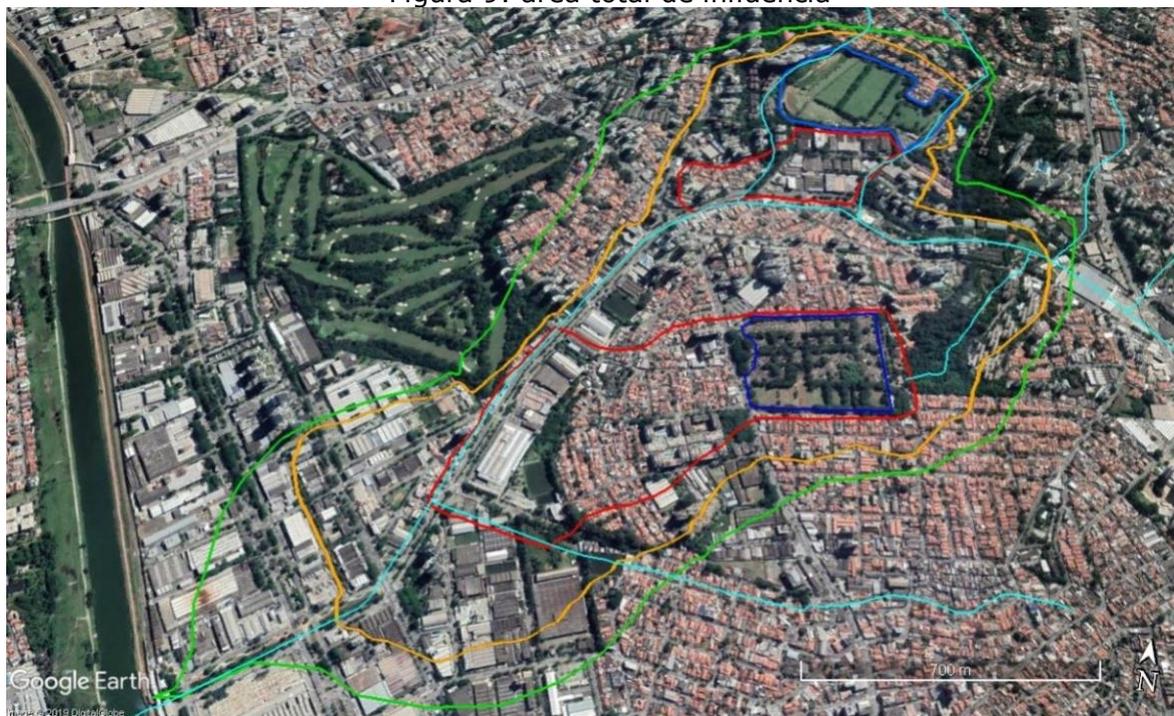
padrão. Entretanto nas proximidades de córregos há uma ocupação de favelas (EMPLASA, 2008).

## 5. Cenários

### Tendencial

Na região da Bacia do Córrego Zavuvús há dois cemitérios, o Cemitério do Campo Grande o Cemitério de Congonhas, sendo um de ordem pública e o outro de ordem privada, respectivamente. Segundo os dados levantados durante a pesquisa o cemitério que mais está enquadrado mediante a legislação é o de Congonhas, através do Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA), que possui um eficiente sistema de drenagem e impermeabilização das jazidas, já o cemitério Campo Grande, contém pouca informação, sobre sistema de drenagem e captação de necrochorume. A imagem a seguir exemplifica de forma aérea a localização dos cemitérios.

Figura 9: área total de influencia



Fonte: Própria, 2019.

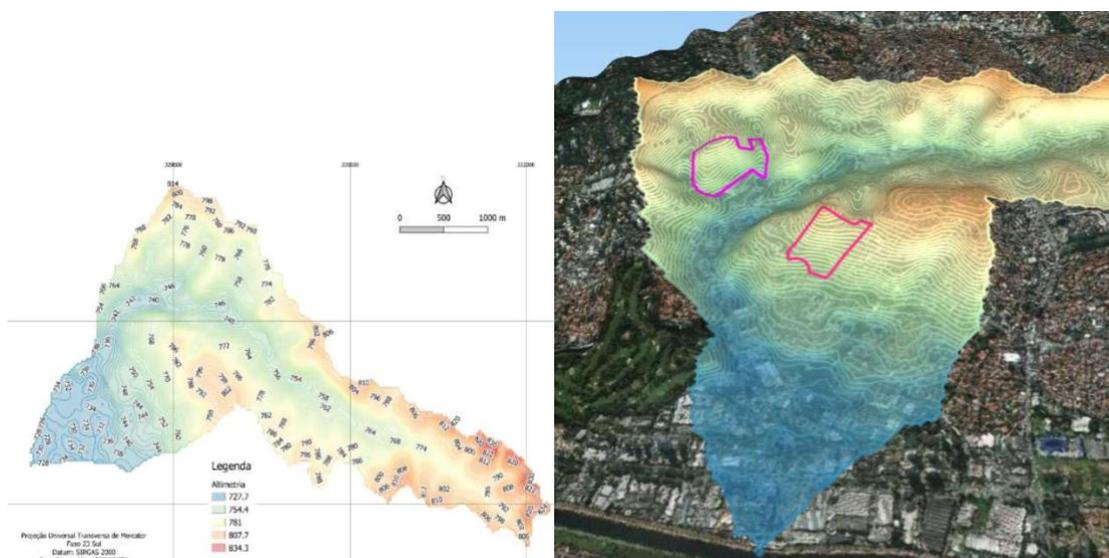
A figura 11 representa a região total que sofre impactos causados pelo necrochorume, a extensão de influência é um total de 3 km<sup>2</sup>, os cemitérios estão destacados na imagem com a cor azul escuro; em azul claro está o corpo d'água em questão, o Córrego Zavuvus; já em vermelho está destacado a zona de alto potencial de contaminação de percolação do

poluente; em amarelo destaca-se a área de médio grau de contaminação e essa une as regiões dos dois cemitérios em questão; em verde está destacado a área de baixa influência na área, e tem um menor grau de contaminação nestes perímetros.

Segundo CARNEIRO a pluma de contaminação por necrochorume estende-se por um raio de 400 metros de distância do cemitério, acredita-se que esse valor é considerado em terrenos plano, onde não haja variações relevantes na topografia.

A região da Bacia do Córrego Zavuvus, conta com uma declividade acentuada em sua extensão, justamente por se tratar de uma área de uma bacia hidrográfica. A imagem 12 exemplifica a declividade no entorno da bacia. Já o modelo em 3D da figura 13, inclui os cemitérios na bacia.

Figura 10: Altimetria da Bacia do Córrego do Zavuvus



Fonte: Própria

Levando em conta essas informações, pode-se levantar que a área de contaminação de necrochorume percola em graus diferenciados na região, comparando com terrenos planos, como CARNEIRO destaca. Muito disso ocorre em relação da topografia da região e ao declive acentuado na área dos cemitérios, como pode-se analisar na figura 13. Onde os cemitérios estão destacados em relação a topografia da região. A região se destaca com a formação geológica como areno-argiloso e com o freático a níveis de 5 a 20 metros de profundidade, assim tonando a percolação do contaminante mais rápida e de grande

alcance.

Apesar de próximos e contarem com um sistema de coleta e tratamento do contaminante diferentes, cada cemitério deve ser analisado de forma única, pois o de Congonhas se encontra instalado em uma área de base de vertente, contendo uma declividade muito acentuada, enquanto o de Campo Grande tem a sua localização em topo de morro. As imagens a seguir (14 e 15) apresentam o cenário tendencial de potencial de contaminação individual para o cemitério.

Figura 12: Potencial de contaminação do cemitério de Campo Grande



Fonte: Própria

De acordo com os dados levantados na pesquisa, o valor médio gerado de necrochorume por ano, proveniente do cemitério de Campo Grande é de 129.024 litros. Na imagem 14, está destacado de forma individual o potencial de contaminação do Cemitério de Campo Grande em relação a sua área de influência. Sendo em azul escuro o próprio cemitério, em azul claro por onde o córrego Zavuvus passa; em vermelho a área com potencial alto para contaminação, em amarelo a área com media influência de contaminação e em verde está a área com baixo potencial para ser contaminado pelo necrochorume proveniente deste cemitério.

A partir dos dados levantados na pesquisa, o valor médio gerado de contaminante proveniente do cemitério de Congonhas é de 63 mil litros por ano. Na figura 15, está destacado de forma individual o potencial de contaminação do Cemitério de Congonhas em relação a sua área de influência com as mesmas descrições por cor.

Figura 13: Potencial de contaminação do cemitério de Congonhas



Fonte: Própria.

Atualmente, não há registro de captação de água por poços artesianos para consumo humano, na região de análise, por esses motivos não foram registrados uma grande incidência de casos febre tifoide que possa ter sido oriunda da contaminação por necrochorume, de acordo com a Prefeitura do Estado de São Paulo no período de 2007 até o mês de abril de 2019 foram relatados um total de 59 casos na cidade, havendo apenas 1 morte nesse período. A seguir a tabela Série histórica de casos e óbitos confirmados de Febre Tifoide, Coeficiente de incidência e mortalidade (por 100 mil habitantes), residentes no Município de São Paulo, 2007 a abril de 2019

Tabela 1: Casos de febre tifoide no município de São Paulo

Ano de notificação	Número de casos	Coeficiente de incidência <sup>&amp;</sup>	Número de óbitos	Coeficiente de mortalidade <sup>&amp;</sup>
2007	14	0,13	0	0,00
2008	4	0,04	1	0,01
2009	3	0,03	0	0,00
2010	1	0,01	0	0,00
2011	1	0,01	0	0,00
2012	1	0,01	0	0,00
2013	1	0,01	0	0,00
2014	1	0,01	0	0,00
2015	1	0,01	0	0,00
2016	0	0,00	0	0,00
2017	18	0,15	0	0,00
2018	9	0,08	0	0,00
2019*	5	0,04	0	0,00

Fonte: Prefeitura do Estado de São Paulo

### Manejo

Para realizar o cenário de manejo, foi levado em conta o CONAMA 335/03, Lei 6,938/81 a Lei 21.651/12, tendo em vista, que os cemitérios deverão se ajustar as normas e com isso diminuindo o lançamento de necrochorume no solo. Segundo dados levantados somente o

Cemitério de Congonhas possui um licenciamento ambiental, assim, podemos levar em conta que o mesmo já atende os pré-requisitos do cenário de manejo.

No caso do Cemitério de Campo Grande, devido à falta de dados existentes ou fornecido, será levado em conta que o mesmo não possui licenciamento ambiental e que os jazidos são feitos com e sem alvenaria e sem sistema de drenagem de necrochorume. Para que o cenário de manejo seja efetivo, o mesmo deve seguir o Art 4 e 5 do Conama 335/03, assim como o Art. 10 da lei 6.938/81. Em seu licenciamento ambiental deve conter o estudo do perfil litológico, variação dos aquífero, sondagem mecânica do subsolo.

O local instalado o Cemitério de Campo Grande, se encontra próximo de uma nascente, com isso o mesmo deverá realizar medidas compensatórias para a sua permanência no local e recuperação do meio ambiente. A medida compensatória deve ser proposta após o estudo da área para sua maior eficiência.

Para o tratamento do necrochorume a mais adequada é a pastilha com bactérias consumidora de matéria orgânica. A mesma pode ser colocada junto a urna funerária, essas colônias de bactérias são ativadas conforme é formado o necrochorume, consumindo compostos orgânicos de difícil metabolização como gordura, óleos, graxas e lipídeos e transformando em dióxido de carbono (FRANCISCO at al, 2017). Esse instrumento pode ser aplicado facilmente no processo de enterro sem que seja preciso obras na área de sepultamento.

Com os pontos levantados o cenário com potencial risco de contaminação por necrochorume, pode ser estimado segundo a Figura (?), justificando a sua montagem pela grande diminuição de emissão de contaminante na área pelas medidas preservativas dadas pela lei e o método de pastilha com bactérias consumidora de matéria orgânica.

*Figura 1 Cenário Tendencial*



Fonte: Google Earth, Elaborado por autor

## 6. Conclusão

A partir de todos os dados reunidos das características do córrego Zavuvus, e cemitérios que estão em sua bacia hidrográfica, obtêm-se a seguinte conclusão: há um potencial de contaminação de necrochurume no córrego Zavuvus, podendo causar riscos à saúde da população em seu entorno e prejudicando a qualidade do solo.

No caso do cemitério de Congonhas, mesmo estando localizado em área de APP, possui um licenciamento ambiental através do EVA, e, um estudo sobre o impacto de suas ações, almejando diminuir os danos ambientais. Podendo criar um cenário de contaminação ao longo dos anos com dados precisos.

Em contra partida, no cemitério de Campo Grande, não foi localizado nenhum dado sobre o estudo do local, sua contaminação com o solo, e licenciamento ambiental, assim, dificultando a criação do cenário.

## Referências

ALMEIDA. M. G. **Memória e História: O Cemitério Como Espaço Para Educação Patrimonial**. XXVIII Simpósio Nacional de História, Florianópolis SC, julho de 2015. Disponível em <[http://www.snh2015.anpuh.org/resources/anais/39/1437954075\\_ARQUIVO\\_ARTIGO\\_COMPLETOANPUH2015.pdf](http://www.snh2015.anpuh.org/resources/anais/39/1437954075_ARQUIVO_ARTIGO_COMPLETOANPUH2015.pdf)>. Acessado em 09/04/2019.

BACIGALUPO. R. **Cemitérios: Fontes Potenciais de Impactos Ambientais**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <[www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07\\_neiradfetal\\_3641.pdf](http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_neiradfetal_3641.pdf)>. Acessado em 09/04/2019.

BORBA. W. F.; KEMERICH. P e UCKER F. E. **Cemitérios Como Fontes de Contaminantes Ambiental**. Scientific American Brasil, 2018. Disponível em <[https://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios\\_como\\_fonte\\_de\\_contaminacao\\_ambiental.html](https://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios_como_fonte_de_contaminacao_ambiental.html)>. Acessado em 09/04/2019.

CARNEIRO. V. S. **Impactos Causados Por Necrochurume de Cemitérios: Meio Ambiente e Saúde Pública**. Universidade Federal da Bahia, Salvador BA, 2008. Disponível em <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956/14325>>. Acessado em 09/04/2019.

CEMITÉRIO DE CONGONHAS. **Licença Ambiental**. Disponível em <<http://www.cemiteriocongonghas.com.br/licenca-ambiental/>> Acessado em 12/05/2019.

CEMITÉRIO.NET. **Cemitério Campo Grande**. Disponível em <<http://www.cemiterio.net/cemiterio-campo-grande/>> Acessado em 13/05/2019.

EMPLASA. **Campo Grande – Segundo Unidades de Informações Territoriais (UTIs)**. Secretária de Estado de Economia e Planejamento, Governo do Estado de São Paulo, 2008. Disponível em <<https://uit.emplasa.sp.gov.br/PDF/RMSP/355030816.pdf>>. Acessado em 28/04/2019.

EMPLASA. **Cidade Ademar – Segundo Unidades de Informações Territoriais (UTIs)**. Secretária de Estado de Economia e Planejamento, Governo do Estado de São Paulo, 2008. Disponível em <<https://uit.emplasa.sp.gov.br/PDF/RMSP/355030822.pdf>>. Acessado em 28/04/2019.

FERNANDES D. A. **O Efeito do Necrochorume no Meio Ambiente e Sua Imputação Penal**. Centro Universitário de Barra Mansa, Rio de Janeiro – RJ, 2014. Disponível em <[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Gqwe6INKLYgJ:www.faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/download/122/pdf\\_20/+&cd=6&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Gqwe6INKLYgJ:www.faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/download/122/pdf_20/+&cd=6&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acessado em 09/04/2019.

NEIRA, D. F. et al. **Impactos do Necrochorume nas Águas Subterrâneas do Cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil**. ESFA, Copyright, 2008. Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/342589473/Neira-et-al-2008-pdf>>. Acessado em 06/05/2019.

PACHECO, A e SILVA, L. M. **Cemitérios Sustentáveis**. Geociências da Universidade de São Paulo (USP), Abril de 2009.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **EVA – Estudo de Viabilidade Ambiental Para o Cemitério de Congonhas**. Termo de Referência nº 11/ Decont-2010, Lentz Meio Ambiente. Disponível em <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/eia\\_rima\\_eva/eva\\_10\\_11\\_11\\_final.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/eia_rima_eva/eva_10_11_11_final.pdf)>. Acessado em 20/04/2019.

PREFEITURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Programa Patrimônio e Referência Culturais nas Subprefeitura**. Departamento do Patrimônio Histórico, 2013. Disponível em <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/CidadeAdemar\\_web\\_1392056692.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/CidadeAdemar_web_1392056692.pdf)>. Acessado em 25/04/2019.

PREFEITURA DO ESTADO DE SÃO PAULO e SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA DE OBRAS. **RIMA – Relatório de Impactos Ambientais: Readequação da Bacia Hidrográfica do Córrego Zavuvús**. Termo de Referência nº 004/DECONT-2/GTAIA/2013. Disponível em <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/eia\\_rima\\_eva/Corrego-Zavuvus-relatorio-de-impacto-ambiental-RIMA.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/eia_rima_eva/Corrego-Zavuvus-relatorio-de-impacto-ambiental-RIMA.pdf)>. Acessado em 04/09/2019.

SMA e SSE – Secretaria do Meio Ambiente e Secretária de Saneamento e Energia. **Projeto Jurubatuba Restrição e Controle de Uso de Água Subterrânea**. São Paulo – DAEE/IG, 2009. Disponível em <<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/acervo/Jurubatuba.pdf>>. Acessado em 05/03/2019.

# Plano de Negócio Sustentável: Sistema de Tratamento de Efluentes para Indústria de Laticínios

Sustainable Business Plan: Effluent Treatment System for Dairy Industry

Rocha Adriano, Silva Charlon, Oliveira Clayton, Reis Jonatas, Rodrigues Lohaine, Mac Dowell Silvia

Centro Universitário SENAC – CAS

Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

[charlon8@live.com](mailto:charlon8@live.com), [danclay33@hotmail.com](mailto:danclay33@hotmail.com), [drisorap@hotmail.com](mailto:drisorap@hotmail.com), [jonatas.reis@outlook.com](mailto:jonatas.reis@outlook.com), [lohaine.2012@hotmail.com](mailto:lohaine.2012@hotmail.com), [silvia.fmdowell@sp.senac.br](mailto:silvia.fmdowell@sp.senac.br)

**Resumo.** O presente artigo apresenta um trabalho acadêmico realizado pela turma do quinto semestre de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac. A proposta apresentada tem como objetivo desenvolver um plano de negócio para uma solução ambiental de “Wetland” construída para o tratamento de efluentes de acordo com as necessidades do cliente Grupo laticínios Soberano. Para isso, foram realizados levantamentos de dados primários, secundários, visitas técnicas a unidade de Maria da Fé - MG, estudos de análise de mercado, análise do setor – modelo Porter, análise estratégica SWOT e análise de viabilidade do plano de negócios. Para as análises de viabilidade econômica e ambiental do plano de negócios, foi realizada uma oficina para o entendimento de como realizar as mesmas. Com o plano de negócio desenvolvido, foi possível concluir que o projeto de “Wetland” construída, apresenta viabilidade técnica, econômica, ambiental, social e legal. E, desta forma, o projeto é passível de desenvolvimento e instalação na nova planta da empresa ainda a ser construída. Vale ressaltar que no segundo semestre de 2019 serão realizados uma nova visita técnica e os testes para verificar a eficiência do tratamento e o dimensionamento da estação a ser construída.

**Palavras-chave:** “Wetland”, Plano de negócio, Laticínio Soberano, Modelo Porter.

**Abstract.** *The proposal presented aims to develop a business plan for an environmental solution of "Wetland" built for the treatment of effluents according to the needs of the client Group Dairy Sovereign. In order to achieve this, we carried out primary, secondary data surveys, technical visits to the Maria da Fé - MG unit, market analysis studies, Porter model analysis, SWOT strategic analysis and feasibility analysis of the business plan. For the analysis of the economic and environmental feasibility of the business plan, a workshop was held to understand how to carry out the same. With the developed business plan, it was possible to conclude that the constructed wetland project presents technical, economic, environmental, social and legal viability. And, in this way, the project is capable of development and installation in the new plant of the company still to be built. It is worth mentioning that in the second half of 2019 a new technical visit and tests will be carried out to verify the efficiency of the treatment and the design of the station to be built.*

**Key words:** *Wetland, Business Plan, Laticínio Soberano, Porter Model.*

**Projeto Integrado \_V**

**Código: BEAS\_PI\_V\_GO1**

## 1. Introdução

Neste trabalho, a turma formou uma empresa fictícia, a qual estudou a empresa parceira “Laticínio Soberano”, a fim de entender sua história, a de seus arredores e seu processo de funcionamento no beneficiamento de leite, comercialização de queijo, e propor alternativas sustentáveis para os desafios ambientais da empresa.

O objetivo se ateve a propor soluções sustentáveis e ecoeficientes visando o gerenciamento ambiental da empresa Laticínios Soberano.

As informações contidas neste capítulo, são fruto de uma reunião realizada no Centro Universitário Senac – Campus – Santo Amaro em 22.02.2019 com o Sr. Gabriel Teixeira diretor financeiro e sócio do Grupo Soberano, criado em 1997 e o Sr. Marcelo Borges gerente da planta de Maria da Fé – MG, de uma visita técnica realizada em 21 de março de 2019.

A empresa da classe dividiu-se em quatro diretorias, consideradas chaves para desenvolver soluções visando o gerenciamento ambiental em empresas, cada diretoria é composta por um gerente e uma equipe técnica responsável, sendo as diretorias de Gerenciamento e Tratamento de Efluentes, Caldeiras, Energia Solar e Geração de Energia Através de Soro do Leite.

Para tal, como metodologia de trabalho, foram realizadas entrevistas no Centro Universitário Senac com os Srs. Gabriel Teixeira e Marcelo Borges, responsáveis da empresa parceira Laticínio Soberano, visita técnica na planta atual da empresa no município de Maria da Fé – MG, disponibilização de matérias por parte da empresa, oficinas metodológicas de planos de negócios e análises de viabilidade (conceito de negócios, análise de mercado, análise de viabilidade ambiental, tecnológica/social e econômico-financeiro).

Segundo o Sr. Gabriel Teixeira, o grupo visa a fabricação e o transporte de produtos à base do leite. Ainda segundo o Sr. Gabriel, do total de sua produção, aproximadamente 90% é voltada para a produção de muçarela e queijos branco.

De acordo com o Sr. Marcelo (gerente da empresa) a média de água utilizada para o processo de beneficiamento do leite está entre 4 e 6 litros de água por 1 litro de leite, entrando dentro do valor padrão estimado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a qual a empresa segue como referência.

[...] O consumo médio normal está entre 1,0 e 6,0 litros/kg de leite recebido, entretanto é possível otimizar o processo para que ocorra redução desses índices. (CETESB, 2006).

Conforme informado pelo Sr. Gabriel, o grupo irá transferir todas as suas atividades produtivas (processamento, fatiamento e embalagem) para uma nova planta.

Atualmente a empresa trata aproximadamente 216.000 L/dia de efluente, com projeção de aumento para aproximadamente 600.000 L/dia na nova planta. A proposta apresentada pela diretoria é aumentar a eficiência no tratamento do efluente oriundo do processo produtivo da indústria Laticínio Soberano, utilizando sistema alagado, mais conhecido como “Wetlands”.

[...] as “Wetlands” (áreas úmidas) construídas são ecossistemas artificiais com diferentes tecnologias, utilizando os princípios básicos de modificação da qualidade da água das “Wetlands” naturais e que diferem principalmente das “Wetlands” naturais pelo seu regime hidrológico, o qual é controlado (SALATI, 2009).

Para o tratamento do efluente da empresa parceira Laticínio Soberano, optou-se por utilizar o sistema de "Wetlands" construídas que são classificados de acordo com o tipo de planta (flutuante ou emergente, macrófitas fixas ou Submersas), podendo ser de fluxo horizontal superficial ou subsuperficial e fluxo vertical). Com o sistema por "Wetland" construída, a matéria orgânica é decomposta em processos aeróbios e anaeróbios, sendo também removido por sedimentação e filtração de partículas orgânicas, estes processos são realizados pelas raízes das plantas. Este tipo de processo tem mais eficiência na remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e de metais pesados devido as reações que acontecem de baixo do solo.

Estudos apontam que os sistemas de "Wetlands" construídos atinge uma remoção de 98,97% de DBO<sub>5,20</sub> no tratamento de efluente de laticínios, tendo uma média de 91,8% de eficiência. Sendo assim o sistema se mostra eficiência na degradação e remoção de carga orgânica (CARDOSO, 2015). A partir dos dados apresentados, entende-se que o sistema "Wetland" construída é uma ótima oportunidade para a empresa melhorar a eficiência no tratamento do seu efluente. Entretanto, segundo o Sr. Gabriel Teixeira há o interesse por parte da empresa em reutilizar parte do efluente tratado, por esta razão é recomendado como tecnologia complementar o uso de Bag desidratador, que segundo a literatura apresenta uma eficiência de aproximadamente 25% na remoção da carga orgânica (ESCAVADOR, 2007).

O Bag Desidratador é um desaguador de polpa ou lodos de tanques, lagoas, piscinas, reservatórios ou qualquer forma de acúmulo ou estocagem, proveniente de tratamento biológico, físico-químico ou decantação natural de estações de tratamento de água e esgoto municipais, estações de tratamento biológicas e estações de tratamento físico-químico (TECITEC, 2019).

Com a utilização em conjunto da "Wetland" construída e do Bag, acredita-se que o efluente alcançará a qualidade necessária para o seu reuso, conforme as necessidades da empresa, porém, somente no segundo semestre de 2019 haverá a elaboração do protótipo e os ensaios para a definição do melhor tipo de vegetação a ser utilizado no projeto, bem como a eficiência do tratamento.

## **2. Metodologia**

Para o desenvolvimento do plano de negócio, utilizou-se dados secundários obtidos através de pesquisas bibliográficas sobre tecnologias alternativas para tratamento de efluente industrial em Laticínios, e também utilizou-se dados primários, obtidos na visita técnica, feita à unidade de beneficiamento de leite e a nova planta da empresa Laticínio Soberano em Maria da Fé - MG, e em reunião com Sr. Gabriel Teixeira (diretor financeiro e sócio do grupo Soberano) e com o Sr. Marcelo Borges (Gerente da empresa em Maria da Fé), realizada no centro universitário Senac, para se entender as necessidades da empresa. Também foram realizados estudos de análise de mercado, análise do setor – modelo Porter, análise estratégica SWOT e análises de viabilidade do plano de negócios.

## **3. Resultados**

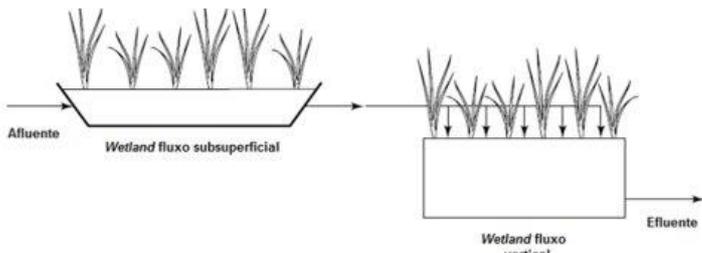
Atualmente a empresa Laticínio Soberano trata cerca de 216.000 L/dia de efluentes gerado no processo produtivo na planta em Maria da Fé (MG). Estima-se um total de 600.000 L/dia de efluente a ser gerado na nova planta. A partir destas informações foi proposto sistema "Wetland" construída, integrando o fluxo subsuperficial vertical e horizontal (figura 5), para melhorar a eficiência tratamento atual do efluente oriundo do processo produtivo da indústria Laticínio Soberano. O sistema alagado, também conhecido como "Wetland" pode ser considerado um dos sistemas com eficiência na remoção de matéria orgânica e nutrientes, como (nitrogênio e fósforo) que se lançados em excesso prejudicam os corpos hídricos. Estudos apontam que os sistemas de "Wetlands" construídos atinge uma remoção de 98,97% de DBO<sub>5,20</sub> no tratamento de efluente de laticínios, tendo uma média de 91,8% de eficiência. Sendo assim o sistema se mostra eficiência na degradação e remoção de carga

XIX Semana Unificada de Apresentações

**Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária**

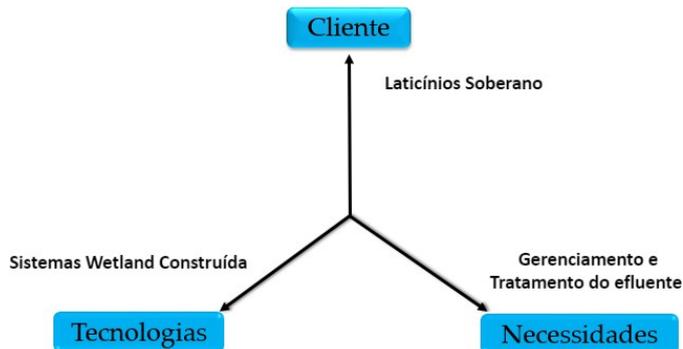
orgânica (CARDOSO, 2015). Foram para a foram realizadas análises de conceito de negócios (figura 6) a Análise Porter (figura 7) para a tecnologia "Wetland" para a nova planta da empresa Laticínios Soberano. A análise Porter que é uma ferramenta que serve para analisar o ambiente competitivo em que a organização está inserida e para determinar o melhor posicionamento do negócio diante dos concorrentes (Sebrae, 2019). E análise SWOT (figuras 8) com o propósito de analisar o projeto e de mercado em relação a "Wetlands" construídas para a nova planta da empresa Laticínios Soberano.

**Figura 5.** Sistema wetland



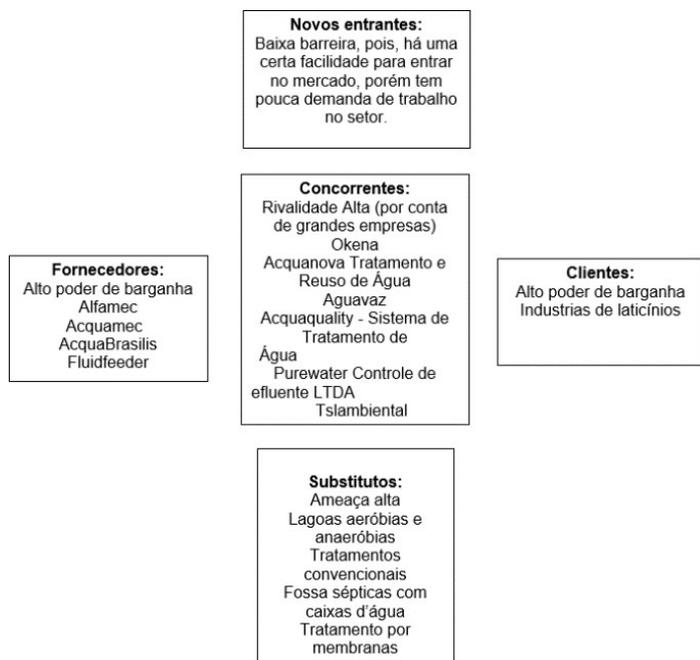
Fonte: Cardoso, 2017.

**Figura 6.** Conceito de Negócio



Fonte: Autoria Própria, 2019.

**Figura 7:** Análise Porter para Tecnologia "Wetland"



Fonte: Autoria Própria, 2019.

**Figura 8:** Análise SWOT

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Baixo custo de implantação;</li> <li>➢ Simplicidade de operação;</li> <li>➢ Auto sustentabilidade;</li> <li>➢ Reutilização da água tratada para fins não potável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Necessidade de grandes áreas para tratamento de grandes volumes quando comparados a filtros biológicos.</li> <li>➢ Necessidade de podar as macrófitas.</li> </ul>
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Tendência de expandir no Brasil e em outros países;</li> <li>➢ Aumento do custo do tratamento convencional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Novas Tecnologias;</li> <li>➢ Novas Legislações;</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria, 2019.

#### 4. Conclusão

Conforme o projeto proposto, e tendo em vista as necessidades do cliente parceiro Grupo laticínios Soberano em tratar seu efluente que atualmente é de 216.000 L/dia, com projeção de aumento para aproximadamente 600.000 L/dia na nova planta, entende-se que o sistema "Wetland" construída e uma ótima oportunidade para a empresa, de acordo com os dados de eficiência apresentados da literatura que apontam uma eficiência de 91,8% na remoção da carga orgânica. O tratamento dos efluentes por "Wetland" torna-se viável conforme os dados apresentados da (tabela 1) de pré análises de viabilidade abaixo.

**Tabela 1. Pré análises de Viabilidades**

Viabilidade Técnica	Viabilidade Ambiental	Viabilidade Legal	Viabilidade de Tec. Social	Viabilidade Econômico-financeira
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fácil manuseio;</li><li>✓ Funcionamento Comprovado;</li><li>✓ Variedade de Plantas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Segurança no nível Biológico;</li><li>✓ Função Paisagístico;</li><li>✓ Alta Eficiência na remoção da Carga orgânica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Resolução Conama N°430/2011;</li><li>✓ Norma ABNT NBR 13 13969/1997.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fácil de Replicabilidade;</li><li>✓ Facilidade operacional;</li><li>✓ Atende ao item 9 dos objetivos da agenda 2030 da ONU.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Sem custos com energia elétrica;</li><li>✓ Redução no consumo de água, com o reuso do efluente tratado;</li><li>✓ Aumento na vida útil dos poços artesianos.</li></ul>

Fonte: Autoria Própria, 2019.

No entanto fica recomendado a implantação de um Bag desidratador como tecnologia complementar para o pré-tratamento, eliminando o uso das caixas utilizadas para a decantação e filtração do efluente. O uso do Bag irá auxiliar o tratamento por "Wetlands", alcançar a sua eficiência máxima na redução da carga poluidora, possibilitando o reuso da água, conforme as necessidades da empresa.

#### Referências

CARDOSO. L. Mariane. **TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LATICÍNIO POR SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO HÍBRIDO**. 2015. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5353/1/LD\\_COEAM\\_2015\\_1\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5353/1/LD_COEAM_2015_1_15.pdf)>. Acesso em: 14 de mai. 2019.

CETESB. **Produtos Lácteos**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/laticinio.pdf>>

Acesso em: 02. Jun. 2019.

ESCAVADOR. **Bag Desidratador. 2007**. Disponível em: <<https://www.escavador.com/patentes/393196/bag-desidratador>>

Acesso: 01. Jun. 2019

LOCUS UFV. **Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso**. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2845>> Acesso: 20 de mai. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 12 de mar. 2019.

SALATI, Eneas. Utilização de Sistemas de Wetlands Construídas para tratamento de águas. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pactodasaguas/2011/12/sistema-wetlands.pdf>. Acesso em: 24 de abr. 2019.

Sebrae. Ferramenta: **5 FORÇAS DE PORTER (CLÁSSICO)**. Disponível em: <[https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME\\_5-Forcas-Porter.PDF](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME_5-Forcas-Porter.PDF)>. Acesso em: 04. junho. 2019.

TECITEC. Bags Desidratadores. Disponível em: <[http://www.tecitec.com.br/produtos-16\\_bags\\_desidratadores](http://www.tecitec.com.br/produtos-16_bags_desidratadores)> Acesso em: 11. Mai. 2019.

# Projeto básico de engenharia: tratamento da água de lavagens de veículos para fins de reuso

*Basic Engineering Project: water treatment of vehicle washes for reuse purposes*

Ana Júlia Delarme Salomé, Geovanna Martins Bellotto, Micheli Tutumi de Araujo, Nicolle Silva da Silva e William Raniele Martins Ferreira. Prof. Alexandre Saron.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

anajuliasalome@hotmail.com, gbellotto98@gmail.com, michelit.senac@gmail.com, nicolle.sseanac@goamil.com, williamraniele@gmail.com

**Resumo.** A lavagem de veículos está entre as atividades que consomem grandes volumes de água potável. De acordo com 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. Considerando esse grande consumo, o reuso de água nos lava-rápidos tem ganhado destaque (MORELLI, 2005). Percebendo-se esta oportunidade, teve-se como objetivo propor um sistema de reuso de água em um lava-rápido. Para isso, foram realizados levantamento de dados secundários e dimensionamentos das unidades de processos. Todas as etapas de dimensionamento seguiram critérios e dados da ABNT NBR 12216:1992 e autores especialistas da área de saneamento e hidráulica.

**Palavras-chave:** estação de tratamento de água, reuso de água, lava-rápido.

**Abstract.** Car wash is among the activities that consume large volumes of drinking water. According to the authors Boluarte *et al.* (2016) and Huybrechts *et al.* (2002), the consumption of the standard car washing process can reach 200 L of water per vehicle, while for truck washing this value can vary from 350 to 900 L of water per vehicle, according to the washing technology. Considering this large consumption, the reuse of water in the washer has gained prominence (MORELLI, 2005). Realizing this opportunity, the objective was to propose a water reuse system in a car wash. For this, secondary data collection and process unit dimensioning were performed. All the sizing steps followed criteria and data of ABNT NBR 12216:1992 and expert authors of the area of sanitation and hydraulics.

**Key words:** water treatment station, water reuse, car wash.

**Projeto Integrador VII**

**Código: BEAS\_PI\_VII\_G02**

## 1. Introdução

A lavagem de veículos está entre as atividades que consomem grandes volumes de água potável. De acordo com 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. Considerando esse grande consumo, o reuso de água nos lava-rápidos tem ganhado destaque em diversos países, como Estados Unidos e Japão, onde já existe legislação própria para o assunto (MORELLI, 2005).

De acordo com os Arts. 1º e 2º da Lei nº 16.160/2015, os lava-rápidos devem captar, tratar e armazenar água para reutilizá-la em atividades com uso de água de qualidade não potável. O Art. 3º determina que se deve observar as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A ABNT NBR 12216:1992 apresenta condições para a elaboração de projeto de estação de tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público. Ainda que a Lei nº 16.160/2015 defina o reuso da água para fins não potáveis, serão consideradas as condições apresentadas na ABNT NBR 12216:1992.

Para o lançamento de efluentes no Brasil, são definidos padrões e condições na Resolução CONAMA nº 430/2011. No Estado de São Paulo, o Decreto nº 8.468/1976 estabelece padrões de lançamento de efluentes em coleções de água e sistema público de esgotos nos seus Arts. 18 e 19 respectivamente, sendo o Art. 19-B válido para efluentes líquidos, excetuados os de origem sanitária.

### Área de estudo

O lava-rápido estudado encontra-se na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. De acordo com o seu proprietário, os veículos a serem lavados entram no local e se direcionam para a área com paredes cobertas por azulejos. Nessa área é realizada a lavagem dos carros (Figura 1), de modo que a água utilizada no processo cai no chão e escoar para um ralo onde é acumulada a maioria dos detritos que saem da lavagem (Figura 2). De acordo com o proprietário, a água resultante da lavagem é direcionada para o esgoto. Os produtos utilizados durante a lavagem são Brancol, Limpa Bau e Solupan.

Figura 1. Local de lavagem dos carros.



Figura 2. Ralo para onde é direcionada a água.



Fonte: Autoria própria, 2019.

## 2. Revisão bibliográfica

Para melhor compreensão dos processos envolvidos no tratamento convencional, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os mesmos.

## **Tratamento preliminar**

Para lava-rápidos, antes do tratamento convencional, faz-se necessário um tratamento preliminar, com caixa de areia e separador de água e óleo (SAO). Esse tratamento é responsável pela remoção de sólidos grosseiros, como areia e também pela remoção das gorduras presentes na água residual, isto é, o propósito desta etapa é facilitar e proteger as etapas seguintes, evitando obstruções dos circuitos hidráulicos e contaminações das águas (assim o processo se torna mais eficiente) (MONTE, 2016). A caixa de areia tem como finalidade a remoção do material granular arenoso (VASCONCELOS; GOMES, 2009), ou seja, retira as partículas menores que passaram pelas grades. As partículas sendo mais densas que a água se deposita na areia (VARELA, 2015), mas no projeto apresentado não terá a etapa de gradagem (grades).

Segundo Vasconcelos e Gomes (2009), o SAO consiste em caixas separadoras de óleos e graxas para remover óleo flutuante, gasolina, compostos de petróleo leves e graxas presentes na água residuária. Os autores também afirmam que o SAO retira todo o óleo livre proveniente de vazamentos dos carros lavados.

## **Coagulação (mistura rápida)**

Segundo Cardoso *et al.* (2008) a coagulação é um processo no qual um agente coagulante é adicionado a água, reduzindo as forças que tendem a manter separadas as partículas em suspensão. Ou seja, envolve a aplicação de produtos químicos para precipitação de compostos em solução e desestabilização de suspensões coloidais de partículas sólidas, que, de outra maneira, não poderiam ser removidas por outros processos.

Para o processo de coagulação são essenciais duas etapas: a mistura rápida e a mistura lenta (também conhecida como floculação). A mistura rápida busca uma distribuição uniforme dos coagulantes na água, de forma que todas as partículas tenham contato com os sais de ferro e alumínio, ou com os polímeros e tem por finalidade promover a dispersão do coagulante o mais rapidamente possível, porque as reações de desestabilização dos coloides por neutralização de carga ocorrem em frações de segundos e são irreversíveis (MARTINS, 2014).

O agente físico para a realização tanto da coagulação quanto da floculação é a agitação mais ou menos intensa da água por meio da operação de mistura. O grau de agitação ou intensidade da mistura é avaliado pelo parâmetro gradiente de velocidade (RICHTER, 2009).

Em relação a determinação das condições ideais de mistura rápida como gradiente de velocidade, tempo de mistura e concentração de coagulante, a ABNT NBR 12216:1992 recomenda que devem ser feitas através de ensaios de laboratório, conhecidos como *jar test*.

## **Floculação (mistura lenta)**

A floculação ocorre a partir de dois mecanismos básicos que são: adesão, que corresponde a desestabilização das partículas no fluido em decorrência a adição de agente químico e transporte, referente a agitação realizada no meio que provoca a colisão entre as partículas desestabilizadas para a formação de agregados (THOMAS *et al.*, 1999 *apud* DUTRA, 2017).

A formação de flocos pode ocorrer: devido a energia térmica denominada de difusão browniana (floculação pericinética), ao gradiente de velocidade no meio (floculação ortocinética) e de suas diferentes velocidades de sedimentação (sedimentação diferencial). No tratamento de água os coloidais dispersos são relativamente grandes, dessa forma as interações ortocinéticas e por sedimentação diferencial ocorrem com maior frequência se comparado com as interações pericinéticas (MORUZZI *et al.*, 2016).

Com o crescimento dos flocos o mecanismo de transporte das partículas acontece impondo gradientes de velocidade na mistura (floculação ortocinética) e pelas

diferenças de velocidade das partículas individuais (sedimentação diferencial) (KRAMER; CLARK, 1997 *apud* HESPANHOL, 2018).

## Decantação

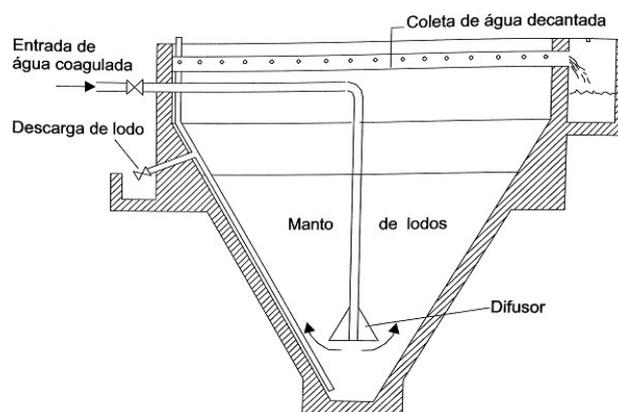
Após a floculação, as partículas presentes na água floculada passam pela decantação em tanques chamados de decantadores. Esse processo físico corresponde à separação das partículas sólidas em suspensão da água como consequência da ação das forças gravitacionais, fazendo com que essas partículas de densidade superior à da água se depositem em uma superfície (RICHTER, 2009). De acordo com a ABNT NBR 12216:1992, o número de decantadores em uma ETA depende de características operacionais e econômicas, sendo observados fatores definidos na norma.

A 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). Essa cortina corresponde a uma parede de concreto ou madeira com orifícios de passagem, posicionada próximo a entrada dos decantadores, como afirma Richter (2009).

Os primeiros decantadores a serem utilizados foram os decantadores de fluxo ou escoamento horizontal, que correspondem a grandes tanques retangulares com escoamento horizontal (RICHTER; NETTO, 2003). Na sequência, os mais recentes e fortes concorrentes são os decantadores tubulares ou de alta taxa (RICHTER; NETTO, 2003). No dimensionamento deles, são adotadas altas taxas de escoamento superficial, buscando aumentar a capacidade de tratamento de água com a menor área possível (GOMES, 2010; LEME, 1990 *apud* GOMES, 2010).

Entre os clássicos decantadores de fluxo horizontal e os modernos decantadores tubulares, encontram aplicação os decantadores de fluxo vertical (RICHTER; NETTO, 2003). De acordo com Cunha (2004), esses decantadores são recomendados para tratamentos com escoamento contínuo e sem variação significativa de vazão e qualidade da água bruta. Nesses tipos de decantadores, é importante que seja dada uma atenção especial à maneira como se faz a entrada de água bruta, uma vez que uma turbulência exagerada pode resultar em perturbações que afetam todo o manto de lodo (VALENCIA, 1992 *apud* CUNHA, 2004). Além disso, a remoção do manto de lodo formado no fundo dos decantadores de fluxo vertical pode ser hidráulica ou mecânica. No projeto foi adotada a remoção hidráulica (Figura 3), que é favorecida pelo fato de que o decantador corresponde a um tanque de fundo cônico ou piramidal invertido, no qual a água floculada entra por meio de tubulação que vai até o fundo do tanque. O lodo é hidráulicamente suspenso devido à distribuição da água em fluxo ascendente no cone difusor, com velocidade que diminui com o aumento da área (CUNHA, 2004).

**Figura 3. Esquema de um decantador de manto de lodo com remoção hidráulica.**



**Fonte: Di Bernardo, 2005.**

## **Filtração**

A filtração consiste em separar mecanicamente as partículas sólidas de uma suspensão líquida, com o auxílio de um meio filtrante (GONÇALVES; GAUTO, 2019). No tratamento de água, a filtração consiste no processo primordial para a remoção das partículas responsáveis por cor e turbidez que não foram retidas nos demais processos. Segundo Richter (2009), a filtração é o processo unitário na cadeia de processos do tratamento de água mais importante por ser a etapa em que as falhas ocorridas por ventura na coagulação, floculação e sedimentação/decantação podem ser corrigidas, assegurando a qualidade da água tratada.

Conforme a definição da BioProject (2019), a filtração é um processo físico em que a água atravessa um leito filtrante, geralmente composto de areia e antracito, que são responsáveis pela retenção das partículas em suspensão e produzindo um efluente mais limpo.

Os filtros podem ser subdivididos em dois tipos: os filtros simples compostos por um único leito filtrante e os filtros duplos compostos por duas camadas de leitos filtrantes. Os filtros simples geralmente possuem uma área inferior a 70 m<sup>2</sup> e os filtros duplos uma área superior a 40 m<sup>2</sup> (RICHTER, 1991).

Os filtros de escoamento descendente e os de escoamento ascendente possuem diferenças em vários aspectos. O filtro de escoamento pode trabalhar tanto com uma taxa constante como uma taxa variável. E para a avaliação dos filtros é utilizada a variação do nível de perda de carga no filtro (DI BERNARDO, 2003).

A filtração com taxa constante é caracterizada como um conjunto de filtros que o nível de água deve ser diferente em cada filtro e variar independente dos demais, resultando em uma taxa de filtração constante, o aumento da perda de carga no interior dos filtros será acompanhado de um aumento do nível de água, assim sendo possível a limpeza de cada filtro separadamente e não necessitando de uma paralização do processo de tratamento da água. A filtração com taxa declinante é caracterizada pela comporta de entrada de água que deve ser submersa, fazendo com que os filtros funcionem como vasos comunicantes. A entrada a cada filtro é realizada por comporta ou tubulação posicionada abaixo do nível d'água e no interior dos filtros (DI BERNARDO, 2003).

## **Desinfecção**

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.

Dentre os agentes de desinfecção, o mais usado nas estações de tratamento de água é o cloro em razão de ser facilmente encontrado como gás (cloro elementar, Cl<sub>2</sub>), líquido (hipoclorito de sódio) ou sólido (hipoclorito de cálcio); barato; fácil de aplicar na sua forma gasosa; deixa um residual em solução, de concentração facilmente determinável, que, não sendo prejudicial ao homem, protege o sistema de distribuição e é capaz de destruir a maioria dos micro-organismos patogênicos (RICHTER, 2009).

## **4. Objetivos**

O projeto teve como objetivos:

### **Objetivo geral**

Propor um sistema de reuso de água em um lava-rápido, que consiste em um tratamento convencional de água residuária, atendendo as condições impostas na Lei Estadual 16.160 de 13 de abril de 2015 sobre a obrigatoriedade do reuso da água utilizada na lavagem de veículos em estabelecimentos no Estado de São Paulo. Esse tratamento consiste nas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção da água.

### Objetivos específicos

- Caracterizar o efluente a ser tratado;
- Definir a melhor dosagem de sulfato de alumínio e polímero para o tratamento do efluente; e
- Dimensionar as unidades de processo conforme a ABNT NBR 12216:1992 e autores especialistas nas áreas de saneamento e hidráulica.

## 5. Metodologia

Durante a primeira etapa, houve o levantamento de unidades de lava-rápido para a possibilidade de parcerias, desenvolvimento do sistema de tratamento e produção de água de reuso. Definido o lava-rápido parceiro, foram realizadas as coletas de dados primários, como o uso da água, o consumo e descarte no local, além do espaço de interesse para a implantação do projeto. Em uma segunda oportunidade, foi coletada uma amostra de 30 L de água da lavagem dos carros.

A amostra coletada foi encaminhada ao Laboratório de Química Ambiental do Centro Universitário Senac – Santo Amaro, onde foi caracterizada quanto as análises físico-químicas de turbidez, pH e alcalinidade total, e ensaio de tratabilidade utilizando o ensaio de *jar test*. Os ensaios realizados possibilitaram uma breve caracterização do efluente oriundo do processo de lavagem dos automóveis, bem como a determinação da melhor dosagem de coagulante para tratamento do efluente, tempo de detenção hidráulica (TDH), e o gradiente de velocidade para a etapa de floculação e a taxa de decantação a serem adotados na elaboração do projeto. Para os ensaios foram pesados 0,4679 g de polímero e 1,0758 g de sulfato de alumínio, e usados 0,5 mL de polímero em cada jarro, além de 20, 40 e 60 ppm de coagulante (sulfato de alumínio) em cada jarro (respectivamente do jarro da direita para a esquerda na Figura 4).

**Figura 4. Ensaio de *jar test* para determinar eficiências de tratamento com diferentes dosagens de coagulante, no caso, sulfato de alumínio.**



Fonte: Autoria própria, 2019.

Tendo a melhor dosagem de sulfato de alumínio e polímero provenientes do ensaio de *jar test*, foi possível iniciar o dimensionamento da ETAR. A vazão do efluente a ser utilizada para o dimensionamento foi definida segundo experiências com projetos anteriores e recomendações do orientador do projeto, adotando 4 m<sup>3</sup>/s. Sendo assim, foram determinadas especificações e premissas para o dimensionamento de todas as unidades de operação. Além do dimensionamento, também foram realizadas avaliação e

classificação dos aspectos e impactos ambientais das atividades que ocorrem no sistema.

## 6. Resultados e discussões

### Mistura rápida

Para o projeto, foi adotado um misturador estático no qual a água deve passar com uma velocidade de 2 m/s. Considerando essa condição, foi adotado um diâmetro de 20 mm para a tubulação anterior ao misturador, o que resulta na velocidade necessária. O misturador estático adotado para o projeto apresenta um diâmetro de 25 mm e comprimento de 0,177 m. Logo, ele apresenta um volume de  $8,68 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ . Devido ao diâmetro do misturador estático considerado no projeto, foi adotado o diâmetro de 25 mm para a tubulação após o misturador.

Para que a água bruta passe pelo misturador e chegue ao floculador, é necessária uma bomba de recalque da água bruta cuja potência obtida foi de 0,002 CV.

Para verificar os valores obtidos no dimensionamento para a mistura rápida do projeto, foram calculados o tempo de mistura e o gradiente de velocidade, mostrados na Tabela 1 juntamente com os outros valores mencionados.

**Tabela 1. Dados de dimensionamento obtidos para o processo de mistura rápida.**

Misturador Estático	Diâmetro:	20 mm
	Comprimento:	0,177 m
	Volume:	$8,68 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
	Tempo de mistura:	2 s
Bomba de recalque da água bruta	Potência:	0,002 CV
Gradiente de velocidade:		$2359,58 \text{ s}^{-1}$
Diâmetro da tubulação:		25 mm

Fonte: Autoria própria, 2019.

O tempo de mistura corresponde ao valor determinado na ABNT NBR 12216:1992, mas o gradiente de velocidade encontra-se fora do intervalo definido na norma. Entretanto, como o valor em questão está acima desse intervalo, foi considerado o resultado obtido para o projeto.

### Reservatórios de coagulante e polímero

Para a determinação da melhor dosagem de sulfato de alumínio e polímero, foi necessário a realização de ensaios em laboratório com diferentes dosagens e tempo de detenção que serão detalhados no tópico de decantação.

Para o armazenamento dos produtos químicos, em específico, o sulfato de alumínio e o polímero, é verificado na ABNT NBR 12216:1992 que deve haver um armazenamento que seja suficiente para atender, pelo menos, a dez dias de consumo diário. Para o projeto, foi pensado em um tempo de 7 dias, levando em consideração a necessidade de manutenção do sistema que seria do mesmo tempo. O volume dos reservatórios do coagulante e polímero obtidos foram, respectivamente, 56 L e 7 L.

### Bomba dosadora

Para a dosagem automática dos produtos químicos de coagulação serão necessárias bombas dosadoras que foram determinadas através da sua vazão necessária (Tabela 2).

**Tabela 2. Dados obtidos das vazões necessárias para a bomba dosadora.**

<b>Bombas dosadoras</b>		
Vazão necessária	Sulfato de Alumínio:	0,33 L/h
	Polímero:	0,04 L/h

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

### **Floculação**

Para as dimensões do floculador foram utilizadas as mesmas medidas do decantador com lado de 0,63 m, profundidade total de 1,20 m e profundidade útil de 1,06. O gradiente de velocidade adotado para o floculador foi de  $70 \text{ s}^{-1}$  que está de acordo com a ABNT NBR 12216:1992.

Após os cálculos foi obtido o valor de potência do motor de 0,64 W ou 0,00087 CV.

Sabendo que a altura da lâmina d'água é de 1,06 m e que a largura do floculador é de 0,63 m foi possível analisar as outras dimensões de modo que todos os parâmetros fossem atendidos, portanto o diâmetro das pás obtido foi de 0,3 m e a distância entre a base do floculador e a pá foi de 0,35 m.

Com os valores do projeto foi encontrado que o número de rotações necessárias no floculador é de 33,6 rpm. O motor para realizar a rotação foi escolhido de acordo com o número de rotações realizadas pelo motor e sua potência mínima (Tabela 3).

**Tabela 3. Dados obtidos das vazões necessárias para a bomba dosadora.**

Dimensões	Largura:	0,64 m
	Profundidade total:	1,2 m
	Profundidade útil (altura da lâmina d'água):	1,06 m
Motor	Gradiente de Velocidade:	$70 \text{ s}^{-1}$
	Potência:	0,64 W ou 0,00087 CV
Número de rotações necessárias:		33,6 rpm
Distância entre a base do floculador e a pá:		0,35 m
Diâmetro das pás:		0,3 m

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

### **Separação floculação-decantação**

Para definir as dimensões da cortina de distribuição da água floculada foram realizados cálculos para ter uma base de qual seria a composição da peça. Como mostrado na Tabela 4, a vazão é de  $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$ , a área da seção transversal é de  $0,668 \text{ m}^2$ , a altura útil é de 1,6 m e foi adotado um espaçamento entre cada orifício de 0,15 m.

Com a realização dos cálculos foi obtido que serão necessários 30 orifícios, porém, por questões construtivas foram adotados 28 orifícios, sendo 4 colunas com 7 orifícios cada. Para este cálculo foi obtido que a vazão em cada orifício é de  $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$ . Segundo o autor a velocidade limite nos orifícios deve ser preferencialmente igual ou inferior a  $0,25 \text{ m/s}$ .

Com a área do orifício foi calculado o diâmetro dos orifícios  $0,003 \text{ m}$ , obtendo esse valor como base para comparação levando em consideração o tamanho projeto e questões construtivas foi adotado o diâmetro de  $0,02 \text{ m}$ .

Para a distância mínima para a cortina da parede, o valor encontrado foi de 0,209 m. Segundo Richter (2009), os orifícios devem ser menores ou iguais a 0,5 m e por questões construtivas foi adotado 0,1 m no projeto. O gradiente de velocidade obtido foi de  $0,628 \text{ s}^{-1}$ . Segundo o autor o gradiente de velocidade deve ser inferior a  $20 \text{ s}^{-1}$ .

**Tabela 4. Dados de dimensionamento obtidos para a cortina de distribuição da água floculada.**

Vazão:		0,046 m <sup>3</sup> /s
Área da secção transversal:		0,668 m <sup>2</sup>
Área útil:		1,6 m <sup>2</sup>
Orifícios da cortina de separação	Espaçamento entre cada orifício:	0,15 m
	Número de orifícios:	28
	Diâmetro de cada:	0,02 m
	Velocidade limite:	0,25 m/s
	Gradiente de velocidade:	0,628s <sup>-1</sup>

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

### Decantação

Para definir as medidas do decantador, foram realizados ensaios de *jar test* com diferentes dosagens de sulfato de alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) e tempos de decantação. A cada intervalo adotado, foi realizada a medição da turbidez da água decantada (Tabela 5) para verificação da eficiência do processo considerado.

**Tabela 5. Resultados de turbidez obtidos nos ensaios de *jar test*.**

JARRO	DOSAGENS (ppm)		TURBIDEZ - Bruta (NTU)	3 min	5 min	10 min
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Polímero		Turbidez - Decantada (NTU)		
1	20	0,985	454	1,80	2,41	1,55
2	40	0,985		0,75	0,60	1,01
3	60	0,985		2,70	0,59	0,40

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

Com os valores de turbidez, foi calculada a eficiência do processo e com esse dado, foram calculadas as respectivas taxas de escoamento superficial. Com essas taxas obtidas, foram calculadas as respectivas áreas (em m<sup>2</sup>) necessárias para decantação considerando a vazão de 4 m<sup>3</sup>/dia considerada no projeto.

Como foi adotado formato quadrado para o decantador, as medidas de comprimento e largura em (m) foram obtidas a partir da área do decantador. Os dados da quantidade de dosagem do coagulante, tempo de medição, eficiência do processo, taxa de escoamento superficial, área, comprimento e largura do decantador se encontram na Tabela 6.

**Tabela 6. Eficiências de processo, taxa de escoamento superficial, área, comprimento e largura do decantador de acordo com dados de ensaios realizados.**

Dosagens (ppm)		Tempo de medição (min)	Eficiência (%)	Taxa de esc. sup. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	Área do decantador (m <sup>2</sup> )	Comprimento e largura do decantador (m)
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Polímero					
20	0,985	3	99,6	33,47	0,12	0,35
		5	99,5	20,05	0,20	0,45
		10	99,7	10,05	0,40	0,63
40		3	99,8	33,54	0,12	0,35
		5	99,9	20,13	0,20	0,45
		10	99,8	10,06	0,40	0,63
60		3	99,4	33,40	0,12	0,35
		5	99,9	20,13	0,20	0,45
		10	99,9	10,07	0,40	0,63

Fonte: Autoria própria, 2019.

No projeto, foi adotada a medida de 0,63 m para o comprimento e a largura do decantador por questões construtivas (destacados na Tabela 6). Para esse valor, a dosagem de coagulante (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) é de 20 ppm, a menor utilizada nos ensaios. O tempo de decantação é de 10 min, resultando em uma eficiência de processo de 99,7% e uma taxa de escoamento superficial de 10,05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-dia.

Com relação à remoção de lodo gerado no processo, foi adotada a remoção hidráulica com uma inclinação do fundo do decantador de 60°.

#### **Bag para sistema de drenagem do lodo**

Para a escolha do *bag* que será utilizado no projeto foram realizados cálculos que estimam a produção de lodo no decantador e dessa forma foi escolhido um bag mais adequado para o volume gerado em no mínimo de 20 dias.

Os cálculos foram realizados para o projeto com o valor de turbidez da água bruta (454 NTU), dosagem de sulfato de alumínio 20 mg/L e vazão de água bruta tratada 4,63·10<sup>-5</sup> m<sup>3</sup>/s, que resultou em 2,74 kg/dia de sólidos secos.

Para atender à produção de lodo estimada no projeto, foi adotado o *bag* da SNatural Ambiente com largura e comprimento de 0,5 m x 0,5 m, indicado para uma vazão de 2,5 m<sup>3</sup>/h.

#### **Filtro**

Neste processo, a água já clarificada vinda do decantador, ainda pode conter sólidos suspensos dissolvidos. E para reter estes possíveis sólidos, foi determinado segundo Di Bernardo (2003) e a NBR 12216:1992 um leito filtrante composto pelos seguintes materiais filtrantes: antracito, areia, areia torpedo e pedregulhos.

Este processo de filtração irá acontecer em uma única unidade devido a existência de uma unidade de decantação. As dimensões do filtro obtidas são mostradas na Tabela 7.

**Tabela 7. Dados das dimensões do filtro.**

Volume total:	0,11 m <sup>3</sup>
Largura	0,63 m
Comprimento:	0,10 m
Altura:	1,70 m

Fonte: Autoria própria, 2019.

O filtro funcionará de forma descendente e terá as seguintes camadas: 0,45 m de antracito, 0,25 m de areia, 0,07 m de areia torpedado para evitar fuga de material filtrante e 0,38 m de pedregulho de diferentes granulometrias e camadas. Além disso, a unidade filtrante terá um fundo falso de 0,20 m de altura livre, sendo que na parte superior teremos uma base de apoio para as camadas filtrantes e para a instalação de crepinas.

A altura filtrante e a granulometria para cada material filtrante são apresentadas, conforme a Tabela 8.

**Tabela 8. Composição do filtro.**

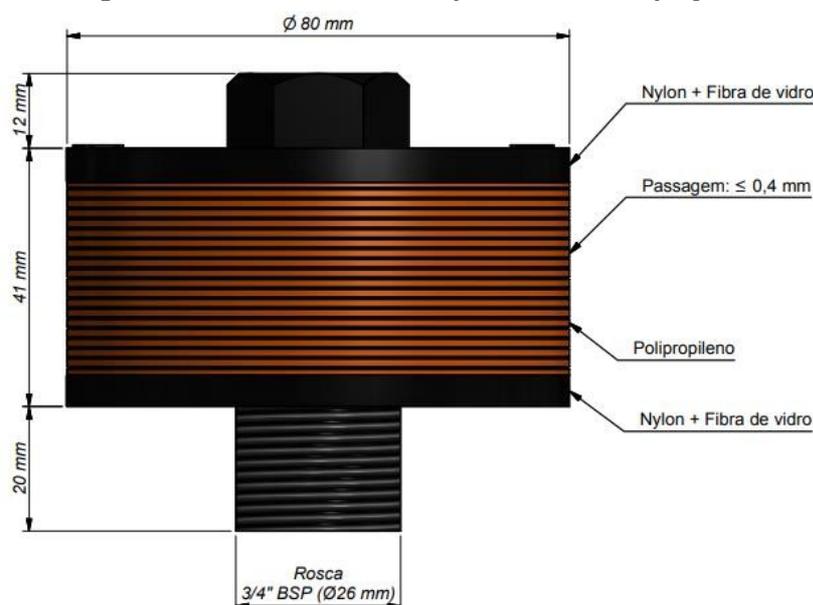
Altura do filtro (m)		Diâmetro dos materiais filtrantes (mm) (DI BERNARDO, RICHTER, NETTO, 2003)	
Segurança		0,14	-
Expansão da camada filtrante		0,21	-
Camada filtrante	Carvão/Antracito	0,45	0,9-1,0
	Areia	0,25	0,35-0,45
Camada suporte	Areia torpedado	0,07	2,4-3,2
	Pedregulho 1	0,10	6,4-12,7
	Pedregulho 2	0,13	19,0-38,0
	Pedregulho 3	0,15	38,0-75,0
Fundo falso (crepina)		0,20	-
<b>TOTAL</b>		<b>1,70</b>	-

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

Para o fundo falso optou-se por usar o fundo falso com bocais do tipo crepina, segundo Di Bernardo (2005), no caso desses bocais (crepinas) o recomendado é que os use com uma distância de 10 a 12 cm um do outro. Para o filtro com dimensões de 10 cm de largura X 63 cm de comprimento, adotou-se o espaçamento de 10 cm entre as crepinas, resultando em 4 crepinas no fundo falso com um diâmetro de 8 cm.

Para o fundo falso foram adotadas crepinas modelo PLUVITEC 3/4" BSP x 20 mm da Hidro Solo com 60 mm de diâmetro e demais características apresentadas na Figura 5.

**Figura 5. Características da crepina adotada no projeto.**



**Fonte: Hidro Solo, 2019.**

Após alguns dias de uso, o filtro acumulará muitos resíduos em sua superfície onde impedirá gradativamente a passagem da água, então será necessário executar a retrolavagem. E para isso foi dimensionada uma bomba de retrolavagem.

Para o dimensionamento da bomba de retrolavagem foram obtidos os seguintes dados mostrados na Tabela 9.

**Tabela 9. Dados do sistema de retrolavagem.**

Bomba de retrolavagem	Taxa de infiltração:	83 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -dia
	Vazão:	0,17 m <sup>3</sup> /h
	Potência:	0,025 CV
Volume de água para a retrolavagem:		0,028 m <sup>3</sup> ou 28 L
Tempo de lavagem:		10 min

**Fonte: Autoria própria, 2019.**

Para a vazão obtida para a bomba de retrolavagem, será adotada a mesma bomba dimensionada para o recalque da água a ser tratada. A potência da bomba foi de 0,25 CV para uma altura de 1,7 mca.

### **Desinfecção**

Depois da filtração, espera-se que a água esteja com cor e turbidez dentro dos padrões de potabilidade, mas, poderá conter microrganismos que podem causar doenças. Para evitar a distribuição/ utilização da água contaminada, é necessária a desinfecção com a introdução, por exemplo, de cloro (hipoclorito de sódio ou cálcio). Ou seja, a intenção é eliminar as chances de que alguém em contato com essa água tenha problemas nocivos à saúde.

Para o projeto piloto foi adotado a utilização de cloro em pastilha e em linha. Para o volume de água esperado tratar por dia, foi realizada a seguinte relação para determinar a quantidade de pastilhas em massa para tratar a água.

Portanto, para cloração de 4 m<sup>3</sup>/dia serão necessários 40 g de cloro em pastilha em linha.

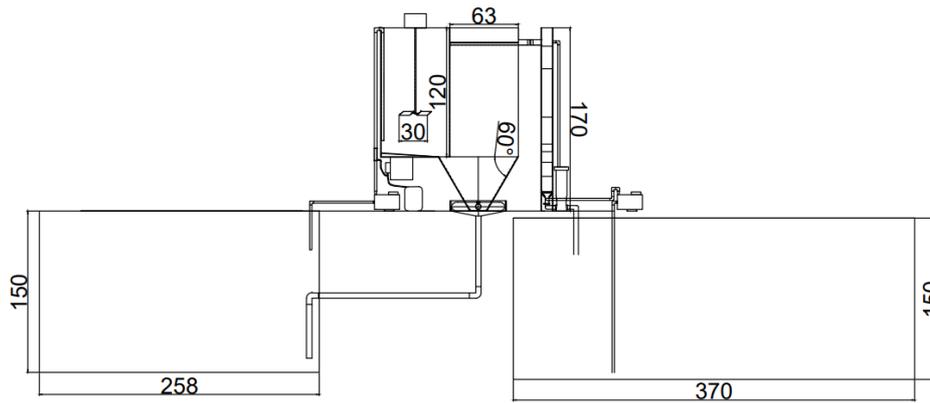
### **Reservatório para armazenamento da água tratada**

Para a reservação da água tratada, adotou-se um tanque com capacidade de 10.000 L, considerando que nem toda a água tratada em um dia será utilizada no mesmo dia. As dimensões do tanque serão de 1,8 m de largura X 3,7 m de comprimento X 1,5 m de altura. A produção de água tratada estimada foi de 3,83 m<sup>3</sup>/dia.

### **Desenho técnico do sistema**

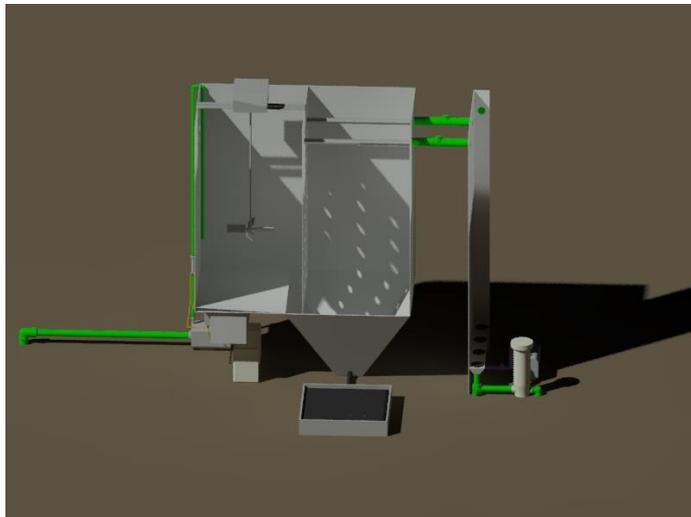
Com as medidas obtidas no dimensionamento do sistema do projeto, foi elaborado o desenho técnico do sistema apresentado nas Figuras 6, 7 e 8.

**Figura 6. Desenho técnico do sistema em 2D.**



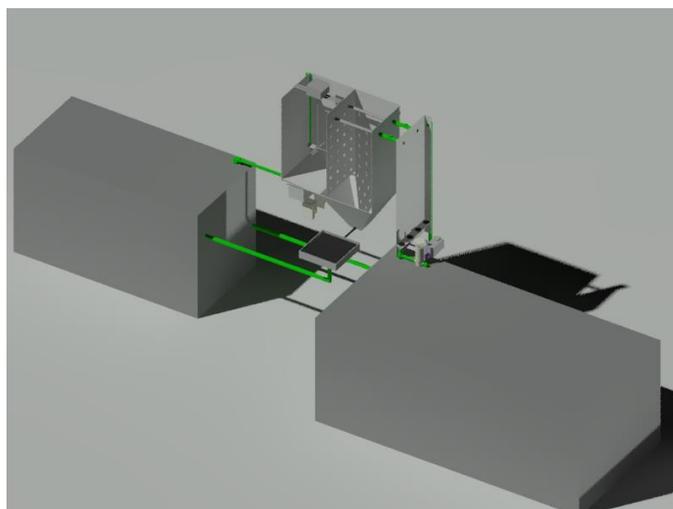
**Fonte: Autoria própria, 2019.**

**Figura 7. Desenho técnico do sistema em 3D.**



**Fonte: Autoria própria, 2019.**

**Figura 8. Desenho técnico do sistema em 3D.**



**Fonte: Autoria própria, 2019.**

## **Avaliação de aspectos e impactos ambientais**

A avaliação de aspectos e impactos ambientais é um instrumento de grande importância na identificação e prevenção de possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente decorrente dos processos e atividades feitas pelo homem (PAVLICKOVA *et al.*, 2009; GLASSON *et al.*, 2012; MORGAN, 2012 *apud* MORAES, D'AQUINO, 2016).

Este instrumento ajuda de forma sucinta, através de tabelas, filtros de classificação (periculosidade, frequência e abrangência) e significância, a instituição a se organizar referente na obtenção de certificações e cumprimentos de requisitos pertinentes ao meio ambiente. Entre os aspectos e impactos ambientais com maior significância, foi identificada a geração de resíduos durante todo o processo. Portanto, os aspectos e impactos ligados a geração de resíduos careceriam de maior atenção.

## **Considerações finais**

Os dados de dimensionamento obtidos neste projeto foram calculados e pensados para atender o melhor possível as normas e referências e ter uma alta eficiência de tratamento do afluente gerado no lava-rápido e assim poder ser utilizado como água de reuso, onde além de evitar o desperdício de água e o risco de sua disposição nas galerias pluviais podendo contamina-las, será utilizada no processo de lavagem de carros novamente e, consequentemente evitará maiores custos com gasto de água também para o proprietário do empreendimento.

## **Referências**

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

CARDOSO, Karina Cordeiro; BERGAMASCO, Rosângela; COSSICH, Eneida Sala; MORAES, Leila Cristina Konradt. **Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleífera Lam.** Acta Sci. Tech., v. 30, n. 2, p. 193-198, Maringá, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/5493>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BIOPROJECT. **Filtração**, 2019. Disponível em: <<http://www.bioproject.com.br/Edital/BioProject%20-%20Edital%20N%2032.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

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

CUNHA, Márcia Valéria Porto de Oliveira. **Importância da frequência de descarte de lodo na eficiência dos decantadores de Estações de Tratamento de Água em ciclo completo.** 2004. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004. Disponível em: <[http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/1885/1/Dissertacao\\_ImportanciaFrequenciaDescarte.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/1885/1/Dissertacao_ImportanciaFrequenciaDescarte.pdf)>. Acesso em: 19 mai. 2019.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água** – 2º ed., Vol. 1. São Carlos: RiMa,

2005.

DI BERNARDO, Luiz. **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta**, PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003.

DUTRA, Ricardo Henrique de Andrade. **Obtenção dos parâmetros cinéticos da floculação com utilização de técnica de análise por imagem**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19959/1/Obten%C3%A7%C3%A3oPar%C3%A2metrosCin%C3%A9ticos.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

GONÇALVES, F.; GAUTO, M. **Operações Unitárias**. Disponível em: <[http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/R/ROSA\\_Gilber/Quimica\\_Analitica/Liberado/Cont\\_Adicional\\_Operacoes\\_Unitarias.pdf](http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/R/ROSA_Gilber/Quimica_Analitica/Liberado/Cont_Adicional_Operacoes_Unitarias.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2019.

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**. 2018. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/.../KatiaMariaHipolitoHespanholCorr18.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/.../KatiaMariaHipolitoHespanholCorr18.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2019.

SUBTIL, Eduardo Lucas; MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo; RODRIGUES, Raphael. Potencial de reúso de água na lavagem de caminhões utilizando Contator Biológico Rotativo. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 851-566, out.-dez. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2016000400851#B23](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2016000400851#B23)>. Acesso em: 24 fev. 2019.

MARTINS, Hádél Camilo. **Estudo sobre os processos de coagulação, floculação e decantação em efluentes oriundos de usina canavieira**. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD\\_COEAM\\_2013\\_2\\_10.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD_COEAM_2013_2_10.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2019.

MONTE, Helena Marecos; SANTOS, Maria Teresa; BARREIROS, Ana Maria; ALBUQUERQUE, António. **Tratamento de águas residuais operações e processos de tratamento físico e químico**. 2016. Disponível em: <<http://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/documents/ct5-trataguasresiduais.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

MORAES, Ciro Dandolini; D´AQUINO, Carla de Abreu. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. In: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 2016, Araranguá. **Anais eletrônicos...** Araranguá: IFCS, 2016, p. 620-627. Disponível em: <<http://criciuma.ifsc.edu.br/sict-sul/images/Anais2016.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reúso de água na lavagem de**

**veículos.** 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/en.php>>. Acesso em: 24 fev. 2019.

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. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 817-824, out.-dez. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-46-02-S1413\\_41522016144959.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-46-02-S1413_41522016144959.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2019.

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

RICHTER, Carlos A. NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de água – tecnologia atualizada.** São Paulo: Editora Blucher, 2003.

VARELA, Evandra Sofia Barbosa. **Contribuição para o Estudo dos Subprodutos de uma ETAR – Gradados e Areias.** 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4697/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

VASCONCELOS, Daniela V.; GOMES, Anderson. Tratamento de efluentes de postos de combustíveis para o reuso usando processos oxidativos avançados. **Cadernos UniFOA**, v. 4, n. 11, p. 35-46, dez. 2009. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/995/874>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

# **Diagnóstico dos problemas de drenagem urbana no conjunto Novo, Crato-ce**

## ***Study of the evolution of mud pond layer anaerobic etc mauves in Northern Juazeiro – EC***

Juliana de Oliveira Melo, José Dantas de Araújo Neto, Vagner Sales dos Santos, Edson Moreira Costa Neto, Ana Patrícia Bezerra Maia Lobo

Faculdade de Tecnologia Centec – FATEC Cariri

Eixo Meio Ambiente e Saúde – Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental

{julianasilva@yahoo.com.br, vagner\_sanamento@yahoo.com.br, otenjose10@gmail.com.br, netodesobral@hotmail.com, annapaty2@hotmail.com}

**Resumo.** Os diversos problemas relacionados à drenagem urbana que atualmente vêm ocorrendo em muitas cidades brasileiras acontecem em função de vários aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais. Dessa forma, por se tratar de uma área crítica, foi definido como alvo deste estudo o Conjunto Novo Crato, pertencente à zona urbana da cidade de Crato – CE. O objetivo foi analisar os principais problemas ocasionados nos sistemas de drenagem urbana no Conjunto Novo Crato. Quanto à metodologia foram realizadas pesquisas bibliográficas, levantamentos em campo com registros fotográficos, aplicação de questionários com 200 pessoas do bairro. Contudo para amenizar o problema da drenagem urbana no Conjunto Novo Crato é necessária a implantação de obras estruturais (canalização de alguns pontos da macro-drenagem), investimento na infraestrutura da cidade (instalação de galerias) e uma educação à população acerca do correto gerenciamento dos seus resíduos.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana, Saneamento Ambiental, Inundações

**Abstract.** *The various problems related to urban drainage that are currently occurring in many Brazilian cities happen due to various political, social, economic and environmental. Thus, because it is a critical area, was defined as the target of this study set New Crato, belonging to the urban area of the city of Crato - EC. The aim is to analyze the main problems arising in urban drainage systems in New Set Crato. As the methodology was conducted literature searches, field surveys with photographic records, questionnaires with 200 people in the neighborhood. However to mitigate the problem of urban drainage in Set New Crato is a need to implement structural works (channeling some points of macro-drainage), investment in the city's infrastructure (installation of galleries) and an education to the population about the proper management of their waste.*

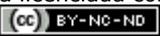
**Key words:** *Urban Drainage, Environmental Sanitation, Floods*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 9 no 1 – Junho de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

## 1. Introdução

O Brasil enfrenta um problema comum de países em desenvolvimento, que é o crescimento rápido e desordenado dos centros urbanos. Esse aumento das cidades gera problemas de infra-estrutura e grandes modificações ao meio ambiente. Uma dessas modificações se refere ao aumento do escoamento superficial, provocando ou intensificando as catástrofes urbanas causadas pelas enchentes (MONTES E LEITE, 2012).

Esses problemas causados pela expansão urbana não apresentam soluções fáceis, pois qualquer interferência proposta para uma área ocupada necessita um estudo bastante detalhado do custo e principalmente dos benefícios gerados por essa interferência.

O processo de concepção dos sistemas de drenagem urbana após o desenvolvimento das denominadas técnicas compensatórias tornou-se mais complexo, envolvendo questões ambientais, sociais e sanitários, além dos aspectos técnicos e de custos usualmente considerados. Esta complexidade leva, cada vez mais, ao uso da análise multicritério como suporte a decisão.

O processo de urbanização das cidades brasileiras tem gerado muitos problemas de infraestrutura urbana, especialmente em relação à drenagem de águas pluviais. A causa dos problemas está na impermeabilização do solo, desmatamento da vegetação, ocupação das várzeas, estruturação do sistema viário em vias de fundo de vale, erosão e assoreamento, lixo, poluição, retificação e canalização de rios, agravados ainda pela ausência de planos urbanísticos específicos, e que tem como consequência enchentes que geram impactos econômicos e sociais, em todas as atividades e funções da cidade, e praticamente a vida dos habitantes (TUCCI, 1995).

Segundo Araújo et al. (2000), os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada. Quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente.

É conveniente, para o bairro, que a área urbana seja planejada de forma integrada. Com a proximidade do período chuvoso, o Conjunto Novo Crato, está enfrentando pontos de alagamento que causam transtornos aos moradores. Há acúmulo de água em alguns pontos, que causa incômodo à população residente. Faz-se necessárias ações preventivas da prefeitura para que os moradores não sejam prejudicados por tais eventos e que o processo não venha se intensificar. Assim como acontece com a grande maioria das cidades brasileiras, a cidade do Crato, localizada no Estado do Ceará, apresentando ineficiência nas ações de saneamento básico.

Sendo assim, esta pesquisa permitem a identificação e análise de alguns dos principais problemas decorrentes da falta de drenagem urbana adequada, bem como sugere as possíveis medidas de controle para a minimização destes problemas, tendo como foco principal a situação atual nos sistemas de drenagem.

Este trabalho visa contribuir com novas pesquisas no município e em outros bairros com pesquisas similares, buscando subsidiar a elaboração de projetos sustentáveis para os sistemas de drenagem urbana levando sugestões de benefícios à população.

O objetivo geral desse trabalho foi analisar os principais problemas ocasionados nos sistemas de drenagem urbana no Conjunto Novo Crato - CE.

## **2. Materiais e métodos**

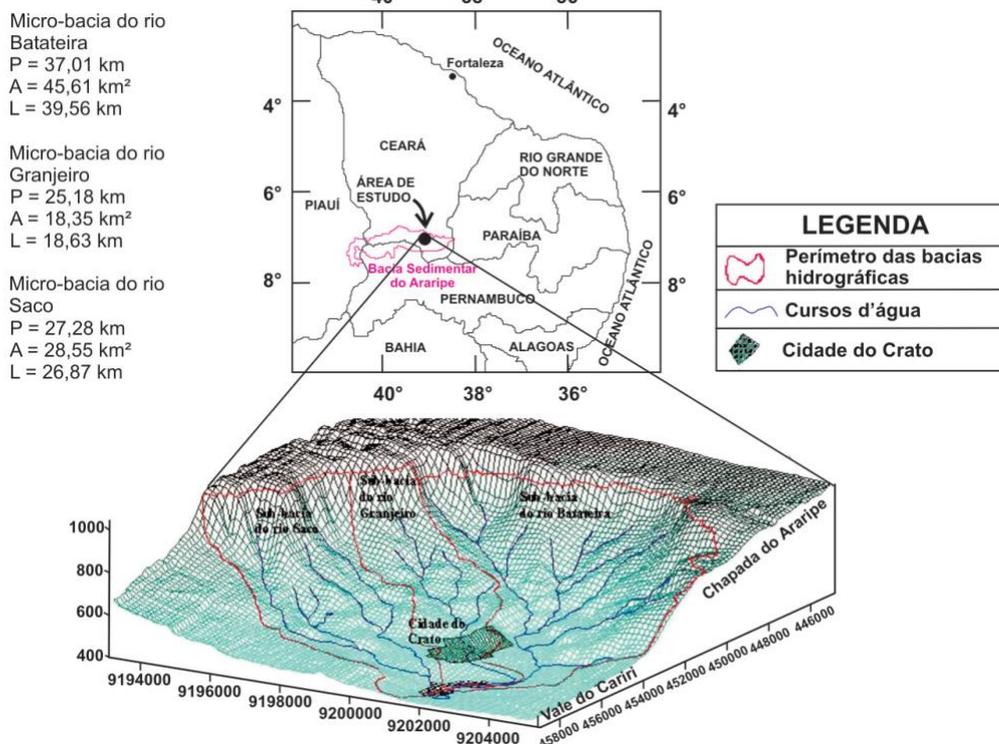
Para a efetivação da presente pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos em livros, artigos, periódicos e publicações em revistas científicas referentes aos aspectos de drenagem urbana, com a finalidade de obter um conhecimento aprimorado do assunto a ser tratado.

Posteriormente foram executadas visitas de campo durante os meses de abril e maio de 2013, com registros fotográficos *in loco*, aplicação de questionários, além de consultas para obtenção de dados na Secretaria de Infraestrutura do Município do Crato, utilização de mapas e imagens de satélite, indicando os principais pontos problemáticos do Conjunto Novo Crato.

### **Caracterização da área em estudo**

O Município do Crato localiza-se na região sul do Estado do Ceará, apresenta como principais coordenadas geográficas: Latitude (S): 7°14'03" e Longitude (W): 39°24'34", ocupando uma área de 1.117,5 Km<sup>2</sup>. Limita-se ao norte com Caririagu e Farias Brito; ao sul com o Estado de Pernambuco e Barbalha; a leste com Barbalha, Juazeiro do Norte e Caririagu e a oeste com Nova Olinda, Santana do Cariri e o Estado de Pernambuco, conforme descrito na Figura 6. Seus distritos são: Crato (sede), Baixio das Palmeiras, Belmonte, Campo Alegre, Dom Quintino, Monte Alverne, Bela Vista, Ponta da Serra, Santa Fé e Santa Rosa (IPECE, 2012).

**Figura 1 - Localização do Município de Crato-CE**



Fonte: Lima Neto, 2006

### Questionário sobre o sistema de drenagem urbana

Foram realizadas entrevistas com 200 pessoas, os quais possuíam faixa-etária que variavam entre 18 - 70 anos, cujo objetivo constituiu em analisar os principais problemas ocasionados nos sistemas de drenagem urbana no Conjunto Novo Crato conforme no APÊNDICE A pág 42. Além das entrevistas, foram fotografadas as situações dos elementos da micro e macro drenagem presentes no bairro. Os questionários foram elaborados com perguntas objetivas e subjetivas e, para efeito de apresentação das análises dos dados.

### 3. Resultados e discussão

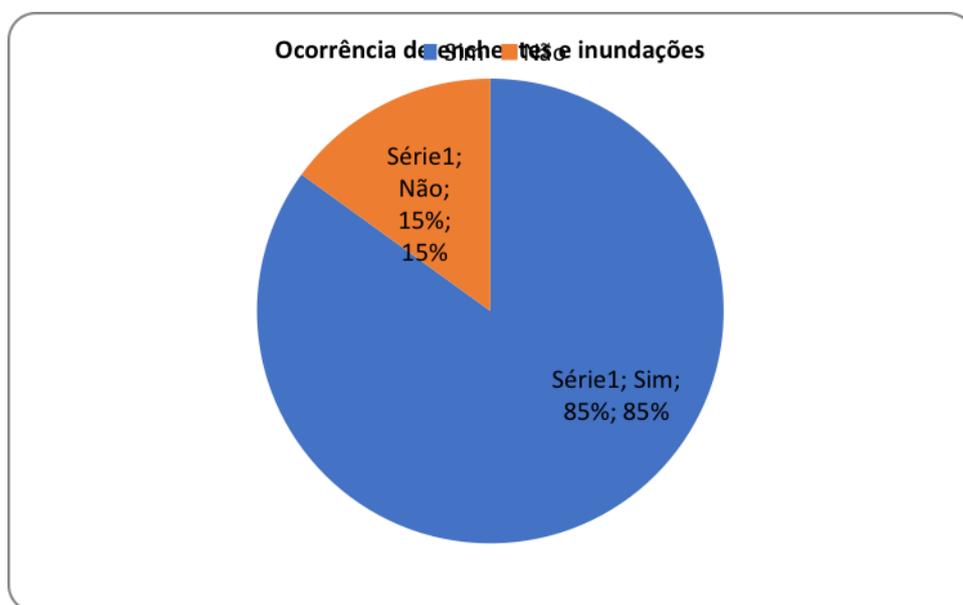
#### Análise dos questionários

Analisando a pergunta sobre a ocorrência de enchentes ou inundações e sua frequência obtiveram-se os seguintes resultados

#### Ocorrências de enchentes e inundações

Através de pesquisa direta constatou-se que: Foi perguntado se ocorre enchente ou inundação na rua e qual a frequência. Foi obtido o seguinte resultado: 170 dos entrevistados, afirmaram que ocorre inundação quando a chuva é intensa. Os entrevistados falaram que por causa da falta do sistema de drenagem e rede coletoras de águas pluviais, as águas se acumulam mais e demoram a escoar, e apenas 30 pessoas afirmaram que não ocorre nenhum dos dois (figura 2).

Figura 2 – Representação gráfica de ocorrências de inundações no bairro.



Fonte: o autor

A Figuras 3 e 4, ilustra a falta do sistema de drenagem urbana, Neste ponto é notada a presença de erosão laminar em ambas as margens do córrego, além de uma área vaga usada para a disposição inadequada de resíduos sólidos provenientes da construção civil (entulhos) e resíduos sólidos domésticos.

Como a declividade do terreno é considerável e, em função da não existência de dissipadores de energia das águas provenientes do escoamento superficial do sistema de drenagem urbana, os processos erosivos tendem a aumentar, agravando ainda mais a situação com o carreamento de resíduos sólidos e conseqüente assoreamento do manancial.

**Figura 3 – Esgoto a céu aberto**



**Fonte: O autor**

**Figura 4 – Esgoto a céu e lixo**



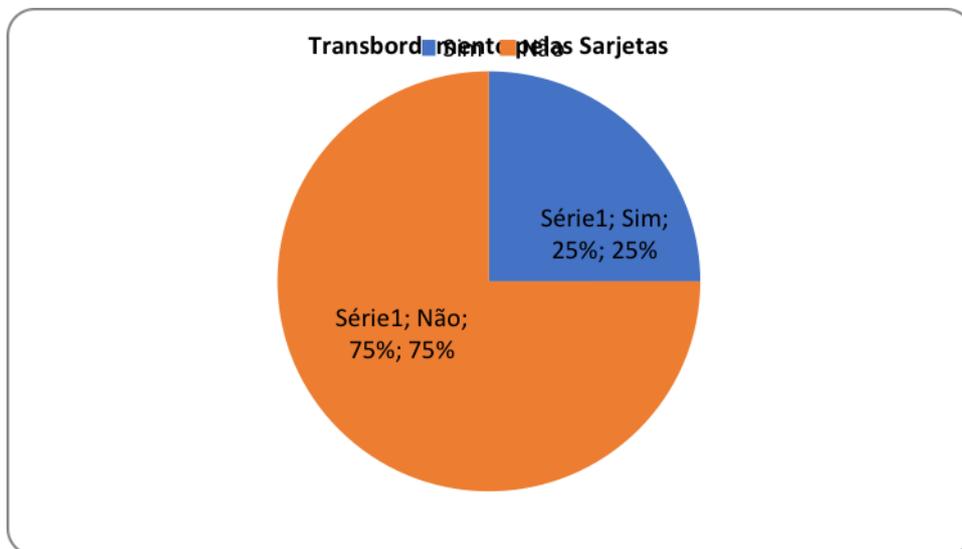
**Fonte: O autor**

Vale ressaltar que existe no local risco de escorregamento de encostas e um processo de assopamento de ambas as margens, as quais estão com grandes taludes desprotegidos e bastante inclinados.

### **Transbordamento pelas sarjetas**

Quando foi perguntado, se a água pluvial que transborda pela sarjeta e entra em suas residências causa prejuízos, a resposta foi que, 50 pessoas afirmaram que a água já invadiu suas casas e que às vezes, quando a chuva é mais intensa ela entra, 150 pessoas disseram que a água nunca invadiu, pois a calçada é alta e foi feita propositalmente para que evite a passagem da água da chuva (figura 5).

**Figura 5 – Representação gráfica do transbordamento das sarjetas**



**Fonte: O autor**

Na figura 6, mostra a realidade no Conjunto Novo Crato, onde é observado que o terreno apresenta uma declividade acentuada de uma parte superior para mais inferior, e que as residências que estão ao ponto baixo sofre conseqüências danosas causadas pelas chuvas o que contribui negativamente

**Figura 5 – Realidade encontrada no bairro Novo Crato**

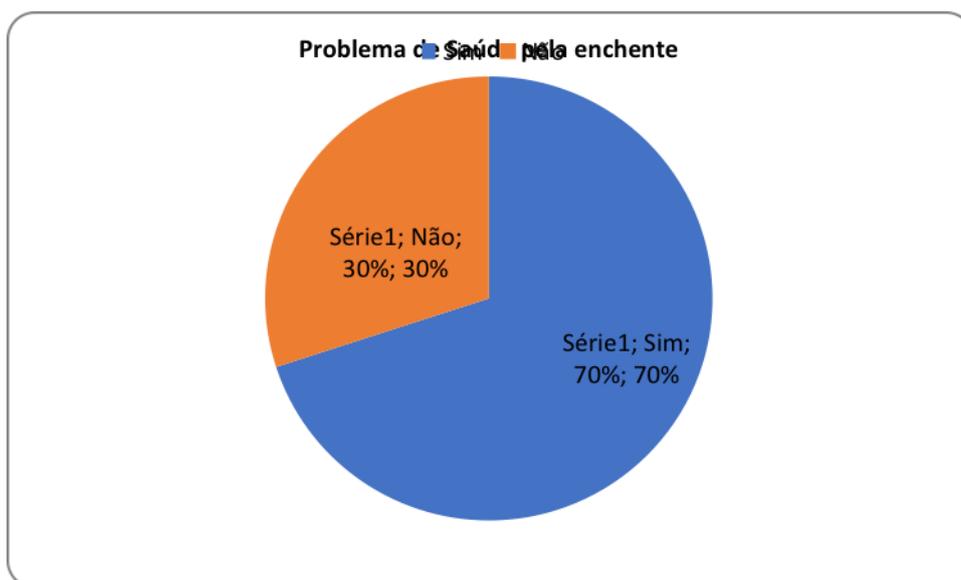


**Fonte: O autor**

### **Problemas de saúde relacionado com as chuvas**

Em relação ao procedimento que impeça para que a água pluvial não entre na residência 140 dizem não fazer nada, apenas espera a chuva parar para limpar a casa ou parte da mesma, 60 aumentaram à calçada ou improvisam uma tábua na entrada da casa ou do comércio. Foi perguntado ainda, se já se apresentou problemas de saúde resultante das enchentes. Trinta entrevistados apresentaram dengue, e eles alertaram que existem um terreno abandonado, que alguns moradores ou pessoas que vem de outros bairros jogam lixo fazendo com que a água da chuva acumule-se sobre esses resíduos, causando problemas de saúde como dengue, e 170 nunca apresentaram problemas de saúde ocasionados pela chuva como mostra a (figura 7).

**Figura 7 – Problema de saúde pela enchente**

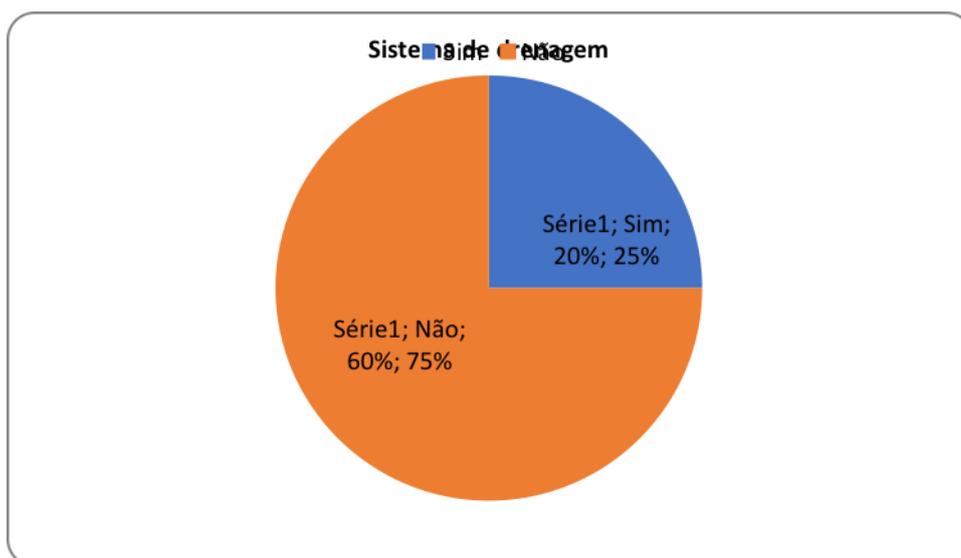


Fonte: O autor

**Sistemas de drenagem são suficientes para suprir toda a água pluvial.**

Quanto ao sistema de drenagem, 40 pessoas afirmaram ser suficientes, e o problema é que segundo eles, são os outros moradores que jogam lixo nas ruas e/ou sarjetas e a chuva carrega esses resíduos para as galerias e bocas de lobo, fazendo com que ocorra um impedimento da água e causando transtornos aos moradores locais. Os demais entrevistados disseram que não são suficientes, as respostas foram as mais variadas "por causa da irresponsabilidade do município", "acumula muita água na rua", existe muito lixo nas galerias", dentre outras (figura 8).

**Figura 8 - Representação gráfica do sistema de drenagem urbana do bairro**



Fonte: O autor

**Figura 9 – Falta de saneamento**



**Fonte: O autor**

**Figura 10 – Esgoto**

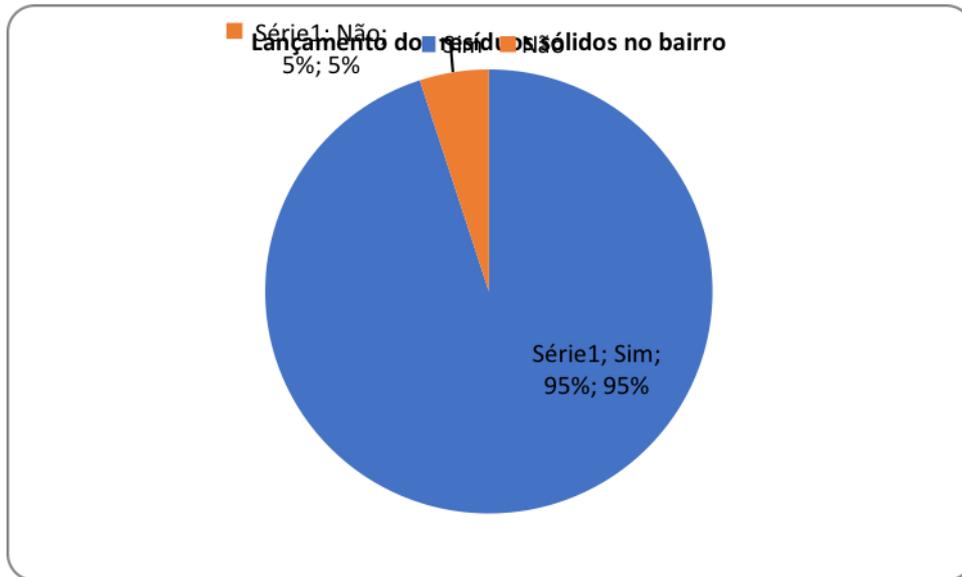


**Fonte: O autor**

### **Os resíduos sólidos**

Foi realizada a pergunta “Você contribui para que ocorra enchente e/ou alagamento no seu bairro, ou cidade, como por exemplo, jogando lixo nas ruas e sarjetas e assim causar o entupimento das galerias e bocas de lobo”. Dos entrevistados 190 pessoas dizem não jogar resíduos sólidos nas ruas e sarjetas, pois tem consciência que eles irão impedir o escoamento da água pluvial e há recolhimento do lixo três vezes por semanas, então não há necessidade de ser jogado resíduos na rua e apenas 10 pessoas afirmaram jogar lixo, mesmo sabendo o que provocará. Foi observado que a Prefeitura faz o seu trabalho de limpeza das sarjetas e ruas, mas não a desobstrução de bocas de lobo e galerias. Esse serviço seria importante, porque evitaria que o lixo se espalhasse em caso de chuvas intensas quando as sarjetas encham e transbordam. A participação da comunidade é muito importante neste processo. As pessoas devem ajudar evitando jogar lixo nas sarjetas e nas ruas e obedecendo sempre ao calendário de limpeza dos bairros e da coleta domiciliar de lixo conforme ilustrado na (figura 11).

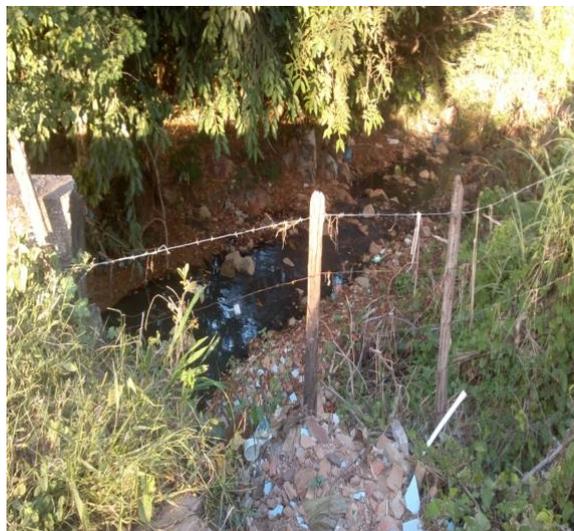
**Figura 11 - Representação gráfica do lançamento dos resíduos sólidos no bairro**



Fonte: O autor

A figura 12 mostra a situação do saneamento ambiental inadequado, com ênfase a forma de disposição dos resíduos e o esgotamento sanitário.

**Figura 12 – Situação do saneamento ambiental inadequado, com ênfase a forma de disposição dos resíduos e o esgotamento sanitário**



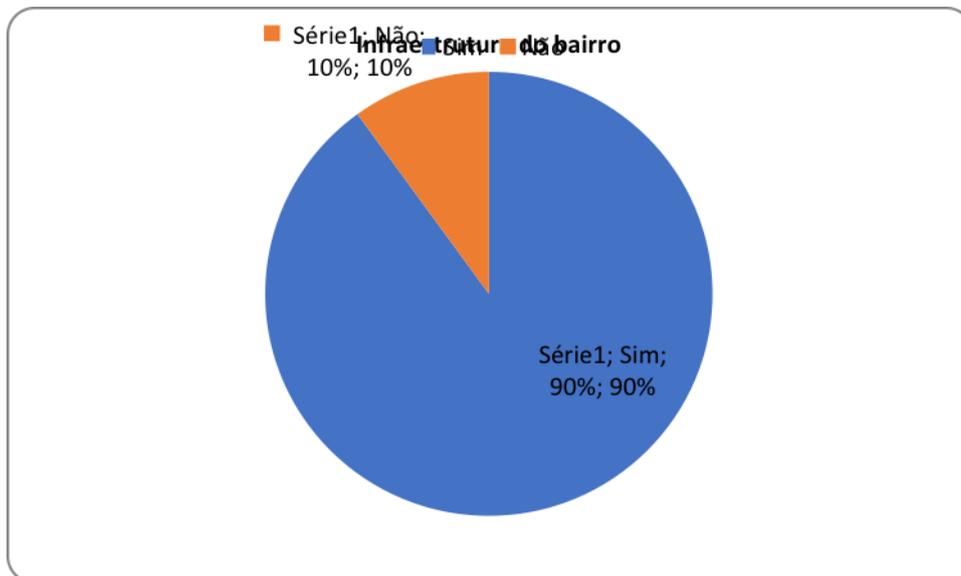
Fonte: O autor

### **Problemas enfrentados com a infraestrutura do bairro, em relação à má drenagem pluvial**

No questionário foi perguntado se o morador já alertou as autoridades à respeito dos problemas enfrentados com a infraestrutura do bairro, em relação a má drenagem pluvial. Relatou-se que 180 pessoas disseram nunca pensaram em fazer isso, e apenas 20 recorreram às autoridades, (figura 19) alguns disseram que já se

acostumaram com a situação, outros, responderam que a prefeitura tem o conhecimento do problema de drenagem do bairro, mas não faz nada a respeito. E apenas um morador reclamou verbalmente só que “ficou na promessa” relatou, e outra moradora afirmou que houve um abaixo-assinado em 1979, pois o problema quanto á drenagem pluvial, acontece há anos naquele bairro e que segundo os moradores, o problema acontece desde a construção do muro do Aeroporto Petrônio Portela, pois impedia o escoamento natural da água pluvial de acordo com a (figura 13).

**Figura 13 – representação gráfica da infraestrutura do bairro**



Fonte: O autor

Todos os moradores entrevistados, foram unânimes quanto às soluções para minimizar os efeitos da má drenagem pluvial em seu bairro, consideraram que com a construção de mais galerias, limpeza e conserto das já existentes bem como limpeza das ruas e sarjetas, iria contribuir para que tais eventos não aconteçam. As informações como, idade e sexo coletados a respeito dos indivíduos, foram consideradas irrelevantes para a conclusão desse estudo (Figura 14).

**Figura 14 – Situação das ruas do bairro**



Fonte: O autor

### **Análise das figuras**

Os problemas relacionados com a ineficiência do sistema de drenagem atingem grande parte do bairro, tornando-se crônicos em alguns pontos. Na ocorrência de chuvas de grande intensidade, o bairro Novo Crato apresentam pontos de alagamento, provocando inundações de residências dificultando a vida dos moradores (figura 15).

**Figura 15 – Esgoto a céu aberto**



**Fonte: O autor**

Atualmente os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem responsáveis para drenar as águas pluviais da cidade, estão em situações precárias, um dos fatores que contribui para ineficiência desse sistema é o crescimento no índice de impermeabilização, devido aos calçamentos e asfaltamentos das ruas de algumas localidades, que impedem a infiltração das águas das chuvas e, conseqüentemente, favorece seu escoamento nas vias urbanas. Outro problema é o acúmulo de lixo nas galerias e canais e as ligações clandestinas de esgoto.

Em outras pesquisa feitas com drenagem urbana Montes e Leite (2012), avaliou em seu trabalho a drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da bacia do córrego vaca – brava, Goiânia – GO. Tendo como objetivo a solução ou pelo menos a minimização destes problemas, foram feitos através de pesquisas bibliográficas, levantamentos em campo com registros fotográficos, além de consultas a órgãos públicos e utilização de mapas e imagem de satélite, um diagnóstico da referida bacia, indicando os principais pontos problemáticos e as proposições das medidas de controle para os mesmos. O que concluiu que diante do exposto, e em reflexo da realidade da bacia ora analisada, nota se que a mesma possui vários problemas relacionado à drenagem urbana que são associados aos efeitos da urbanização descontrolada, com ocupação de áreas de preservação permanente e uso do solo intenso, com poucas áreas permeáveis, provocando um grande volume de escoamento superficial no solo das águas pluviais.

## 4. Conclusão

As enchentes das macro-drenagens e o alagamento provocado por transbordamento de águas das galerias têm provocado prejuízo à população do Conjunto Novo Crato, desvalorização de imóveis, perda de eletrodomésticos e outros materiais do lar, água entra nos automóveis sem que as autoridades tomem as devidas providências.

Para amenizar o problema da drenagem urbana é necessário à implantação de obras estruturais (canalização de alguns pontos da macro-drenagem), investimento na infraestrutura da cidade (instalação de galerias) e uma educação à população acerca do correto gerenciamento dos seus resíduos.

São medidas neste sentido que se propõem ao bairro, castigado como muito outros no Ceará, no Brasil e no mundo por problemas decorrentes de um falho e ineficiente sistema de drenagem urbana.

Espera-se direta ou indiretamente que o presente trabalho venha contribuir para outras pesquisas sobre drenagem urbana, sejam elas micro-drenagem ou macro-drenagem, e que se desenvolvam com a finalidade de diminuir os graves resultados causados pelas mesmas.

Em fim, é preciso um planejamento urbano com visão de futuro e de uma política de controle e de educação ambiental, em parceria com toda comunidade, para contribuir decisivamente nos problemas de drenagem da cidade.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P.R.; GOLDENFUM, J.A.; TUCCI, C.E.M. **Avaliação dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial**. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V.5.n.3.p.21-29.2000.

BIDONE, F.; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277- 347.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva**: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. EDGARD BLÜCHER LTDA, 2ª Ed. rev. e ampl. - São Paulo, 1998.

CARDOSO NETO, A. **Sistemas urbanos de drenagem**. Florianópolis, Laboratório de Drenagem do Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. 19 p.

CHOW, V. T.; **Open - channel hydraulics**, McGraw-Hill Book Company, New York 1959.

CRUZ, M.A.S.; ARAÚJO, P.R.; SOUZA, V.C.B. **Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem**. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 21 p., 1999.

HENEINE, M.C.A.S. **Cobertura Verde**. Monografia apresentada ao curso de especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 49 p., 2008.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Perfil Básico Municipal de Crato-CE (2012). 18p. 2013.

JONES, P.; MACDONALD, N. Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff. **Geoforum**, n. 38. P. 534-544,2007.

MONTES, R. M.; LEITE, J. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da bacia do córrego vaca – brava Goiânia – GO**. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, Goiânia - GO.2012.

MAKSIMOVIC, C. **General Overview of Urban Drainage Principles and Practice. Urban Drainage in Specific Climates** (IHP-V-Technical Documents in Hydrology). Paris: UNESCO, Vol.1, n.40, p.1-21, 2001.

MARTINS, J. R. S. Obras de Macrodrenagem. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.168-240.

POLETO, C;TASSI, R. **Sustainable Urban Drainage Systems. In: Drainage Systems**. INTECH, p.185,2011.p.81-103.

REIS, R.P.A.; OLIVEIRA, L. H.; SALES, M.M. Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. V. 8 n. 2, p. 99-117, 2008.

SILVA, T. C. et al. **Diagnóstico e hierarquização de problemas de drenagem urbana da zona costeira sul do estado da Paraíba**. Eng. sanit. ambient. Vol.13 - Nº 2 - abr/jun 2007.

SILVEIRA, J. P. **Estudos Preliminares para Implantação de Trincheiras de Infiltração**. 2008. Dissertação de (Mestrado em Geotecnia). Universidade de Brasília, 2008.

SILVEIRA, A.L.L. Apostila: **Drenagem Urbana: aspectos de gestão**. 1ª (ed) Curso preparado por: Instituto de Pesquisa Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq), 2002.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre. ABRH, UFRGS,1995.

TUCCI, C. E. M; GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização**. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277-347.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.15-36.

URBANAS, B.,STAHRE, P. **Stormwater Best management Practices and Detention**. Prentice Hall Englewood Cliffs. Neww Jersey. 450 p..1993.

WALESH, S. G. **Urban Surface Water Management** New York: John Wiley & Sons. 1989.

# Utilização de águas cinzas domésticas para o cultivo da pimenta banana papper(*capsicum annuum*)

## *Use of domestic ash for the cultivation of banana papper (capsicum annuum)*

Emanuel Sadal Santos Oliveira, Larisse Filgueiras Eugênio, David da Silva Andrade, Vagner Sales dos Santos, Ticiano Felix de Souza

Faculdade de Tecnologia Centec – FATEC Cariri

Eixo Meio Ambiente e Saúde – Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental

{emanuelsadalsantosoliveira@gmail.com, larissefilgueira@gmail.com,

vagner\_sanamento@yahoo.com.br, david-silva@hotmail.com.br, Ticiano\_m04@hotmail.com}

**Resumo.** O presente estudo teve como finalidade analisar a viabilidade do uso de águas cinzas de origem doméstica, em escala piloto no cultivo da cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*). A pesquisa foi realizada nas dependências de um domicílio do Sítio Espinhaço, situado no sopé da chapada sedimentar do Araripe, zona rural do município de Barbalha CE. Foram cultivadas plantas de pimenta banana papper (*Capsicum annuum*). Para o experimento utilizou-se duas fontes de águas distintas: potável e residuária. A água potável, oriunda da própria rede de abastecimento da comunidade (nascente). E a água residuária (esgoto), sendo que para a irrigação utilizou-se o esgoto bruto de entrada (afluente ao sistema) e o esgoto após tratado (efluente do sistema). verificou-se que o reuso de águas cinza domésticas na agricultura para o cultivo da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), mostrou-se ser uma alternativa economicamente viável (baixo custo de implantação e simples manutenção) para o desenvolvimento da agricultura familiar, sobretudo em locais de escassez hídrica.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, esgotos, preservação ambiental, reuso

**Abstract.** The present study had the purpose of analyzing the feasibility of the use of gray water of domestic origin, in a pilot scale in the cultivation of the pepper banana papper (*Capsicum annuum*). The research was carried out in the premises of a home of the Espinhaço Site located in the foothills Of the sedimentary plateau of Araripe, rural area of the municipality of Barbalha CE. Plants of banana papper pepper (*Capsicum annuum*) were grown. For the experiment two sources of distinct waters were used: potable and residual. The drinking water, coming from the community's own water supply network (nascent). It was the wastewater (sewage), and the raw sewage (tributary to the system) and sewage after treatment (effluent from the system) were used for irrigation. It has been found that the reuse of domestic gray water in agriculture for the cultivation of banana papper pepper (*Capsicum annuum*) has proved to be an economically viable alternative (low implementation cost and simple maintenance) for the development of family farming, Places of water scarcity.

**Key words:** *Key words: sustainability, sewage, environmental preservation, reuse*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 9 no 1 – Junho de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

## 1. Introdução

A água é sem dúvida um recurso natural essencial à vida na terra. Estima-se que o volume total de água no mundo seja da ordem de 1386 milhões de km<sup>3</sup>, sendo que 97,5% desse volume é composto por água salgada – cuja quantidade de sais dissolvidos impossibilitam sua utilização; e, apenas 2,5% é de água doce – aplicável à todas as formas de usos conhecidos. Porém, deste volume de água doce, apenas 0,27% encontra-se efetivamente disponível para o uso humano, correspondendo a cerca de 0,007% do volume total. Isto porque a maior parte da água doce do planeta 99,73% encontra-se ainda inacessível ao uso humano, estando a maior parte sob a forma de geleiras e calotas polares e o restante, parte compoendo a atmosfera e parte confinada em lençóis subterrâneos muito profundos.

Apesar de parecer pouco, estudos comprovam que este volume de água seria mais que suficiente para atender as necessidades humanas, no entanto, devido fatores geográficos e climatológicos, a sua distribuição pela superfície terrestre não ocorre de forma homogênea, favorecendo a existência de regiões com grande disponibilidade hídrica e outras onde quase não se encontra este recurso, caracterizasse-a então a escassez hídrica natural. Somando-se à má distribuição natural, destaca-se ainda a crescente deterioração dos corpos hídricos devido aos despejos indiscriminados de esgotos com insuficiente ou nem um tratamento, reduzindo à qualidade das águas comprometendo sua posterior utilização, gerando-se assim o fenômeno da escassez antrópica (escassez de água potável). Fato que contribui ainda mais para a redução do volume total de água doce disponível.

Em todos os seus níveis, a escassez hídrica faz-se um fator limitante ao desenvolvimento socioeconômico de uma região, além do que, a falta d`água aliada a multiplicidade do seu uso, pode, ainda, proporcionar a ocorrência de competições e conflitos entre povos e nações (CHRISTOFIDIS, 2001 apud DUARTE, 2006).

A intensa industrialização e a expansão demográfica juntamente com uso irracional dos recursos hídricos tem contribuído consideravelmente para o aumento da demanda por água doce e em paralelo para a produção de águas residuárias (esgotos) no planeta. As águas servidas tanto de origem industrial quanto doméstica, quando lançadas no meio ambiente sem o devido tratamento geram degradação do solo e dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas, deteriorando a qualidade dos mesmos e onerando seu tratamento para posterior utilização.

Diante de tal panorama, o reuso de águas servidas (reaproveitamento de águas que já foram utilizadas em um ou mais usos) surge como uma importante resposta a toda esta problemática, uma vez que possibilita a diminuição da geração de efluentes e contribui para o uso racional da água, inclusive para fins agrícolas que representam aproximadamente 70% do consumo hídrico no mundo. Segundo VAN DER HOEK et al., (2002) apud PAIVA et al., (2012), as maiores vantagens do aproveitamento agrícola das águas residuárias são: a conservação da água disponível, sua grande disponibilidade e possibilitar o aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade do uso fertilizantes químicos), proporcionando aumento da fertilidade do solo e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Por tanto, ressalta-se que a inserção do reuso de águas residuárias nas atividades humanas é de grande relevância para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que permite a diminuição da poluição e visa a prevenção da escassez da água.

Embora, só mais recentemente, a preocupação gerada em decorrência da crescente procura e pouca oferta de água, de qualidade e em quantidade suficiente para o saceio das diversas atividades humanas, tenha trazido à tona a real importância da

técnica do reuso, sabe-se que essa prática não é nova, muito pelo contrário, o reuso de águas residuárias teve início com os primórdios da sociedade e vem sendo praticado até os dias atuais.

Dessa forma, o reuso de água para irrigação surge como um recurso hídrico complementar, aumentando a oferta de água e garantindo economia e racionalização do uso desse bem. Vários países já utilizam essa tecnologia e possuem regulamentação específica na temática (BERNARDI, 2003 apud CUNHA et al, 2011). Ainda segundo Cunha et al., 2011, a ausência do conhecimento da legislação a respeito do reuso adequado ou, a falta dessa, pode acarretar o surgimento de vários problemas ambientais e sociais, como por exemplo, se não houver o tratamento apropriado da água e por parte da carência de informações dos usuários, ocasionando riscos à saúde da população, além da deficiência da autorização dos órgãos ambientais.

Frente a relevância e atualidade dessa temática, o presente estudo teve como finalidade analisar a viabilidade do uso de águas cinzas de origem doméstica, em escala piloto no cultivo da cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), utilizando-se para isso um sistema de tratamento à base de filtração simples, tecnologia rudimentar porém de maior proximidade da população, sobretudo a parcela mais carente, principalmente no que se refere ao conhecimento necessário, facilidade de confecção, simplicidade de operação e baixo custo de implantação.

## **2 – Materiais e métodos**

### **Caracterização e descrição da área em estudo**

A pesquisa foi realizada nas dependências de um domicílio do Sítio Espinhaço, situado nas coordenadas geográficas de "7° 20' 38" de latitude Sul e "39° 24' 27" de longitude Oeste, a uma altitude de 698 m, no sopé da chapada sedimentar do Araripe, zona rural do município de Barbalha CE, localizado na Microrregião do Cariri, no Sul do estado do Ceará a 502,9 km da capital Fortaleza, CE. A região possui um clima do tipo semiárido quente com temperatura média anual da ordem de 25,5 °C, e com precipitação média anual da ordem de 1.058 mm concentrada nos meses de janeiro a maio. Média de precipitação superior a do restante do estado com exceção do litoral, proporcionada sobre tudo pela presença da chapada sedimentar do Araripe que abriga a floresta nacional do Araripe cujas características naturais fazem com que a região do cariri seja melhor abastecida por chuvas, e provida de recursos hídricos subterrâneos.

O experimento foi realizado no período de março e agosto de 2016 e foram cultivadas plantas de pimenta banana papper (*Capsicum annuum*) em baldes com capacidade de 15 L preenchidos por uma combinação de areia, argila e composto orgânico na proporção de 1-2-1 respectivamente, irrigados por gotejamento, dispondo de diferentes tratamentos e fontes de água. O ciclo da cultura teve duração em torno de 90 dias após a sua emergência.

### **Preparo da área para o experimento**

A área do experimento (6,00 m<sup>2</sup>) foi instalada dentro dos limites de propriedade do referido domicílio, acerca de 12 m do mesmo conforme a (Figura XX).

Inicialmente foi realizada a limpeza e nivelamento do terreno para a posterior construção de um cercado de proteção com as medidas da área, 2,5 m de comprimento por 2,4 m de largura e 1,2 m de altura, para a proteção contra invasão de animais indesejáveis à sanidade das culturas. Logo em seguida, realizou-se a preparação do composto para preenchimento dos baldes onde foram plantadas as pimenteiras, para isso utilizou-se areia (25%), solo moderadamente argiloso (50%) e composto orgânico (25%), as partes foram misturadas e revolvidas até resultar em um composto de características homogêneas, resultando num volume de cerca de 0,36 m<sup>3</sup> de material para o preenchimento de 24 baldes exatamente iguais, com capacidade de 15L e dotados de furos na base para o dreno de líquidos excedentes. Cada vaso foi preenchido com uma camada 31,5cm de solo, apoiada sobre uma camada de 2,5 cm de brita de fundo, com o intuito de permitir a passagem do excesso de água evitando o carreamento das partículas de solo através dos orifícios existentes em sua base.

Devidamente preparados, os vasos foram acomodados sobre tijolos, impedindo o contato direto dos mesmos com o solo, sendo dispostos em 6 fileiras compostas por 4 baldes cada uma (de modo que as plantas ficaram separadas 35 cm umas das outras e 40 cm entre fileiras), onde foram plantadas as pimenteiras, semeando-se três sementes por balde para após a brotação serem mantidas somente as plantas mais viçosas e melhor desenvolvidas.

Por fim, foi montada uma cobertura provisória por sobre o cercado empregando-se folhas secas de palmeira (prática comum entre os pequenos agricultores da localidade), com o objetivo de assegurar o bom desenvolvimento inicial das plantinhas, protegendo-as da ação direta do sol e diminuindo a erosão provocada pelas chuvas. A cobertura foi mantida até as plantas atingirem cerca de 12 cm de altura, após o raleamento. Nesse período que durou aproximadamente 22 dias, as pimenteiras foram regadas unicamente com água proveniente da rede de abastecimento local.

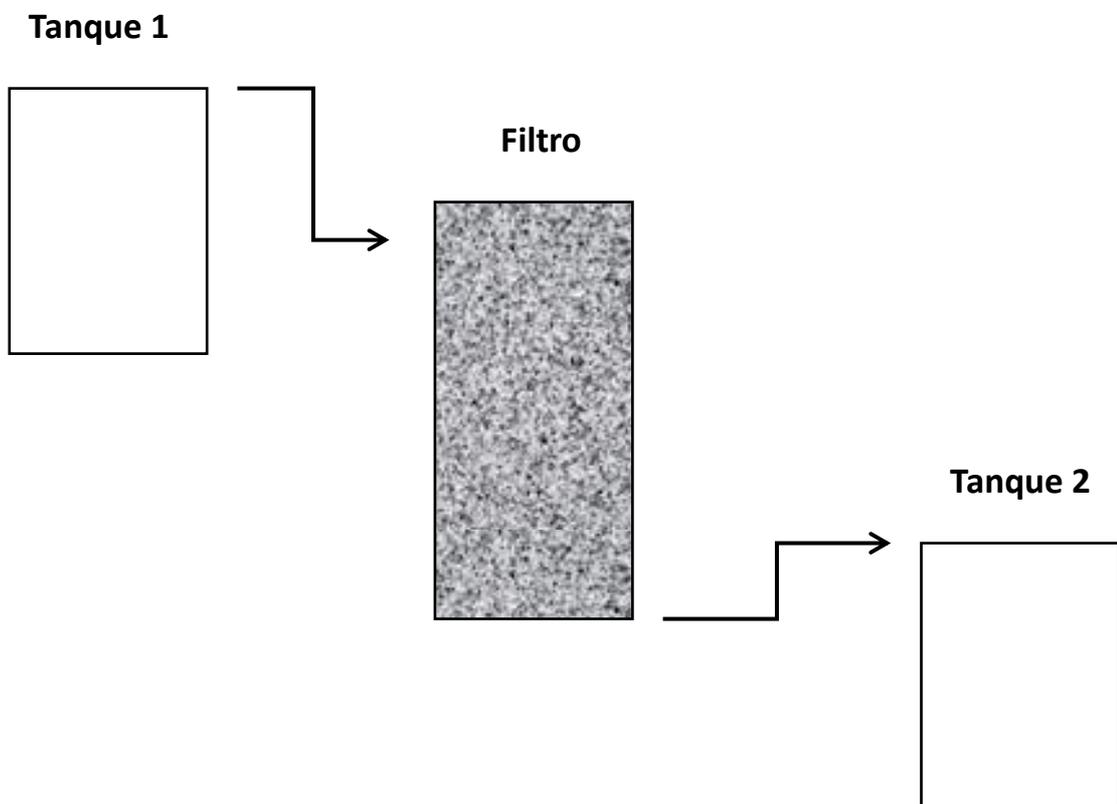
### **Preparo e descrição do Sistema de Esgotamento/Tratamento**

Imediatamente ao local de produção e abandono da parcela de esgoto a ser empregada no estudo (esgoto puramente cinza), juntamente à parede da cozinha, em ponto onde internamente localiza-se a pia, foi implantado um sistema composto por tubulações e peças especiais para coleta e transporte das águas servidas produzidas até o ponto onde foi instalado o seu tratamento. Devido no local (quintal) não haver a presença de movimento de veículos pesados, a rede de esgotamento foi alojada em uma vala bastante rasa e sem cobertura, seguindo-se a declividade natural do terreno.

O sistema de tratamento simplificado de esgoto (projeto em escala piloto), conforme a figura 1, foi instalado a 5,00 m de distância da residência, na parte dos fundos do prédio de frente para a cozinha, nivelando-se com a tubulação de esgotamento. Para o tratamento simplificado do esgoto foi empregado um sistema composto por um reservatório primário com 40 cm de profundidade e capacidade de 20 litros, para acúmulo e coleta do esgoto bruto (onde ocorre também certa percentagem de decantação dos resíduos em suspensão presentes na massa líquida), seguido por filtro descendente de aproximadamente 60 cm de profundidade, cujo leito filtrante é composto por seis camadas de diferentes materiais com granulométricas distintas: pedra grosseira, brita média, brita fina, pó de brita, areia grossa e areia fina, onde parte da massa biológica responsável pelo tratamento do esgoto fica aderida e posteriormente um reservatório final de 50 cm de profundidade e capacidade de 40

litros, responsável pela coleta e acondicionamento do efluente tratado para posterior utilização.

**Figura 1 - Sistema responsável pelo tratamento simplificado das águas cinza**



Fonte: Autoria própria

### **Águas utilizadas para irrigação**

Para o experimento utilizou-se duas fontes de águas distintas: potável e residuária. A água potável, oriunda da própria rede de abastecimento da comunidade, provém de uma importante fonte natural (nascente), localizada no Sítio Farias, comunidade vizinha, fonte que além de ser responsável pelo abastecimento humano de localidades próximas, supri ainda a demanda de um parque aquático e três balneários e a micro agricultura local. E a água residuária (esgoto), foi proveniente da própria residência onde se realizou o experimento, sendo advinda exclusivamente da pia da cozinha (caracterizando-se exclusivamente como águas cinzas), sendo captadas e transportadas desde seu ponto de geração até a mini estação de tratamento instalada nos fundos do quintal da mesma. Sendo que para a irrigação utilizou-se o esgoto bruto de entrada (afluente ao sistema) e o esgoto após tratado (efluente do sistema).

### **Sistema de irrigação e tratamentos realizados**

Para a realização do estudo, as pimenteirias foram plantadas diretamente em baldes com altura de 32 cm e capacidade de aproximadamente 15 litros, dimensões estas que não são as mais recomendadas para a promoção de um bom desenvolvimento do sistema radicular da espécie cultivada, sendo, no entanto, suficientes diante dos

objetivos particulares do projeto. Para a irrigação das culturas foi utilizado um pequeno sistema de irrigação por gotejamento, com o objetivo de diminuir e/ou evitar o contato direto dos líquidos (esgoto bruto e esgoto filtrado) com o corpo das plantas em cultivo e seus tratadores.

A pesquisa baseou-se na análise comparativa entre os rendimentos de três tratamentos distintos para o cultivo das pimenteiras, observando-se o desenvolvimento geral das plantas e frutos, e, também, o grau de eficiência do tratamento dado ao efluente.

T1: irrigação realizada com água proveniente do sistema de abastecimento local – água potável;

T2: irrigação realizada com esgoto bruto;

T3: irrigação realizada com esgoto após ter passado por tratamento simplificado (filtração biológica).

Onde cada qual foi composto por oito repetições para melhor visualização e interpretação dos resultados.

Para cada um dos tratamentos (T1, T2 e T3), foi utilizado um reservatório próprio do qual partiu duas linhas de gotejo cada um para a irrigação de quatro pimenteiras, de modo que o sistema após o preenchimento dos reservatórios funcionasse unicamente por gravidade, irrigando, cada um, um total de 8 plantas, de modo a facilitar a visualização dos resultados.

A determinação do volume a ser disponibilizado a cada planta em cada irrigação, foi determinado através do levantamento de fatores climáticos e determinação da capacidade da cultura em perder água por evapotranspiração. A irrigação foi sempre realizada no período da manhã e ao final da tarde, salvo nos dias com ocorrência de chuvas, por não haver necessidade.

### **Cultura utilizada**

Para a realização do experimento foi utilizada como índice a cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), conhecida popularmente como pimenta banana devido ao tamanho e aparência dos seus frutos. A banana papper é uma pimenta doce (ardência entre 200 e 4000 Scoville), suas vargens verdes-amareladas podem ser apreciadamente consumidas cruas, fritas, em conserva, recheadas ou assadas, possuindo dessa forma um amplo potencial culinário. Cresce bem em um clima mais fresco, devendo ser cultivada sob sol pleno ou meia-sombra, em solo fértil, profundo, leve, enriquecido com matéria orgânica e irrigado regularmente. A variedade não tolera encharcamento, estiagem, nem frio excessivo, e, aprecia adubações semanais durante o crescimento e floração e adubações quinzenais durante a frutificação, melhorando ainda mais sua produção. O ciclo produtivo é estimado em cerca de 90 dias após sua emergência.

As sementes, adquiridas em loja especializada, foram plantadas diretamente em seu recinto final (vasos), não necessitando, dessa forma, de um posterior transplante de mudas, os tratamentos culturais restringiram-se basicamente ao controle de ervas daninhas através da catação manual, não havendo, por tanto, o emprego de defensivos agrícolas para o controle de pragas, nem o uso de adubação química para a correção de possíveis déficits nutricionais nas culturas.

## Preparação da análise:

Esta etapa consistiu nos procedimentos adotados antes de se realizar as análises, nos quais foram realizadas as coletas das amostras na entrada- efluente bruto (Tanque de Decantação/Passagem) e saída do sistema - efluente após a passagem pelo filtro biológico (reservatório final). Após serem coletadas, as amostras de efluentes foram conduzidas até o laboratório Físico-Químico de águas e efluentes pertencente à Faculdade de Tecnologia Centec Cariri, onde uma parte das garrafas com as amostras coletadas foram recondicionadas em congeladores, ficando como reservas; e as outras partes foram utilizadas para as análises e testes experimentais. Sendo que todos os procedimentos das análises estão descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.21<sup>a</sup> ed.*

## Análises físico-químicas

**Tabela 1 – Variáveis que foram analisadas durante o monitoramento da qualidade físico-química dos efluentes analisados.**

Variáveis	Unidade	Nº de coletas	Metodologia	Frequência de amostragem
Potencial Hidrogeniônico	-	4	Potenciométrico	Quinzenal
Turbidez	NTU	4	Turbidímetro	Quinzenal
Temperatura	° C	4	Termômetro Filamento mercúrio	Quinzenal
Amônia	mg/l	4	Nesslerização	Quinzenal
Nitrito	mg/l	4	Colorimétrico	Quinzenal
Cloretos	mg/l	4	Volumétrico de Morh	Quinzenal
Alumínio	mg/l	4	Titulação potenciométrica	Quinzenal
Ferro	mg/l	4	Colorímetro da fenanftaleina	Quinzenal
Manganês	mg/l	4	formaldoxina	Quinzenal

As amostras analisadas foram provenientes do Tanque de Decantação/Passagem e saída do filtro biológico. Logo abaixo, descreve a relação do número com as amostras:

A1 - Efluente bruto coletado no Tanque 1 (decantação/passagem) do Sistema de Tratamento;

A2 -Efluente tratado coletado no Tanque 2 (Reservatório de Reuso) na saída do Sistema de Tratamento.

Ainda em campo, imediatamente ao momento da coleta das amostras, foram aferidos os parâmetros: temperatura, Potencial Hidrogeniônico e Condutividade Elétrica com emprego de aparelhos de campo devidamente calibrados.

### 3. Resultados e discussão

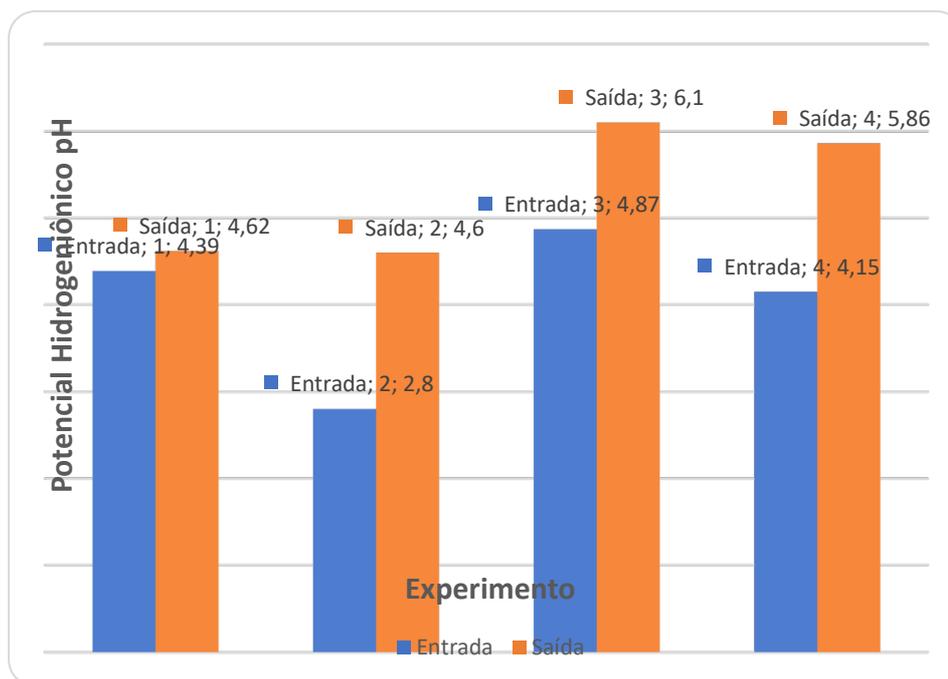
#### Potencial Hidrogeniônico – pH

Conforme os dados apresentados no gráfico abaixo as concentrações de pH variaram entre 2,8 a 4,87 para o efluente do reservatório localizado na saída da pia (esgoto bruto) e entre 4,6 a 6,1 para o efluente após passar por filtração biológica (esgoto previamente tratado). Diante dos resultados expostos observa-se que as concentrações de pH do efluente previamente tratado obtiveram resultados ligeiramente superiores comparado aos resultados obtidos pelo efluente bruto, porém, os dois tratamentos mantiveram-se em condições ácidas.

É importante ressaltar que no geral as pimenteiras toleram uma faixa de pH entre 5 e 8, estando, neste caso, o esgoto previamente tratado mais próximo das condições adequadas.

Segundo Mancuso e Santos, 2003; quando os valores de pH ultrapassam essa faixa, indicam a disponibilidade de íons tóxicos nas plantas, como o cloreto, o sódio e o boro; onde os danos às culturas e ao solo podem ser provocados individualmente ou em combinação destes íons. Já para Duarte, (2006) o valor do pH pode variar em função do tipo de processo e configuração utilizada no tratamento do esgoto.

Figura 2 – Variação do Potencial Hidrogeniônico ao longo do tratamento



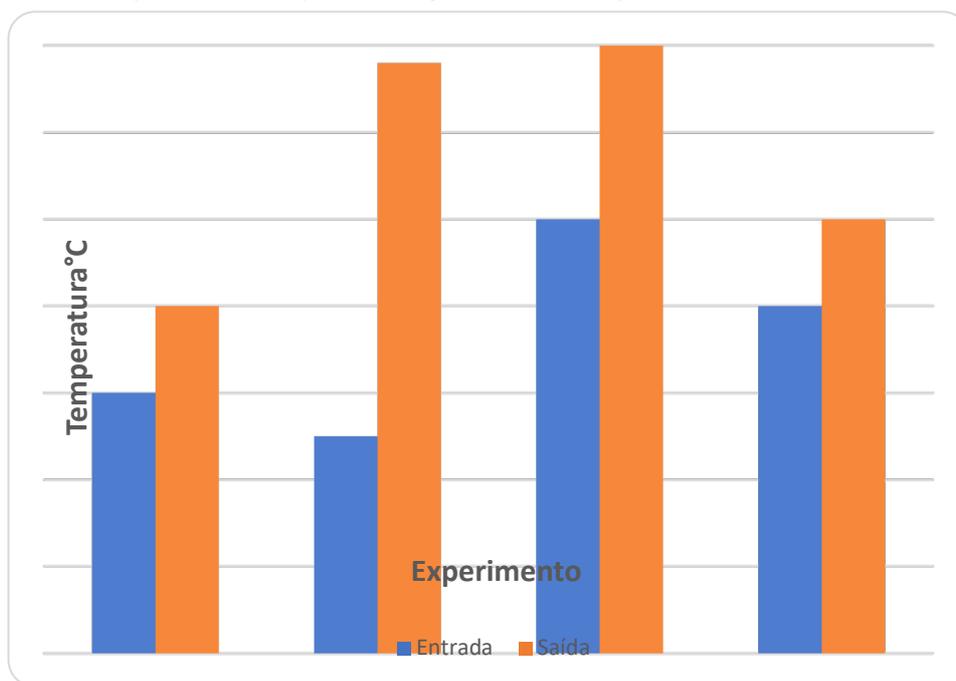
#### Temperatura

No gráfico a seguir analisa-se que a temperatura variou entre 26,8 a 27 °C na entrada do sistema, em contrapartida, os valores obtidos na saída variaram de 24 a

25°C. Em geral a temperatura dos efluentes é um pouco superior à das águas de consumo humano. Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, à exceção dos dias mais quentes do verão, em contrapartida, com relação aos processos de tratamento, sua influência dá-se nas operações de natureza biológica, pois a velocidade de decomposição dos esgotos é diretamente proporcional ao aumento da temperatura (VON SPERLING, 2005 apud MOTA et al 2007).

Entretanto, ressalta-se que a temperatura manteve-se na faixa adequada citada pela literatura entre 16°C a 34°C, estando portanto em conformidade com as temperaturas ideais.

**Figura 3 – Variação da temperatura ao longo do tratamento**

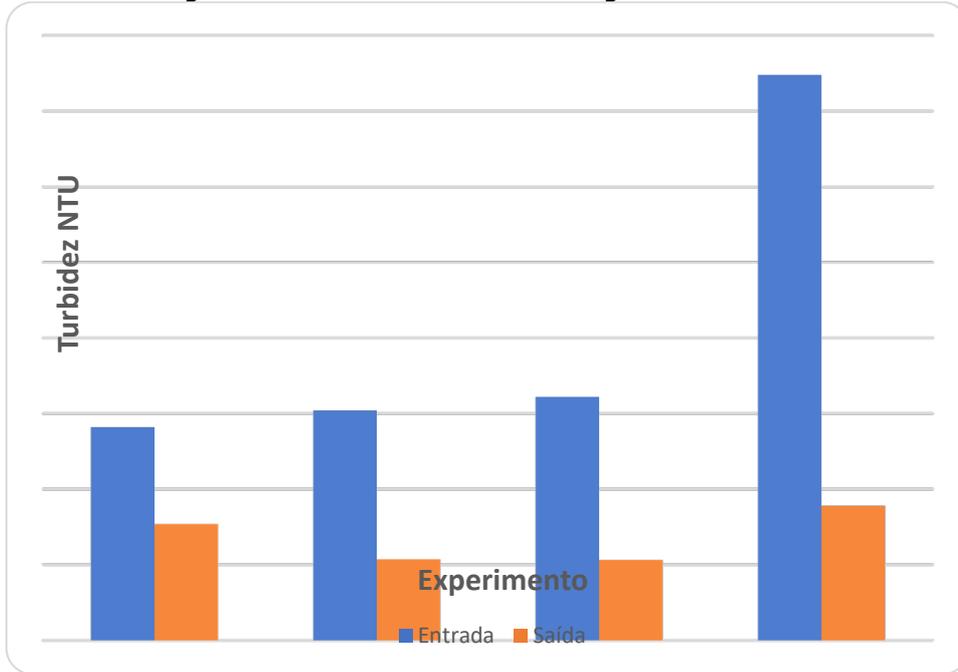


### **Turbidez NTU**

Segundo Duarte (2006), a turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz na água, conferindo-a uma aparência turva e esteticamente desagradável devido a altas concentrações de sólidos em suspensão tanto de origem natural quanto orgânica. Ressalta-se ainda que quando a turbidez na água é de origem natural, não há risco sanitários diretos, porém, se é de origem antropogênica, os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para os microrganismos patogênicos.

Com relação aos valores de turbidez apresentados no gráfico abaixo observa-se que na entrada há uma disparidade dos resultados com a obtenção de valores bastante elevados, porém, na saída, a filtração biológica foi bastante eficaz com a retenção das partículas em suspensão, e, por conseguinte, obtendo valores expressivamente baixos.

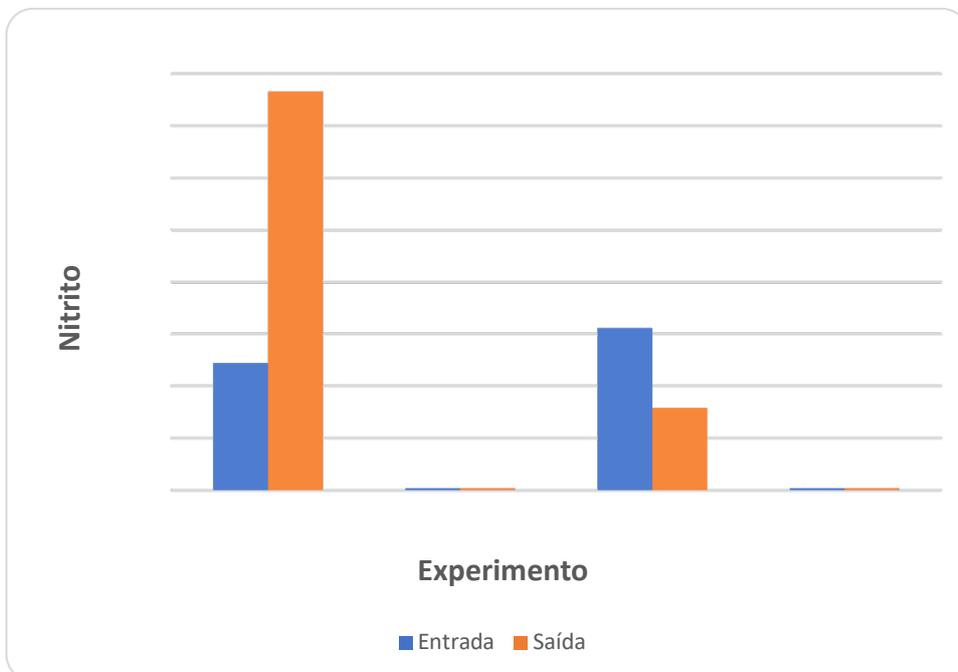
**Figura 4 – Valores de turbidez ao longo do tratamento**



### Nitrito

Diante dos dados relativos ao parâmetro nitrito no gráfico abaixo, constatou-se que ocorreu uma grande discrepância à cerca dos valores obtidos no esgoto bruto da entrada havendo alteração entre 0 a 0,24 mg/l e no efluente previamente tratado com variação entre 0 a 0,76 mg/l.

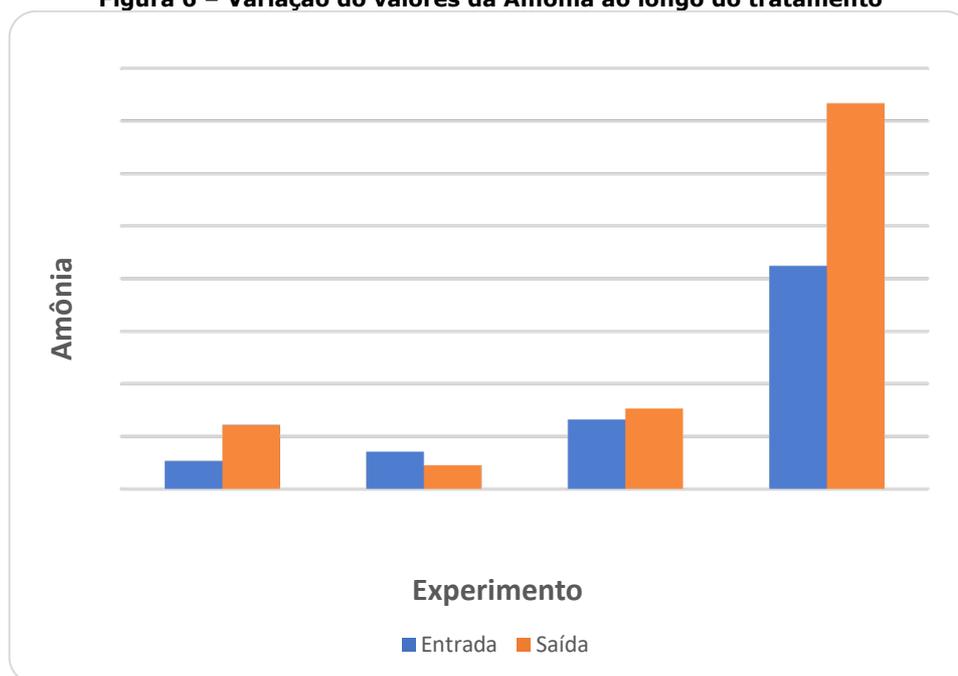
**Figura 5 – Variação do valores de nitrito ao longo do tratamento**



### Amônia

Observando-se os dados adquiridos conforme o gráfico abaixo, nota-se que há discordância nos resultados tanto na entrada, quanto na saída do sistema. Percebe-se que o esgoto previamente tratado encontra-se dentro dos valores normais em águas de irrigação (0 – 5 mg/l) exceto o ultimo experimento que houve expressivo acréscimo do teor de amônia (AYERS, WESTCOT, 1991 apud MOTA et al 2007). Ainda para Mota, 2007, a alta concentração de amônia nos esgotos é devido a conversão biológica de proteínas e uréia presentes em amônia, sendo que esta pode ser posteriormente transformada em nitritos e nitratos, no processo da nitrificação. Portanto, esta pequena variação da faixa ideal não causa nenhum prejuízo à cultura.

**Figura 6 – Variação do valores da Amônia ao longo do tratamento**

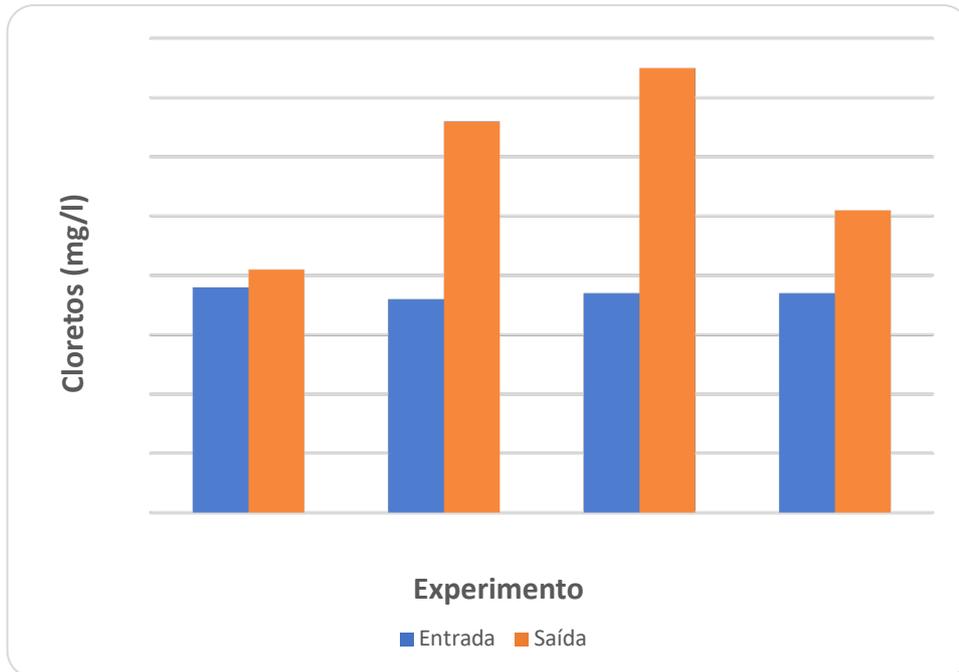


### **Cloretos**

Os níveis de cloretos ficaram, em média, entre 17,1 a 23,1 mg/l na entrada e entre 20,5 a 37,4 mg/l na saída, conforme o gráfico abaixo. Diante destes resultados verifica-se que as concentrações de cloretos determinadas no esgoto bruto da entrada foram inferiores do que as obtidas na saída do esgoto previamente tratado.

Ressalta-se que apesar das concentrações de cloretos obtidas na saída ter sido ligeiramente elevada, quando comparada com as obtidas na entrada, ambas não ocasiona nenhum efeito prejudicial às plantas ao serem utilizadas para a irrigação agrícola, já que, para Duarte, 2006 se as concentrações de cloretos forem inferiores a 100 mg/l, as mesmas podem ser utilizadas sem nenhuma restrição quando irrigadas por gotejamento. Ressalta ainda que concentrações de cloretos acima de 100 mg/l causam deficiências nas culturas e possíveis graves problemas. Portanto, os esgotos tanto brutos quanto previamente tratados permaneceram dentro do limite apropriado sem nenhuma restrição para o uso na irrigação.

**Figura 7 – Variação do valores de Cloretos ao longo do tratamento**

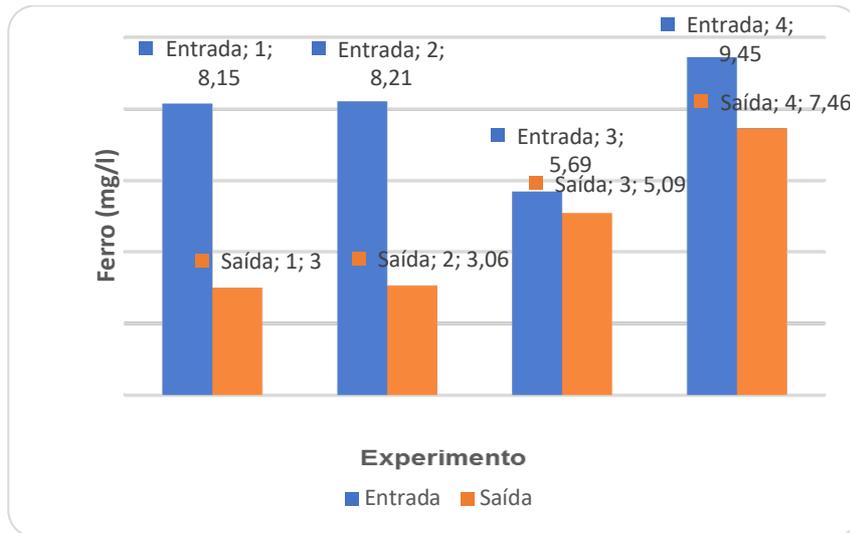


### **Ferro Total**

Frente aos resultados obtidos para o ferro total, dispostos no gráfico a seguir, observa-se que em geral, os valores deste parâmetro mantiveram-se bastante elevados em todas as amostras analisadas, estando, no entanto, ligeiramente mais elevados para o esgoto bruto, onde a concentração de ferro variou de 5,69 mg/l até 9,45 mg/l, em comparação com o esgoto tratado cujas concentrações de ferro mantiveram-se compreendidas entre 3,00 mg/l e 7,46 mg/l. Segundo Mancuso & Santos (2003) o limite permissível é de 5,00 a 20,0 mg/l, sendo que não traz toxicidade para as plantas em solos aerados, mas pode contribuir para a acidificação e perda de fósforo e molibdênio. Diante do exposto, tanto para o esgoto bruto quanto para o tratado, as concentrações encontradas mantiveram-se dentro dos limites permissíveis para águas de reuso para agricultura.

Para Coelho & Verlengia (1973) uma das principais funções do ferro na planta é agir como catalisador na produção de clorofila, coloração que dá coloração verde as plantas, sendo que a falta desse elemento é facilmente notada pela observação das folhas ovas e em crescimento, consistindo os primeiros estágios, geralmente, de coloração verde pálida.

**Figura 8 – Variação do valores de Ferro Total ao longo do tratamento**

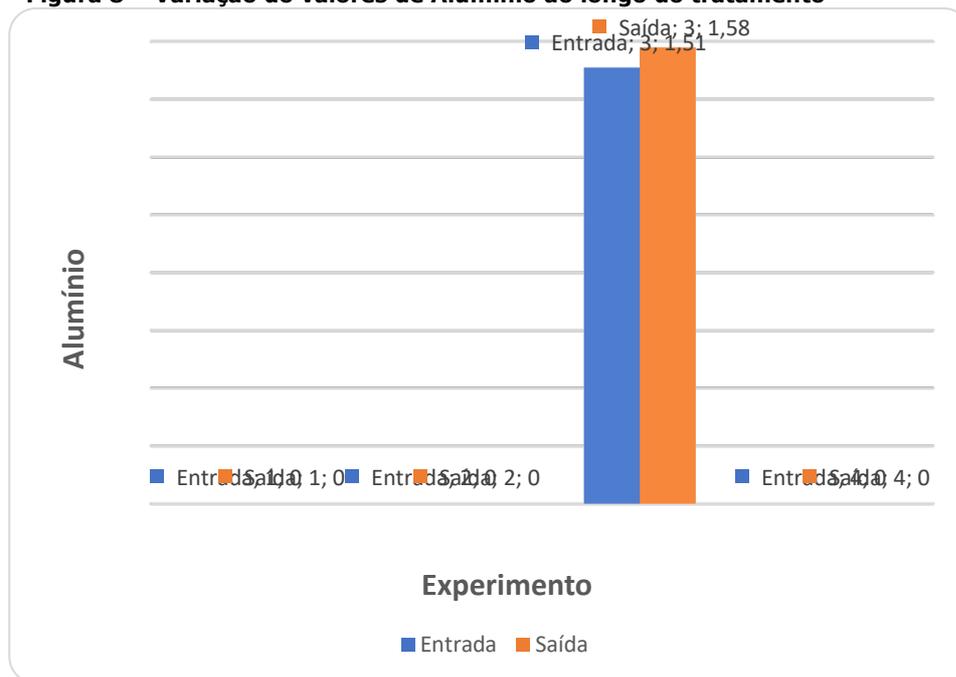


### **Alumínio**

Diante dos resultados analisados para o parâmetro alumínio, conforme disposto no gráfico a baixo, conclui-se que suas concentrações, tanto para o esgoto bruto quanto para o tratado, mantiveram-se ausentes nas datas analisadas com exceção dos resultados obtidos na penúltima análise referente a terceira coleta, onde houve expressiva alteração ascensional, alcançando valores da ordem de 1,51 mg/l para o esgoto in natura e de 1,58 mg/l para esgoto tratado, valores estes muito aproximados entre si. Voltando a cair na análise subsequente.

Ressalta-se, no entanto, que apesar das concentrações elevadas para a terceira análise, essas concentrações não acarretam danos ao solo e nem a planta. Segundo Mancuso & Santos (2003) o limite permissível é de 5,0 mg/l, e o limite máximo permissível é de 20,0 mg/l, sendo que o alumínio pode causar quebra na produtividade de culturas em solos ácidos com  $\text{pH} < 5,5$  porém, em solos mais alcalinos com  $\text{pH} > 7,0$  poderá precipitar-se, eliminar a toxicidade.

**Figura 8 – Variação dos valores de Alumínio ao longo do tratamento**



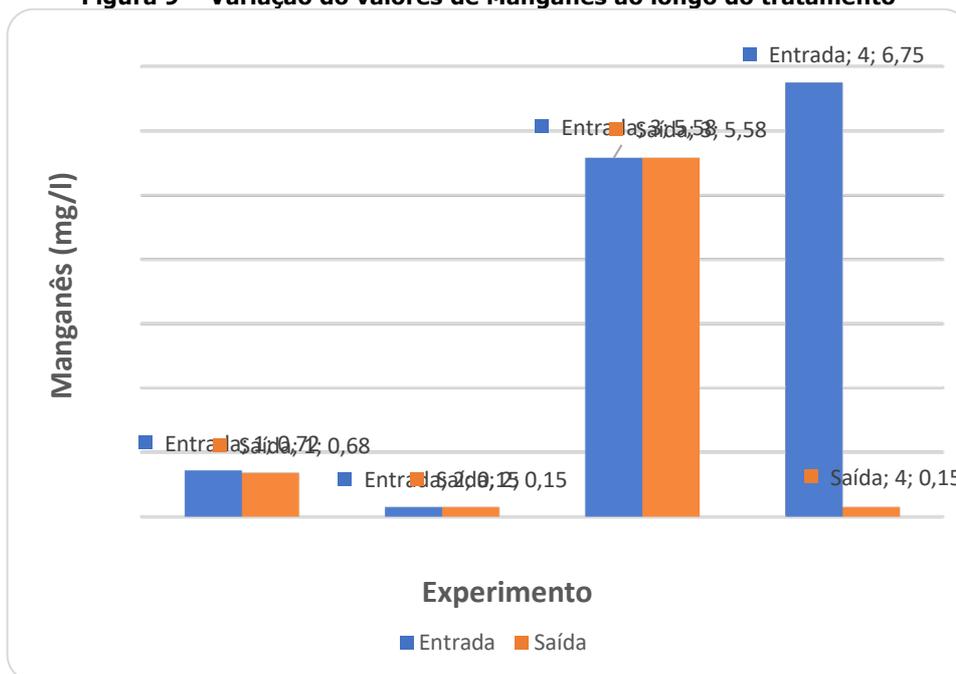
### **Manganês**

De acordo com os dados analisados no gráfico abaixo relativos ao parâmetro manganês, nota-se que o mesmo sofreu alterações significativas tanto de ascensão como de regressão ao longo do tempo, sendo que estas alterações ocorreram de forma simétrica para afluente e efluente do sistema de tratamento, com exceção da última análise onde houve grande discrepância em relação ao esgoto bruto e tratado, com concentrações de 6,75 mg/l e 0,15 mg/l, respectivamente.

O manganês é um micronutriente essencial a vida das plantas e sua ausência pode trazer grandes prejuízos ao crescimento e desenvolvimento das mesmas, porém, em concentrações elevadas de suas formas trocáveis e solúveis, este elemento pode passar a conferir toxicidade. Em geral, em condições de baixo pH, o acúmulo de concentrações tóxicas é favorecido devido ao manganês aumentar sua solubilidade em pH ácido.

Segundo Foy, (1973); Pavan e Bingham, (1981) apud Veloso et al, (1995), a toxidez de manganês geralmente afeta mais severamente a parte aérea do que as raízes. Aparentemente, as plantas absorvem e transportam esse nutriente em excessivas quantidades, do que resulta acúmulo nas folhas, produzindo-se sintomas bem definidos.

**Figura 9 – Variação do valores de Manganês ao longo do tratamento**



#### 4. Conclusão

De acordo com o que foi analisado ao longo do desenvolvimento do projeto, embora, alguns dos parâmetros apresentados tenham ficado dentro ou não da faixa ideal para a cultura em estudo, verificou-se que as pimenteiras que foram regadas com água de abastecimento (T1), em relação aos demais tratamentos (esgoto bruto) (T2) e esgoto filtrado (T3); tiveram um desenvolvimento visivelmente inferior no que diz respeito às medidas do corpo das plantas, altura e diâmetro. Com relação à produção das mesmas houve expressiva superioridade quanto ao número de frutos produzidos, entretanto, com tamanho relativamente pequeno, quanto aos frutos produzidos nos demais tratamentos.

Desse modo, o reuso de águas cinza domésticas na agricultura para o cultivo da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), mostrou-se ser uma alternativa economicamente viável (baixo custo de implantação e simples manutenção) para o desenvolvimento da agricultura familiar, sobretudo em locais de escassez hídrica. É importante ressaltar que não foi realizado um estudo da composição química e bacteriológica dos frutos, sendo de grande importância analisarem a qualidade dos mesmos para o consumo.

## Referências

- CUNHA, A.H.N. et al.; **O REUSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTANCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS.** 2011.
- CHRISTOFIDIS, 2001 apud DUARTE, 2006. DUARTE, A.M.S.; **REUSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO PIMENTÃO (*CAPSICUM ANNUN L.*).** PIRACICABA. TESE (DOUTORADO).
- COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. – **FERTILIDADE DO SOLO**, 2. ED. INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA – CAMPINAS, SP, 1973. 384 p.
- FOY, 1973; PAVAN & BINGHAM, 1981 apud et al C.A.C VELOSO, C.A.C et al.; 1995. **INFLUÊNCIA DO MANGANÊS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DO REINO (*Piper nigrum*, L.)**
- VAN DER HOEK et al.; 2002 apud PAIVA et al.; 2012. PAIVA, L. A. L.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B.; OLIVEIRA, J. F.; **INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO SECUNDÁRIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTA MALAGUETA E PIMENTÃO.** 2012.
- MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (Ed.) (2003). **REÚSO DE ÁGUAS.** BARUERU, SP: MONOLE, 2003. 569 p.
- MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (ORG.) **REÚSO DE ÁGUAS EM IRRIGAÇÃO E PISCICULTURA.** FORTALEZA, 2007.
- NUVOLARI, A. (Coord.). **ESGOTO SANITÁRIO: COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E REÚSO AGRÍCOLA.** 2011. 2. Ed.
- TELLES, D. D. ; COSTA, R. P. (Coord.) **REÚSO DA ÁGUA: CONCEITOS, TEORIAS E PRÁTICAS.** 2010. 2. Ed.

# **Estratégias sustentáveis de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na Cidade de Chimoio, Província de Manica- Moçambique**

*Sustainable integrated management strategies for urban solid waste in the city of Chimoio*

**Denylson Felisberto Mucipo<sup>1</sup>, Zefanias Jone Magodo<sup>2</sup>.**

1 Instituto Superior Politécnico de Manica (ISPM), - Curso de Ecoturismo e Gestão de Fauna Bravia- graduado. [denylsonmucipo70@gmail.com](mailto:denylsonmucipo70@gmail.com)

2 Instituto Superior Politécnico de Manica Divisão de Economia, Gestão e Turismo. [zefanias.magodo@gmail.com](mailto:zefanias.magodo@gmail.com)

**Resumo.** Estratégias sustentáveis de resíduos sólidos urbanos são combinações de diferentes procedimentos a ter em conta no processo de tratamento dos resíduos sólidos urbanos através de princípios de gestão integrada dos mesmos. A análise desses princípios foi realizada através de um levantamento de dados com base na entrevista semi-estruturada a 53 funcionários dos Serviços de Saneamento Urbano do Conselho Municipal de Chimoio e observações directas. Os resultados mostram que o município disciplina a população com relação a produção do lixo, fomenta o planeamento integrado, promove a minimização dos resíduos na protecção dos recursos e incorpora o princípio poluidor-pagador. Tendo o estudo concluído que o município carece de aplicação de políticas públicas voltadas especificamente para a gestão integrada de resíduos sólidos, no que respeita a etapa de recolha, tratamento e destinação final.

**Palavra-chave:** *Estratégia sustentável, gestão integrada, resíduos sólidos.*

**Abstract.** *Sustainable urban solid waste strategies are combinations of different procedures to take into account in the process of treating urban solid waste through the principles of integrated management of THEM. The analysis of these principles was carried out through a survey of data based on the interview structured to 53 employees and direct Observations. The results show that the municipality disciplines the population in relation to the production of the waste, encourages integrated planning, promotes the minimization of waste in the protection of resources and incorporates the Polluter-pays Principle. The study concluded that the municipality lacks the application of public policies aimed specifically at*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 9 no 1 – Junho de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>  
E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

*the integrated management of solid waste, as regards the stage of collection, treatment and final Destination.*

**Keyword:** *sustainable strategy, integrated management, solid Waste.*

## **1. Introdução**

Resíduo Sólido Urbano (RSU) é todo material sólido ou semi-sólido inadequado que carece de uma remoção por ser inútil por quem o liberta, em qualquer recipiente destinado a este acto. Na sua abordagem distingue-se a sua relatividade sobre o conceito e as características, uma vez que os mesmos não apresentam valor algum para quem os descarta em contraste para quem o considera matéria-prima para um novo produto ou processo, (Monteiro, 2001).

A gestão integrada de resíduos sólidos pode ser entendida como sendo uma síntese do envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, desde a colecta selectiva, tratamento até a deposição final do mesmo. De acordo com Martinho e Gonçalves (2000), um sistema integrado de gestão de RSU traduz-se pelo conjunto de operações de acondicionamento e transporte de resíduos e pelas soluções de tratamento, valorização e destino final (integra um conjunto de tecnologias disponíveis) que responde aos objectivos gerais e setoriais de uma região.

O grande desafio actual do poder público em particular do Conselho Municipal de Chimoio é de determinar quais as estratégias que podem efectivamente resolver o problema dos resíduos e oferecer máxima segurança para o meio ambiente sem deixar problemas para as gerações futuras a partir da fase de produção, deposição, recolha e a deposição final. Neste contexto, a presente pesquisa traz uma análise dos princípios de gestão integrada de RSU, com base na apresentação hierárquica das estratégias de gestão e a garantia das etapas de gestão ambientalmente sustentáveis.

Para sua realização foi feita a pesquisa bibliográfica que consistiu no levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meio escrito e electrónico como livros, artigos científicos, dissertações e outras publicações encontradas em páginas *Web* e a pesquisa de campo que cingiu na aplicação de questionamentos básicos que foram apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa e a observação directa foi feita de forma organizada, seguindo todos os passos fazendo registo, para reunir provas a

respeito do problema de modo a perceber o comportamento das pessoas diante do problema em estudo. Os dados colhidos foram processados no pacote estatístico *SPSS* (*Statistical Package for Social Sciences* - Pacote Estatístico de Ciências Sociais).

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Conceitos de Resíduos sólidos**

Os resíduos sólidos são todos aqueles materiais sólidos ou semi-sólidos indesejáveis e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente (Monteiro, 2001).

De acordo com Da Silva e Leite (2003), os resíduos são matérias resultantes de processo de produção, transformação, utilização ou consumo, oriundos de actividades humanas ou animais, ou decorrentes de fenómenos naturais, cujo descarte se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder.

Seguindo essa mesma lógica, Calderoni (1997) afirma que o conceito de resíduo sólido (lixo) pode variar conforme a época e o lugar, sendo que depende ainda de factores económicos, jurídicos, ambientais, sociais e tecnológicos.

### **2.2 Noções de gestão integrada de Resíduos Sólidos**

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pode ser entendida como a maneira de conceber, implementar e administrar sistemas de manejo de resíduos sólidos urbanos, considerando uma ampla participação dos sectores da sociedade e tendo como perspectiva o desenvolvimento sustentável.<sup>1</sup>

De acordo com Mesquita Júnior (2007), a gestão integrada de resíduos sólidos, são elementos indispensáveis na composição de um modelo de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

Segundo Vitoreli e Carpinetti (2013), a gestão integrada é a integração de diversos sistemas de gestão com objectivos de implementar, políticas de modo a alcançar os objectivos de forma eficaz.

---

<sup>1</sup> Texto retirado em: United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre.

Para o IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal e SEDU - Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (2001), a gestão integrada de resíduos sólidos é vista como sendo a selecção e aplicação de estratégias, etapas e princípios que garantem a gestão adequada dos resíduos e procuram alcançar objectivos e metas.

As etapas que compreendem a gestão ambientalmente sustentável de resíduos sólidos urbanos obedecem três fases a enumerar: Recolha, Tratamento e Deposição final.

☞ *Fase de recolha* a recolha de resíduos actua nas seguintes vertentes: Recolha selectiva de matéria orgânica recolha especializada; recolha indiferenciada: Contentores tradicionais; recolha selectiva de materiais recicláveis eco pontos. Este conjunto de unidades pressupõe a hierarquia definida na lei, no que concerne à gestão de quaisquer resíduos sólidos.

☞ *Fase de tratamento* nesta fase, um sistema integrado de resíduos sólidos urbanos potencialmente ideais deve contemplar as seguintes operações: centro de triagem para valorização, estação de tratamento, e aterro sanitário.

☞ *Deposição final ou Aterro sanitário*, esta é a última etapa do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos, destina-se à deposição final, em que, os resíduos não valorizáveis por qualquer forma, são inertizados, depositados, arrumados, compactados e cobertos diariamente, em células impermeáveis, para evitar após destinadas à deposição dos RSU indiferenciados têm como objectivo evitar a possibilidade de qualquer contaminação, quer dos solos envolventes, quer de aquíferos existentes nas suas proximidades.

Um aterro sanitário deve ser rigorosamente controlado durante a sua fase de exploração e, após a fase de encerramento, deve-se efectuar uma recuperação paisagística adequada, continuando o aterro a ser controlado periodicamente.

### **2.3 Princípios de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos**

Segundo Duran De La Fuente (1997) existe um conjunto de princípios que regem a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e são eles:

***Princípio de sustentabilidade ambiental.*** A política deve ser orientada para a obtenção de um comportamento tal dos agentes geradores dos resíduos e responsáveis pelos mesmos em todas as etapas de seu ciclo de vida, de forma a minimizar o impacto sobre o

meio ambiente, preservando-o como um conjunto de recursos disponíveis em iguais condições para as gerações presentes e futuras.

**Princípio do "poluidor-pagador".** Essencial na destinação dos custos de prevenção da contaminação, este princípio estabelece que são os geradores de resíduos, os agentes económicos, as empresas industriais e outras, que devem arcar com o custeio que implica no cumprimento das normas estabelecidas.

**Princípio de precaução.** O princípio sustenta que a autoridade pode exercer uma acção preventiva quando há razões para crer que as substâncias, os resíduos, ou a energia, introduzidos no meio ambiente podem ser nocivos para a saúde ou para o meio ambiente.

**Princípio da responsabilidade** O impacto ambiental do resíduo é responsabilidade de quem o gera, isto é, a partir do momento em que o produz, até que o resíduo seja transformado em matéria inerte, eliminado ou depositado em lugar seguro, sem risco para a saúde ou o meio ambiente.

**Princípio do menor custo de disposição.** Este princípio define uma orientação dada pelo Convénio da Basileia, em 1989, para que as soluções que se adoptem em relação aos resíduos minimizem os riscos e custos de traslado ou deslocamento, fazendo com que, dentro do possível, os resíduos sejam tratados ou depositados nos lugares mais próximos de seus centros de origem.

**Princípio da redução na fonte.** Sustenta a conveniência de evitar a geração de resíduos mediante o uso de tecnologias adequadas, tratamento ou minimização em seu lugar de origem.

**Princípio do uso da melhor tecnologia disponível.** Trata-se de uma recomendação aplicável, sobretudo nos países desenvolvidos para a licença de funcionamento de plantas industriais novas. A autorização de funcionamento passa por uma demonstração de que estão sendo aplicadas tecnologias que minimizam a geração de resíduos, em especial os de natureza perigosa. É um princípio pouco aplicável em países com menores níveis de desenvolvimento e com dependência tecnológica.

## 2.2 Estratégias hierárquicas de gestão de resíduos sólidos urbanos

De acordo com Cerqueira (1992), Donaire (1995), Duran De La Fuente (1997), Giaino (1997), da Silva e Leite (1999), a hierarquia de resíduos refere-se aos "3 Rs"<sup>2</sup>, que classificam as estratégias de gestão de resíduos de acordo com sua conveniência, em termos de minimização de modo a promover uma gestão ambientalmente sustentável dos resíduos sólidos, tendo em conta as seguintes etapas:

- Fomento do planeamento integrado, abarcando as relações entre questões ambientais, urbanísticas, tecnológicas, políticas, sociais e económicas;
- Definição clara das directrizes, arranjos institucionais e recursos a serem aplicados, explicitando e sistematizando a articulação entre instrumentos legais e financeiros;
- Promoção da realização periódica, em nível nacional, de inventários de resíduos sólidos, que contemplem um diagnóstico sobre os tipos e volumes de resíduos gerados; quais as fontes geradoras; que destinação está sendo dada a eles; como e por quem são transportados;
- Promoção da minimização de resíduos, que deve estar alicerçada por uma política ambiental calcada na protecção aos recursos naturais, na prevenção aos riscos à saúde pública; um embasamento legal que trate dos diversos aspectos regulatórios e incentivos económicos; desenvolvimento de alternativas tecnológicas, que possibilitem alterações nos processos indústria que resultem na redução da geração de resíduos e a produção de materiais mais adequados;
- Incorporação do princípio do poluidor-pagador, ao qual são imputados os custos da luta contra a poluição, incentivando a redução da poluição e a procura de tecnologias e produtos menos poluentes, permitindo uma utilização mais racional dos recursos do ambiente;
- Disciplinar a população com relação à produção de lixo doméstico, visando a minimização, reutilização e reciclagem, através das seguintes medidas:
- Criação de uma taxa mais condizente com a realidade actual, onde o valor a ser cobrado para cada munícipe fosse directamente proporcional ao volume de lixo produzido. Esta medida permitiria alimentar um orçamento mais realista, que daria sustentabilidade

---

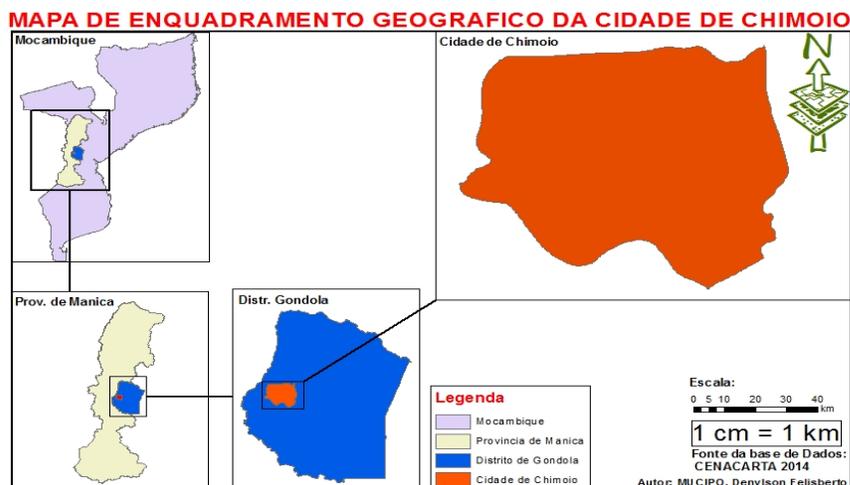
<sup>2</sup> reduzir, reutilizar e reciclar

económica aos municípios, para o desempenho perfeito de seus papéis na colecta e destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.

- Incentivar à redução do consumo de produtos descartáveis, não recicláveis e com excesso de embalagens. Esse incentivo deveria ser monetário, cada vez que o consumidor adquirisse um produto dentro dos padrões recomendados por uma legislação pertinente.
- Promoção de descontos na taxa proposta anteriormente, quando o cidadão realizasse uma correta separação dos resíduos, o que viria a facilitar a triagem, e a diminuir os custos deste tipo de colecta.
- Promoção da educação ambiental de forma continuada, com ênfase no estímulo à prevenção (reduzir a produção de resíduos), à reutilização e à reciclagem;
- Divulgação dos aspectos positivos da reciclagem de resíduos.
- Recuperação do meio ambiente degradado, antes que se transforme em processo irreversível, em especial no que diz respeito à poluição do solo e das águas, como resultado do inadequado tratamento dos resíduos.

### **3. Condução do estudo e resultados**

A cidade de Chimoio localiza-se na Província de Manica com uma superfície de 174 Km<sup>2</sup> e com uma população de 285,716 habitantes e faz limite ao norte os rios Nhamahocha, Tembuwé, até ao marco três do foral, o monte Chizombero, IAC e o círculo Matole; os riachos Toa e Muenedze, os círculos Chiongo e Ndenguene, e a localidade de Zembe centro, ao sul; o rio Nhamahocha e os círculos de Noia e Chiongo, a este; e a confluência dos rios Nhamathui e Chiongo, a oeste, Lamarques (2013).



**Figura 1:** Mapa de enquadramento geográfico do local de estudo

O Conselho Municipal da Cidade de Chimoio no que respeito as estratégias hierárquicas aplicadas na gestão de resíduos sólidos urbanos eles optam por diferentes estratégias fomento do planeamento integrado, promoção na minimização de resíduos na protecção dos recursos, incorporação do princípio poluidor-pagador, disciplinando a população com relação a produção do lixo e outros não se aplica nenhuma estratégia como está descrita na tabela 1 seguinte.

**Tabela 1. Estratégias aplicadas na gestão de resíduos sólidos na Cidade de Chimoio**

<b>Estratégias aplicadas na gestão de RSU</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentage m</b>	<b>Percentagem Acumulativa</b>
Fomentar o planeamento integrado	2	3,8%	3,8%
Promover a minimização de resíduos na protecção aos recursos	7	13,2%	17,0%
Incorporar o princípio Poluidor-Pagador	2	3,8%	20,8%
Disciplinar a população com relação a produção do lixo	41	77,4%	98,2%
Não realiza	1	1,8%	<b>100%</b>
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>	

Os dados apresentados na tabela acima vão de acordo com o preceituado por Cerqueira (1992), Donaire (1995), Duran De La Fuente (1997), Giaimo (1997), da Silva e Leite (1999)

que referem sobre a hierarquia de resíduos sólidos consistem no fomento do planeamento, promoção da minimização de resíduos na proteção aos recursos, a incorporação do princípio Poluidor-Pagador e a disciplina da população com relação a produção do lixo.

Mas, os resultados constataram que não é realizada a definição clara das directrizes, promoção da realização periódica de inventários de resíduos sólidos, criação de uma taxa mais condizente com a realidade actual, onde o valor a ser cobrado para cada munícipe fosse directamente proporcional ao volume de lixo produzido, incentivo à redução do consumo de produtos descartáveis, não recicláveis e com excesso de embalagens, promoção de descontos na taxaçaõ proposta anteriormente, promoção da educação ambiental de forma continuada, divulgação dos aspectos positivos da reciclagem de resíduos e a recuperação do meio ambiente degradado., antes que se transforme em processo irreversível, em especial no que diz respeito à poluição do solo e das águas, como resultado do inadequado tratamento dos resíduos.

No que diz respeito as diferentes etapas de gestão sustentáveis de resíduos sólidos urbanos aplicados pelo Conselho Municipal de Chimoio obedece as seguintes etapas abaixo descritas na figura 2 abaixo.



**Figura 2. Etapas de gestão de resíduos sólidos seguidos pelo Conselho Municipal de Chimoio**

Como pode se ver acima, os dados apresentados vão de acordo com o exposto pelo IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal e a SEDU - Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (2001), que apontam para três fases que os resíduos sólidos

devem seguir, nomeadamente a recolha, tratamento e por fim a deposição final ou aterro sanitário. Em contrapartida os 2 respondentes que aparecem na tabela, correspondendo a 3.8%, em termos do nível do conhecimento das etapas, eles não realizam as três fases.

Mas o mesmo é feito de forma ou a níveis meramente altos para uma fase em relação às outras, o que faz com que o alcance dos objectivos do departamento de saneamento urbano do Conselho Municipal de Chimoio esteja a níveis muito baixos, porque não existe aterro sanitário no município de Chimoio, apenas um lugar de deposição final dos resíduos, o que faz com que na tabela tenham um a frequência de dois o que corresponde á 3.8% que dizem que não se realiza o processo de tratamento de resíduos antes de serem levados ao destino final, por isso que o município continue a encerrar dificuldades em garantir a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos desde a sua produção, e os tratamentos que os mesmo deveriam ser dados antes de serem levados a deposição final visto que deveriam ser tidos em conta os aspectos relacionados com a reutilização e a reciclagem dos mesmo de modo a garantir um ambiente favorável para os munícipes da Cidade de Chimoio, evitando a possibilidade de qualquer contaminação, quer dos solos envolventes, quer de aquíferos existentes nas suas proximidades e poluição do ar e do meio ambiente.

Em relação a aplicação das estratégias de resíduos sólidos na Cidade de Chimoio, o município encontra-se enfrentando dificuldades para garantir o saneamento urbano que segundo os autores Cerqueira (1992), Donaire (1995), Duran De La Fuente (1997), Giaimo (1997), da Silva e Leite (1999), que é possível notar na má qualidade de saneamento urbano na cidade de Chimoio, o mesmo acontece no município de Maputo (Moçambique), que segundo Buque (2013), procuram aplicar as estratégias e também controlar o sistema de gestão de resíduos sólidos de modo que se criem condições de trabalho para quem lida directamente com os resíduos, como os funcionários dos serviços de limpeza urbana, também cabe ao poder público criar condições de formar e informar as comunidade em relação a gestão adequada dos resíduos sólidos.

#### **4. Considerações finais**

Da presente pesquisa foi possível concluir que o Conselho Municipal de Chimoio actualmente encontra-se enfrentando dificuldades na aplicação de políticas públicas de sensibilização à população, campanhas de educação ambiental, de modo que esta pautar por boas práticas voltadas especificamente para a GIRS (gestão integrada de resíduos sólidos) o que vem a responder parcialmente o problema desta pesquisa académica.

Desta forma, por meio da observação sistemática foi possível constatar que até então vem apenas sendo realizadas actividades relacionadas em disciplinar a população com relação a produção do lixo, as quais dependem dos gestores no poder, o que leva muitas vezes a um desinteresse da comunidade em participar de acções ligadas ao tema objecto do estudo, bem como a uma frustração por parte das comunidades, por não verem resultados concretos com os mesmos.

Dentre as diferentes etapas de gestão ambientalmente sustentáveis que um resíduo sólido deve seguir o município da cidade de Chimoio optam por adoptar a etapa de recolha, notando-se a falta ou ausência da segunda etapa dando o devido tratamento dos mesmos antes de serem destinados no destino final. O mesmo é feito a recolha sem se observar a natureza dos mesmos de maneira a facilitar quem pretende reutilizar se for o caso.

Olhando na vertente do nível da aplicação das estratégias sustentáveis no conselho municipal da cidade de Chimoio não está sendo aplicada ou obedecida a hierarquia na gestão dos resíduos sólidos, isto reflecte na qualidade de saneamento do meio, contribuindo de forma negativa na beleza da cidade. Assim os munícipes devem participar na gestão dos resíduos por eles mesmos produzidos de maneira a garantir boa gestão dos mesmos.

## 5. Referências

BUQUE, L. **Panorama da colecta selectiva no Município de Maputo, Moçambique: sua contribuição na gestão de resíduos sólidos urbanos, desafios e perspectivas.**

Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013

CALDERONINI, S. **Os bilhões perdidos no lixo.** São Paulo; Ed. Humanistas, 1997.

CERQUEIRA, F. **Formação de recursos humanos para a gestão ambiental.** Rio de Janeiro: Revista de Administração Pública; 26(1):50-55. 1992.

Da SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. **Estratégias para Realização de Educação Ambiental em Escolas do Ensino Fundamental.** Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v. 20, janeiro a junho de 2003.

DE MESQUITA JÚNIOR, J. **Gestão integrada de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2007. Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa.** São Paulo: Atlas. 1995.

DURAN De La Fuente, H. **Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos.** Un enfoque de política integral. Santiago de Chile: CEPAL/ GTZ. 1997

GIAIMO S. **El ordenamiento territorial como instrumento de la gestión ambiental.** Santiago de Chile. Capítulo V. CEPAL/GTZ, 1997.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Gestão integrada de resíduos sólidos. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MARTINHO, M., GONÇALVES, M. **Gestão de Resíduos.** Universidade Aberta, Lisboa. 2000

MONTEIRO, J. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM. 2001

VITORELI, G. A., CARPINETTI, L. C. R. **Análise da integração dos sistemas de gestão normalizados ISO 9001 e OHSAS 18001: estudo de casos múltiplos.** Gestão & Produção, 20(1), 204-217. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000100015>.2013