



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAC

XVIII Semana Unificada de Apresentações
Engenharia Ambiental e Sanitária

ANAIS
PROJETOS INTEGRADORES

São Paulo
De 26 a 30 de novembro de 2018

SUMÁRIO

Situação socioambiental da água e interface com resíduos sólidos na península do Bororé.....	01
Águas e suas interfaces, Uso e ocupação do Solo e Drenagem.....	08
Uso de clorador simplificado para a desinfecção da água na Península do Bororé.....	16
Projeto Integrador IV: Projeto de Intervenção na Ilha do Bororé - Criação de um Filtro Caseiro de Baixo Custo.....	20
O uso do biodigestor para geração de adubo na Península de Bororé.....	30
Diagnóstico, Prognóstico e Planejamento Ambiental – Península Bororé.....	35
Situação socioambiental da água na península de Bororé (Apa Bororé Colônia).....	40
Desenvolvimento de protótipo de um sistema de aproveitamento de água pluvial.....	44
Argamassa sustentável com papel kraft <i>sustainable cement with kraft paper</i>	56
Proposta de Tecnologia para Reutilização de Resíduos Orgânicos – Protótipo Reator de Compostagem.....	69
Projeto Executivo do Dimensionamento de uma ETE por meio da Tecnologia UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors).....	83
Projeto Executivo – Dimensionamento de um MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor).....	101

Esta é mais uma edição dos Anais dos Projetos Integradores (PI) apresentados sob forma de pôster e comunicação oral durante a realização da XVIII Semana Unificada de Apresentações. Para cada semestre do curso houve o atendimento da disciplina de PI para as habilidades e competências do futuro Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Tendo como área de estudo, a Península do Bororé, na Região da Represa Billings, Zona Sul de São Paulo, o objetivo geral do PI-V foi realizar Diagnóstico Socioambiental sobre a situação da água dos moradores. A região não conta com sistema de abastecimento público e há grande preocupação da UBS local e da SVMA (parceiras do projeto), que os poços estejam contaminados. Além da água, cada grupo estudou também uma interface do problema. Para os levantamentos, a turma realizou 2 visitas de campo, focalizando uma amostra de 50 residências. Foram aplicados questionários aos moradores e elaborados croquis para analisar a situação de poços, fossas e proximidade de pontos de contaminação. Além disso foram coletadas e analisadas amostras de água de poços e torneiras. Para o Diagnóstico, foram realizadas as seguintes etapas: (1)- Caracterização da área e do Problema da água e sua interface; (2)Análise do problema através da técnica de sistematização de Árvore de Problemas e (3) Conclusão do Diagnóstico, apontando os “nós críticos” dos problemas a serem enfrentados. Por fim, foram delineadas propostas de intervenção (para enfrentar esses nós críticos).

O projeto do PI-IV teve como objetivo elaborar uma análise ambiental comprobatória associada à contaminação dos recursos hídricos por atividade humana e a proposição de projetos técnicos de intervenção com vista à solução dos problemas encontrados no bairro da Ilha do Bororé, no subdistrito do Grajaú localizado na zona sul do município de São Paulo. Buscando atingir os objetivos, os alunos elaboram revisões bibliográficas e realizaram 2 visitas técnicas para caracterização da área e dos problemas encontrados, além de coleta e análise da água da área de estudo (proveniente de poços). Também levantaram referências bibliográficas de técnicas alternativas para tratamento do esgoto e da água contaminada na área de estudo. Com essas bases os grupos desenvolveram projetos de intervenção para a área.

No caso do PI VI, este esta pautado na continuidade dos trabalhos desenvolvidos no PI V, isto é, desenvolver e materializar na forma de protótipos, maquetes e plantas os planos de negócios e propostas geradas no semestre anterior. O desafio do PI VI reside em aplicar de forma prática e desenvolver nos alunos competências e habilidades ligadas a gestão de projetos, desenho técnico, planejamento e organização, liderança, gestão de conflitos, gestão de pessoas, avaliação e gestão de riscos, entre outros, além de reforçar conteúdos ministrados nas disciplinas, materializando os conceitos e os problemas nelas tratados. No ano de 2018, primeiro semestre, o foco do trabalho de cada grupo foi a elaboração de um projeto inovador para a empresa LATAM Airlines Brasil (anteriormente TAM Linhas Aéreas), na forma de um plano de negócios. Para o segundo semestre de 2018, visando a realização dos trabalhos, os grupos originais foram mantidos, cabendo ao professor dar suporte as atividades, organizando reuniões e auxiliando nos Laboratórios

Especializados. Os professores das outras disciplinas, dentro das possibilidades e de suas competências, deram apoio e orientações especializadas para o desenvolvimento do PI VI.

O objetivo do PI VIII consistiu na elaboração de um projeto executivo a partir de um básico previamente aceito pelo cliente. O projeto da ETE foi desenvolvido para um shopping center e realizado segundo as normas do CREA / CONFEA. O dimensionamento consistiu nas etapas do tratamento primário com o gradeamento, o tratamento secundário com a tecnologias do Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB) para o grupo 01 e do Reator de Biofilme de Leito Móvel (MBBR) para o grupo 02 e o tratamento terciário para a promoção da possibilidade de reuso do efluente tratado. A metodologia utilizada no dimensionamento de cada etapa consistiu da estimativa populacional de frequentadores do local, da contribuição per capita de esgoto, uso de literatura técnica, a NBR 13.969/1997 e a NBR 12.209/2011. Foi elaborado um protótipo do reator UASB e um do sistema MBBR para que o cliente pudesse conhecer a tecnologia e verificasse a performance em escala de laboratório do projeto. O protótipo foi testado no laboratório de química ambiental utilizando-se esgoto sintético. Através dos ensaios nos protótipos foram verificadas as eficiências do tratamento.

Equipe organizadora

Alessandro Augusto Rogick Athie

Alexandre Saron

Emilia Satoshi Miyamaru Seo

Silvia Ferreira Mac Dowell

Situação socioambiental da água e interface com resíduos sólidos na península do Bororé

Social environmental water and solid wastes situation at the Bororé peninsula.

Antonio Mardonis Silva, João Lucas Melo de Oliveira, Thaynara Ribeiro Felismino, Silvia Ferreira MacDowell

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

mardonis_silva@outlook.com,

joao_lucasmo@hotmail.com,

thaynararf@hotmail.com,

silvia.fmdowell@sp.senac.br

Resumo. Este artigo contém os objetivos, metodologia, principais resultados e conclusões do relatório final do Projeto Integrador II, que focalizou a situação socioambiental da água na região do Bororé, área de mananciais localizada na zona sul do município de São Paulo. Esse grupo teve por objetivo o diagnóstico da situação socioambiental da água com a interface resíduos sólidos. Para isso, esse estudo fez a caracterização dos aspectos socioambientais da situação da água dos moradores da região a partir de levantamentos no local (questionários, croquis e análises químicas da água). Esses dados foram sistematizados em uma árvore de problemas e como conclusão foram apontados os seguintes nós críticos: desmatamento, contaminação da água por esgoto, deficiência na coleta de lixo realizada pela prefeitura e falta de conscientização ambiental. E para cada nó crítico foi feita uma possível proposta de intervenção.

Palavras-chave: Bororé, água, resíduos sólidos.

Abstract. *This article contains the objectives, methodology, main results and conclusions of the final report of the Integrator II Project, which focused on the social and environmental situation of water in the Bororé region, a watershed area located in the southern part of the São Paulo municipality. This group had as objective the diagnosis of the socioenvironmental situation of the water with the solid waste interface. For that, this study made the characterization of the socioenvironmental aspects of the water situation of the residents of the region from surveys in the area (questionnaires, sketches and chemical analyzes of water). These data were systematized in a tree of problems and as conclusion the following critical nodes were pointed out: deforestation, contamination of water by sewage, deficiency in garbage collection performed by city hall and lack of environmental awareness. And for each critical node a possible intervention proposal was made.*

Key words: Bororé, water, solid wastes.

1. Introdução

O Projeto Integrador II tem como objetivo realizar um diagnóstico socioambiental observando-se os aspectos sociais, econômicos e ambientais envolvidos, a fim de se apontar e analisar as principais questões e problemas relacionados à qualidade da água e a problemática dos resíduos sólidos na península do Bororé em torno da UBS Alcina Pimentel Piza. Este trabalho tem fundamental importância, pois se trata de uma área de mananciais cercada pela represa Billings ocupada por uma população muito vulnerável. E este grupo teve como foco a situação da água com interface em resíduos sólidos.

Esse trabalho focalizou a situação da água dos moradores da península do Bororé na zona sul de São Paulo, que estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental e não possuem serviços de saneamento básico, como coleta de esgoto e água encanada.

A península do Bororé é um bairro localizado no extremo sul de São Paulo a cerca de 25 km do centro da cidade de São Paulo, e fica dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) Bororé-Colônia, localizada no braço Bororé da Represa Billings, abrangendo porções das Prefeituras Regionais de Capela do Socorro e de Parelheiros (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012).

Figura 1 – Localização da APA Bororé na Zona Sul da RMSP



Fonte: Retirado do Google Maps, 2018.

A APA possui inúmeras nascentes, córregos e ribeirões que drenam para as Bacias Guarapiranga e Billings, ambas pertencentes à Bacia do Alto Tietê, contribuindo de forma essencial com a formação dos mananciais e recursos hídricos que abastecem cerca de 30% da Região Metropolitana de São Paulo estando também inserida na Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012).

2. Revisão de literatura

Para o desenvolvimento do diagnóstico da situação da água e resíduos sólidos foram pesquisados os principais conceitos de água, resíduos sólidos e suas inter-relações. Segundo Suetônio Mota (2000, pg. 166):

“A poluição da água resulta da introdução de resíduos na mesma, na forma de matéria ou energia, de modo a torna-la prejudicial ao homem e outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso estabelecido para ela”.

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

A contaminação do meio ambiente pela deposição de resíduos sólidos em locais inadequados, decorrente da falta de planejamento e a falta de conhecimento da ocupação e do uso de tal espaço geram situações que vão contra o bem-estar da comunidade e do próprio meio ambiente (COSTA; ALVES, 2011).

A água por ser um elemento indispensável para a sobrevivência do ser humano tem de ser ingerida obrigatoriamente o que a torna um importante meio de transmissão de doenças. As doenças transmitidas pela água têm como principal origem os resíduos de esgoto, pois muitos microrganismos que parasitam o intestino humano são eliminados com as fezes e vão parar nas águas de mananciais. Já os resíduos sólidos, onde microrganismos transmissores de doenças como vírus, bactérias e vermes podem sobreviver por algum tempo, são meios de transmissão mais diretos principalmente entre as pessoas que manipulam esses resíduos, mas também pode ser de forma indireta pela contaminação da água, do solo e do ar por esses resíduos (MOTA, 2000).

Os resíduos sólidos (lixo) são uma das principais causas de poluição da água, pois podem introduzir matéria orgânica na água causando a eutrofização dessa água e diminuindo seu teor de oxigênio dissolvido, além de criar um ambiente propício para organismos transmissores de doenças. As águas de mananciais superficiais carregam aquíferos subterrâneos e outros cursos hídricos, assim, uma água de manancial poluída, acaba contaminando outras fontes importantes de água. Como consequências da poluição hídrica temos o prejuízo no abastecimento de água para o homem, prejuízo na água de uso industrial, prejudica a disponibilidade de água de boa qualidade, degradação da paisagem e elevação do custo para se tratar essa água (MOTA, 2000).

Existem indicadores para monitorar a qualidade das águas como IQA, Portaria 2914/11, CONAMA 357/05, etc. Esses indicadores são importantes para assegurar a qualidade das águas para seus diferentes usos, como consumo humano, atividades industriais, lançamento de efluentes domésticos, irrigação, balneabilidade, entre outros. No Projeto Integrador II, foi usada a Portaria 2914/11 como referência. A Portaria 2914 de 2011 dispõe sobre os procedimentos de vigilância da água para consumo humano e seus padrões de qualidade. Segundo o documento, qualquer água destinada ao consumo humano está sujeita à vigilância de acordo com seus padrões. Os padrões são rigorosos e incluem parâmetros como pH, presença de coliformes totais e fecais (não pode haver presença de coliformes), concentração de nitritos e nitratos, turbidez, bactérias heterotróficas e cor aparente (BRASIL, 2011).

Segundo a Norma ABNT NBR nº 10.004 por resíduos sólidos entende-se:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

A partir desta definição é possível concluir que há substâncias e materiais que fogem à definição simples de lixo, pois a expressão “resíduos sólidos” é mais abrangente e engloba outros tipos de resíduos provenientes de lixo residencial e comercial além dos resíduos industriais, limpeza pública, serviços de saúde, atividades agrícolas, de mineração, etc (BARROS, 2012).

O termo resíduo denota possibilidade de valorização e aproveitamento do resíduo antes de sua disposição final. Já os termos lixo e dejetos qualificam um resíduo cujo aproveitamento antes da disposição final é tecnologicamente e/ou economicamente inviável (BARROS, 2012).

Com o comprometimento de boa parte dos recursos da Bacia do Alto Tietê, na década de 1970, surgiu a necessidade de leis para proteção de áreas de mananciais e foram criadas as leis estaduais 898/75 e 1172/76 para a proteção dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). As leis consideram que a ocupação urbana é o principal fator para a degradação das áreas de mananciais e propuseram ocupações menos densas e com mais áreas permeáveis. Porém, não foi o suficiente e o quadro de ocupação

irregular se agravou com o tempo. Então, foi criada a lei 9866/97, que não visa apenas a proteção dos mananciais, mas também a recuperação da qualidade dessas áreas. A lei 9866/97 utiliza de instrumentos como Leis Específicas para cada APRM (Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais) e Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA). A Lei Específica de cada APRM determina os limites geográficos de cada APRM e define diretrizes, normas ambientais e urbanísticas e estabelece as Áreas de Intervenção para a proteção e recuperação da área (WHATELY, et. al., 2008).

Para a APRM Billings, em 2002 o Seminário Billings 2002 (ISA) produziu um conjunto de recomendações para a Bacia da Billings. Dentre essas recomendações destacam-se a ampliação de áreas protegidas sob forma de UCs (Unidades de Conservação); recuperação e manejo do Reservatório Billings e fiscalização e monitoramento permanentes. Estudos do ISA e do Centro Universitário Senac sobre a Billings ajudaram no processo de elaboração da Lei Específica (WHATELY, et. al., 2008).

E em 13 de julho de 2009 foi criada a lei 13.579, que estabelece a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. Os principais objetivos da Lei Específica são o manejo, recuperação, proteção do Reservatório Billings, além da fiscalização e monitoramento (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009).

Também foram levantadas as principais legislações sobre água e resíduos sólidos.

Água	Resíduos sólidos
Política Nacional de Recursos Hídricos	Política Nacional de Resíduos Sólidos
Política Estadual de Recursos Hídricos	Política Estadual de Resíduos Sólidos
Lei Específica da Billings	Plano de Gestão Integrado de Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo
Portaria 2914/11	

Vale ressaltar que nesse trabalho foi usada como referência a Portaria 2914/11, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água.

3. Metodologia

Dados os objetivos do presente trabalho, as pesquisas realizadas nesse trabalho são do tipo pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica.

As etapas do diagnóstico são a caracterização, a análise e a conclusão.

O primeiro passo para a etapa de caracterização do diagnóstico no processo do trabalho foi uma troca de referências bibliográficas entre os grupos organizada em forma de uma atividade em sala de aula pela Prof.^a Silvia. Antes da primeira visita técnica houve a elaboração do primeiro relatório com dados secundários e pesquisa bibliográfica. Cada grupo elaborou entre três e cinco perguntas sobre suas respectivas interfaces para adicionar ao questionário. Foi feito um treinamento em sala de aula para aplicação dos questionários e depois foi feito um treinamento fora de sala junto com os alunos do 4º semestre para utilização dos aparelhos de GPS e elaboração dos croquis.

Na primeira visita técnica o grupo foi dividido e formou grupos com alunos do 4º semestre para a visita técnica e cada membro visitou uma micro área diferente na região do Bororé. Em cada micro área foram visitadas de 7 a 8 casas para aplicar questionário sobre água e interfaces com a população e elaborar croquis dos terrenos visitados. Após a visita técnica iniciou-se o processo de sistematização e tabulação dos dados obtidos nos questionários em relação à água e resíduos sólidos.

Na segunda visita técnica foram coletadas as amostras de água das torneiras e poços das casas dos moradores. Ao chegar com as amostras no Senac foram feitas as análises químicas dos parâmetros da Portaria 2914/11, para que se verifique a potabilidade ou não das amostras. Após os experimentos, os resultados foram tabulados com auxílio de uma tabela elaborada pelo professor Athiê.

Posteriormente, foi elaborada uma árvore de problemas relacionando as causas e consequências do problema central como parte da etapa de análise do diagnóstico. Foram definidos os nós críticos da árvore e elaboradas possíveis propostas de intervenção como

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

sendo parte da etapa de conclusão do diagnóstico.

Figura 2 – Coleta de água da torneira da pia da cozinha



Figura 3 – Local onde ocorre queima de lixo.

4. Resultados e discussão

Os resultados saíram das análises dos questionários, croquis, análises químicas e observações do grupo.

Em relação aos questionários, foi possível identificar que dos entrevistados, apenas 38% possuem algum tipo de tratamento da água para consumo. Em relação ao lixo, 86% afirmaram ter coleta de lixo realizada pela prefeitura 3 vezes na semana. Ainda em relação ao lixo, quando não há coleta 18 entrevistados afirmaram abandonar o lixo na rua ou em terrenos, 16 afirmaram que jogam na represa, 7 afirmaram queimam o lixo, 6 afirmaram dispensar o lixo em caçambas e 1 afirmou enterrar o lixo.

Sobre os croquis, foi observado que: na maioria dos casos a distância entre as fossas e os poços era menor que a recomendada de 30 metros; as fossas estavam em nível superior ao dos poços; as fossas estavam muito próximas às casas e caixas d`água.

Isso pode interferir na relação do lixo com a água, uma vez que existem fossas em níveis superiores aos poços e há lixo abandonado e enterrado, logo existe a possibilidade do chorume gerado pelo lixo percolar pelo solo até os poços, principalmente em dias de chuva. O terceiro resultado vem das análises da água (tabela 1).

Tabela 1 – Média dos parâmetros físico-químicos de potabilidade da água por micro área.

Micro área	pH (upH) (VMP: entre 6 e 9,5)	Turbidez (NTU) (VMP: 5)	Bactérias heterotróficas (UFC/100 mL) (VMP: 500)	Cor (mg Pt-Co/L) (VMP: 15)	Colif. totais (presença ou não)	Colif. fecais (presença ou não)	Nitrito (ppm) (VMP: 1)	Nitrato (ppm) (VMP: 10)
1	5,13	1,215	272,8	2,5	4 Pr, 2 Ñ	Ñ	0,015	6,05
2	4,31	2,21	266	10,7	6 Pr, 1 Ñ	Ñ	0,02	4,8
3	5,16	2,11	324,6	8,33	6 Pr, 1 Ñ	Ñ	0,013	2,84
4	4,68	1,16	205,2	7	1 Ñ	Ñ	0,05	5,31
5	4,4	1,43	237,6	6,66	5 Pr, 1 Ñ	Ñ	0,023	4,88
6	5,05	3,09	278,7	4,28	6 Pr, 1 Ñ	Ñ	0,008	3,64
7	5,1	2,81	300,1	9,28	6 Pr, 1 Ñ	Ñ	0,05	3,7

*VMP: Valor máximo permitido pela Portaria 2914/11.

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

Há dois aspectos preocupantes (pH e coliformes totais), pois não estão de acordo com os valores máximos permitidos pela Portaria 2914/11, mas é preciso confirmar o pH.

Por último, nas observações do grupo, não foram vistos sinais de lixo, mas outros grupos viram problemas.

Para a sistematização dos dados foi elaborada uma árvore de problemas em que o grupo apontou como conclusão do diagnóstico 4 nós críticos da árvore de problemas e suas possíveis propostas de intervenção.

5. Conclusão

Seguindo a metodologia de árvore de problemas os nós críticos definidos são os problemas (raízes) mais importantes e cruciais que devem ser atacados para solucionar, ou tentar solucionar, o problema central da árvore de problemas. E para cada nó crítico foram levantadas possíveis propostas de intervenção.

- **Nó crítico 1: Desmatamento**

O desmatamento pode ser recuperado com a conservação da mata ciliar e da cobertura vegetal, para se obter isso deve haver incentivo por parte da população para a preservação da mata.

- **Nó crítico 2: Falta de conscientização ambiental**

A falta de conscientização ambiental, pode ser melhorada se houver incentivo à educação ambiental para moradores e visitantes.

- **Nó crítico 3: Deficiência na coleta de lixo realizada pela prefeitura**

A deficiência na coleta de lixo realizada pela prefeitura, poderá ser solucionada se houver maiores investimentos na coleta e no planejamento, para atender a todos moradores e evitando qualquer foco de acúmulo de lixo.

- **Nó crítico 4: Contaminação da água por esgoto**

Contaminação da água por esgoto, poderá ser solucionada com auxílio da prefeitura na construção de fossas sépticas na região, e também com o auxílio para sua limpeza, e conscientizar a população na preservação do meio ambiente, através de palestras com pessoas qualificadas, garantir maior fiscalização por parte da prefeitura, assim garantindo o cumprimento das normas.

Por fim, esse trabalho possibilitou entender melhor a situação da água e sua interface com resíduos sólidos discutindo os problemas socioambientais em uma região de alta vulnerabilidade socioeconômica e ambiental.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma ABNT NBR nº 10.004: resíduos sólidos – classificação.** 2004.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura; 2012.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Brasília; 2011.

COSTA, Laerton Bernardino da; ALVES, Agassiel de Medeiros. **Contaminação de água por resíduos sólidos: uma perspectiva geomorfológica nos municípios de Dr. Severiano e Encanto-RN.** Pau dos Ferros; 2011.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES (Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária); 2000.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Área de Proteção Ambiental Bororé – Colônia**. 2012. Disponível em:
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/apa_bororecolonia/index.php?p=41963 Acesso em: 22/09/18.

WHATELY, Marussia, et. al. **Contribuições para a elaboração de leis específicas de mananciais: o exemplo da Billings**. São Paulo: Instituto Socioambiental; 2008.

Águas e suas interfaces, Uso e ocupação do Solo e Drenagem

Waters and their interfaces, Soil use and occupation and Drainage

Daniel José dos Santos, Juliana Maria da Silva, Priscila Bertucelli Moresco Pereira, Rafael Eihati Shimabuk, Vinicius Gomes Ribeiro, Sílvia Ferreira Mac Dowell

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

danieljd.santos@hotmail.com, ju.senac@outlook.com, priscilabertucelli@gmail.com, rafaeleihati@gmail.com, vinicius_ribeiro16@hotmail.com, silvia.fmdowell@sp.senac.br

Resumo. Este artigo visa realizar um diagnóstico socioambiental acerca da situação das águas, dos sistemas de drenagem e do solo da península do Bororé, localizada na zona Sul de São Paulo. Dando início à pesquisa, os representantes da UBS Alcina visitaram o campus do Centro Universitário Senac para apresentar o perfil da região. Foram realizadas duas visitas técnicas, a primeira no dia 06/09 para levantamento de dados junto aos moradores e a segunda, no dia 4/10, para coletar de amostras de água para análises bioquímicas no laboratório do campus. Os dados foram levantados utilizando-se de questionários padronizados feitos pela orientadora, alunos e com auxílio da UBS Alcina. Também foram elaborados croquis para representar graficamente a situação das moradias. O local estudado sofre de um problema de ocupações irregulares que dificultam a instalação de um sistema e rede de saneamento que atendam à população local de forma eficiente. A partir disso, os moradores encontram-se vulneráveis a diversas doenças de veiculação hídrica, que surgem a partir da contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

Palavras-chave: Bororé, diagnóstico socioambiental, ocupações irregulares.

Abstract. *This article intends to carry out a socio-environmental diagnosis about the water situation, drainage systems and soil of the Bororé peninsula, located in the south of São Paulo. Starting the survey, the representatives of UBS Alcina visited the campus of the University Center Senac to present the profile of the region. Two technical visits were carried out, the first on 06/09 to collect data from the residents and the second, on 4/10, to collect water samples for biochemical analyzes in the campus laboratory. The data were collected using standardized questionnaires made by the counselor, students and with the assistance of UBS Alcina. Sketches were also drawn up to graphically represent the housing situation. The site under study suffers from a problem of irregular occupations that make it difficult to install a sanitation system and network that meets the local population efficiently. From this, residents are vulnerable to various waterborne diseases, which arise from the contamination of surface and groundwater.*

Key words: Bororé, socio-environmental diagnosis, irregular occupations.

Projeto Integrador II
Código: BEAS_PI_II_G03

1. Introdução

O presente artigo traz os resultados do grupo Solos e Drenagem do Projeto Integrador II que visou realizar um diagnóstico socioambiental na península do Bororé, tendo como foco a situação da água e suas interfaces (solos e drenagem).

Localizada na região Sul da capital paulista, a “Ilha” do Bororé abriga aproximadamente 5.000 habitantes (SEMASP 2010). Possui uma área total de 90 km². A “Ilha” do Bororé é considerada uma península, cujo território é prolongado para o interior da represa Billings.

Um dos focos deste projeto, no estudo da área supracitada é a condição de suas águas. Sendo um dos componentes químicos mais abundantes do planeta, a água está presente na superfície, atmosfera e no interior da crosta terrestre, sendo essencial para a vida (MMA 2018). Encontrada sob três estados físicos (sólido, líquido e gasoso), a água entra e sai de diversos ecossistemas em fenômenos que compreendem a totalidade de seus ciclos de mudança de estado.

Outro fator a ser destacado no presente trabalho é a drenagem das águas na “Ilha” do Bororé. O termo drenagem refere-se à capacidade de um dado sistema (solo ou mecanismos antrópicos) de capturar ou canalizar fluídos. De suma importância para as atividades urbanas, os sistemas de drenagem naturais e artificiais são alternativas para a resolução de questões como alagamentos, enchentes e reuso de águas (especialmente as águas pluviais). (PREFEITURA DE SÃO PAULO 2012)

Intimamente relacionada às questões hídricas e aos sistemas de drenagem, está a questão do uso e ocupação dos solos na região estudada. Compreende-se por solo a cobertura superficial terrestre, originária da decomposição de rochas de diferentes constituições químicas através de processos físicos, biológicos e físico-químicos, tais como o intemperismo e a erosão (LEPSCH 2002). Sendo fundamental para diversas atividades humanas, assim como a agricultura e a mineração, o solo também está intimamente relacionado às condições humanas de localização e propriedade por meio de sua necessidade de habitação. (REICHARD 2004)

A área de estudo, bem como os focos da pesquisa (água, drenagem e solos) estão correlacionados à Represa Billings. A Represa Billings (que leva o nome de seu idealizador, o engenheiro Asa White Kenney Billings) estende-se por uma área de 582,8 km³. Inundada em 1927, a represa surgiu com o propósito de compor um sistema de reversão do curso do Rio Tietê para geração de energia hidrelétrica. Hoje, junto com o reservatório do Guarapiranga, constitui o maior volume de águas para o abastecimento da capital paulista. (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009)

Este trabalho tem como o objetivo levantar um diagnóstico socioeconômico e ambiental sobre o tema de estudo e indicar possíveis soluções. Realizar levantamentos sobre a situação e o uso da água, dos solos e sua ocupação, além dos sistemas de drenagem encontrados na região.

Por ser uma de Área de Proteção Ambiental (APA) de ambiente de Mata Atlântica e Mananciais, a Península do Bororé deve ser preservada. A área de pesquisa sofre influência direta da Represa Billings. A represa apresenta um alto grau de eutrofização em suas águas, apresentando assim um potencial foco de contaminação. Dessa forma, as condições observadas representam um problema de saneamento básico digno dos cuidados da iniciativa pública.

2. Revisão da Literatura

Para dar fundamentação ao estudo, foram levantados conceitos e autores sobre água, solos e drenagem.

Em relação a água, cerca de três quartos da superfície do planeta Terra é coberto por água. Segundo a Agência Nacional de Águas, estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo humano direto nem para à irrigação de plantações. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2015)

A água no estado líquido ocupa os oceanos, lagos, rios, açudes etc. De modo contínuo e lentamente acontece a evaporação. Quando o vapor de água entra em contato com as camadas mais frias da atmosfera, a água volta ao estado líquido, a água do solo é absorvida pelas raízes das plantas. Por meio da transpiração, as plantas eliminam água no estado de vapor para o ambiente, principalmente pelas folhas. (MMA 2005)

Em 1997 foi criada a Lei 9.433, também conhecida como Lei das Águas instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), determina que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os tipos de usos das águas, contando com a participação do Poder Público. (MMA 2018). Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, Seção I, Das Águas Doces, Art. 4, que são classificadas em: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, visando assegurar que a qualidade das águas seja compatível com as demandas.

Recomenda-se, além de fazer a análise físico química de água potável, realizar as análises microbiológicas, para verificar a contaminação por bactérias, por exemplo. As legislações que incluem análise físico química de água potável são várias. Dentre elas, cabe mencionar a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, Portaria DAEE nº 2.292 e a Resolução SS 65 Vigilância Sanitária (CONAMA, 2005). Em relação a solos e drenagem, a pesquisa bibliográfica abordou a formação do solo se reconhece cinco fatores: Matéria original; tempo; clima; topografia e organismo vivos (REICHARDT E TIMM 2004).

Já a lei estadual que baliza à Política Estadual de Recursos Hídricos no estado de São Paulo, Lei 7.663/91, que tem por objetivo assegurar que a água possa ser moderada e utilizada com seu padrão de qualidade adequado ao consumo e ao uso da população.

Em 1997 a Lei Estadual nº 9.866 chamada "Nova Política de Proteção de Mananciais", essa lei integrou as políticas de proteção aos mananciais à ação do Comissão de Bacia Hidrográfica (CBH) e do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) como previsto na Lei Estadual nº 7.633/91, definindo assim as áreas de interesses regionais para APRM. E em 2009 foi criada a lei 13.579, que visa a proteção e recuperação de mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. A lei foi criada especificamente para este território.

Em relação ao solo, a drenagem é um processo de remoção do excesso de água

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

dos solos de modo que lhes dê condições de estruturação e resistência. É independente da ação humana quando se trata de drenagem natural do solo, têm como base o encaminhamento ou escoamento superficial das águas pluviais para mananciais, represas e mares, devido às condições topográficas do terreno através dos poros existentes no solo. Sempre que a drenagem natural não é suficiente, pode-se fazer em complementação a drenagem artificial ou mecânica adotando o uso de tubos, canos, canais, valas, boca de lobo, galerias, onde a água é escoada, secando a área desejada. Os sistemas de drenagem podem ser aplicados tanto em ambientes rurais quanto na cidade, sendo que neste último caso as drenagens também visam o escoamento da água das chuvas para evitar as enchentes, um problema que acontece em algumas cidades. (ANA, 2008).

Na península do Bororé ocorre a drenagem natural ou escoamento superficial que se trata do encaminhamento das águas pluviais para a represa Billings devido à topografia local. (GARCEZ e ALVAREZ, 2007) (ANA, 2008).

A maior parte das rochas se origina sob pressão e temperatura elevadas em grandes profundidades, quando sujeitas a temperatura, umidade e pressão diferenciada de sua origem, com a mudança climáticas, suas substancia interna composta por vários minerais diferenciados, com os seus coeficientes de dilatação independentes geram o aparecimento de rachaduras, abrindo caminho para intemperismo químico pela água e organismo que penetram por suas fendas (LEPSCH, 2002).

Com a fragmentação da rocha, os organismos passam a viver e morrer no local entre os fragmentos da rocha, acumulando –se é gerando um solo pouco espesso chamado de solo primitivo. A partir de então pequenas plantas com raízes pequenas e insetos passam a colonizar o local. Esses seres vivos facilitam a fragmentação da rocha primária. Por outro lado, quando morrem, a decomposição de seus restos torna o solo mais complexo. Por fim em seu último estágio chamado de solo maduro, consegue-se identificar camadas diferenciadas no solo (Horizonte do Solo) e com a sustentação de plantas e animais de grande porte (RODRIGUES, 2011).

3. Metodologia

Antes da ida a campo, foram feitas preparações para a visita. Foram ministrados pelos docentes do Senac treinamentos voltados para a utilização do GPS, a medição e reconhecimento do território e a elaboração de croquis para representar graficamente as moradias. Os grupos participantes do projeto elaboraram, com a ajuda da UBS, um questionário para ser aplicado aos moradores.

No dia 6 de setembro de 2018, foi realizada a primeira visita à península do Bororé. A saída aconteceu às 7:15 da manhã, com a chegada prevista no local de visita às 8:00h. Os universitários se alimentaram, receberam algumas orientações referentes aos cuidados a serem tomados no local e foram divididos em 7 grupos (1 grupo por micro área). Os grupos foram direcionados pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACSs) para as residências onde foram obtidos os dados e as observações. Os estudantes elaboraram croquis com base na observação da localização das fossas e poços em relação às casas que os utilizam e às vizinhanças, além de fazerem

perguntas para os moradores a partir do questionário padronizado e também ficaram responsáveis por utilizar o GPS para determinar um ponto de referência para a elaboração dos croquis. Os croquis feitos à mão durante a visita foram posteriormente digitalizados, com o máximo de fidelidade possível. O programa utilizado para a digitalização foi o AutoCAD.

Foi realizada a tabulação das informações contidas nos questionários e nos croquis. O local foi a sala A202, no campus do Centro Universitário Senac. As informações obtidas em cada micro área analisada foram colocadas em planilhas de Excel. Porém, para o projeto final foi realizada uma outra tabulação utilizando uma planilha organizada pelo professor Athiê no mesmo programa (excel). Nela, foram inseridos os dados sociais, sanitários e referentes às análises químicas obtidos nas duas visitas.

No dia 4 de outubro, foi feita a segunda visita técnica à região do Bororé. Nesse momento, o intuito foi a coleta de água para que fossem feitas análises físico-químicas. As amostras foram coletadas seguindo o procedimento padrão de esterilização recomendado pela Portaria 2.914/11: as saídas das torneiras e canos dos poços foram expostas ao fogo ou desinfetadas com álcool 70%, e depois tiveram seus fluxos de saída mantidos ao máximo por 60 segundos, antes da coleta da amostra.

Os alunos ao chegarem ao Campus se dividiram em 8 equipes, cada equipe ficou responsável por uma análise em específico (parâmetro da portaria 2914/11). Os resultados de cada casa foram anotados em uma tabela, que continha o parâmetro da análise e o número da casa. As tabelas com os resultados de todas as análises foram disponibilizadas no portal de acesso online da universidade para todos os alunos envolvidos no projeto.

No dia 18 de outubro foi organizada uma conversa com Amely Fauser, psicóloga que trabalha nas Secretaria Verde e do Meio Ambiente (SVMA), que acompanhou o andamento de alguns projetos na península do Bororé e entorno. Durante a conversa, foram trocadas informações acerca da condição da área pesquisada, bem como a confirmação de alguns dados que foram inseridos no presente trabalho. A convidada citou alguns dos projetos dos quais participou, e alguns outros de seu conhecimento, a exemplo de uma pesquisa realizada pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo que detectou a condição físico química de contaminação por metais das águas da Billings.

Para composição da parte escrita do presente relatório, foram realizadas diversas pesquisas on-line e na biblioteca do campus do Centro Universitário Senac com o objetivo de reunir dados secundários sobre a região estudada, as interfaces e os processos analíticos para a conclusão do diagnóstico. Para complementar os dados secundários, foram realizadas reuniões de grupo para troca de informações acerca das impressões de cada integrante perante a situação encontrada na região durante as duas visitas técnicas.

Para melhor identificação e caracterização dos problemas, foi utilizado o método de árvore de problemas, proposto pela orientadora do presente projeto. Nela, encontra-se a síntese dos problemas levantados a partir, principalmente, dos dados empíricos obtidos pelo grupo *in loco* e dos dados fornecidos pela convidada Amely Fauser, com auxílio de alguns docentes do curso. O grupo utilizou o sistema de diagramação on-line Heflo para compor o projeto gráfico.

4. Resultados e Discussão

Em termos de resultados, foi realizada a caracterização da situação problemática. A área da Península do Bororé tem seu histórico de ocupação não sustentável, com alto índice de extração irregular de recursos naturais para agricultura gerando o desmatamento da região, com o crescimento populacional e o processo de urbanização. A ausência de iniciativas públicas no local, interfere diretamente na falta de saneamento básico e é um dos agravantes no processo de degradação, prejudicando a qualidade da água produzida nos mananciais. (GESP e SMA, 2010, p. 31), levando ao desmatamento da região, descobrindo e deixando o solo vulnerável.

De acordo com os resultados a partir das análises químicas das coletas, constatou-se a presença de contaminantes, tornando a água não potável pelos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/11. A análise contou com as amostras de 42 casas, coletadas da torneira e do poço. As casas que apresentaram contaminação formam um total de 37 casas, com 7 casas dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/11. A principal fonte de contaminação foi por coliformes totais, presente em 35 das 37 casas. Das amostras de água analisadas, 4 delas apresentaram os valores de cor aparente superiores ao limite definido de 15 uH. No parâmetro de turbidez da água, 5 casas apresentaram o valor acima do exigido pela portaria (5 uT). Nos demais parâmetros (nitrito, nitrato, bactérias heterotróficas e coliformes fecais) os resultados não apresentaram valores acima do permitido, segundo a portaria 2.914/11. O nível de pH da água apresentou alteração, porém, recomenda-se uma nova análise.

A maioria dos poços está muito próximo às fossas, indicando riscos de contaminação da água por coliformes fecais. A grande maioria das fossas são negras, ou seja, não impermeabilizadas, o que indica um risco evidente de contaminação do solo por coliformes fecais e amônia.

O problema da contaminação da água também representa um risco para a agricultura local, uma vez que as substâncias contaminantes podem ser incorporadas pelas plantas pela capilaridade das raízes. Foi encontrada vegetação frutífera próxima à algumas fossas, bem como uma plantação de hortaliças para comércio e consumo próprio próxima à represa.

Com a água em más condições, a península do Bororé sofre não apenas com a falta de saneamento e saúde debilitada dos moradores, como também perde diversas oportunidades. O local poderia ser um ponto turístico respeitável. Porém, é um ponto pouco conhecido da capital paulista, sendo visitado por muitas pessoas que não respeitam o meio ambiente local, depositando lixo nas margens da represa Billings e em diversos pontos do território, aumentando os problemas já existentes.

5. Conclusão

Concluiu-se que os nós críticos da problemática abordada são a ocupação irregular de uma área de mananciais, a falta de rede de saneamento e a contaminação do solo.

Com a ocupação irregular de uma área de mananciais, persiste o processo de desmatamento, que contribui significativamente para o carreamento de substâncias

provenientes dos rejeitos produzidos pela população local e pelos visitantes. Com isso, há a degradação da saúde humana, bem como do meio ambiente, comprometendo principalmente a qualidade das águas subterrâneas. O problema não é resolvido pelos órgãos públicos devido à questão da irregularidade, sendo um motivo para a Sabesp não construir uma rede de saneamento que atenda adequadamente às necessidades dos moradores.

A falta de rede de saneamento propicia a condição das fossas negras, que contribuem para a contaminação do solo. Além disso, é um motivo aparente para a deposição de esgoto doméstico em espaços inadequados.

Por fim a contaminação do solo contribui significativamente para a má qualidade das águas, sobretudo das águas subterrâneas, porém, não só. As substâncias contaminantes que chegam ao freático também podem ser levadas pelo escoamento superficial, que eleva os riscos de contaminação das pessoas por contato direto.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS. **Situação da água no mundo**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acessado em 30/08/2018.

CONAMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acessado em 01/10/2018.

GARCEZ, L N. ALVAREZ G A. **Hidrologia** 2º edição atualizada.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 13.579, de 13 de junho de 2009. **Da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B**. São Paulo, SP junho de 2009.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

MACIEL, Amanda Amarin. **Usos sustentáveis na apa bororé-colônia: paradigmas da questão fundiária e a preservação ambiental**. Universidade Católica de Santos. Santos, SP. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/bitstream/tede/3281/2/Amanda%20Amarin%20Maciel.pdf>> Acessado em 22/10/2018.

MARTINS, Rodrigo. **“Geografia Humana dos Bairros de Colônia Paulista e Ilha do Bororé (Distritos de Parelheiros e Grajaú), 2003**. Disponível em <<http://www.ib.usp.br/limnologia/textos/parelheirosgrajau.pdf>>. Acessado em 01/10/2018

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE 2018. **Água**. Disponível em

<<http://www.mma.gov.br/agua>>. Acessado em 30/08/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Manual de Educação Para o Consumo Sustentável**, 2005. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/publicacoes/publicacoes/Manual_completo.pdf>. Acessado em 01/10/2018.

PREFEITURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012. **Área de proteção Ambiental Bororé-Colônia**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/apa_bororecolonia/?p=41963> acessado em: 03/09/2018.

REICHARDT, Klaus; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera Conceito, Processo e Aplicações**. São Paulo: Monole Ltda. 2004.

SANTORO, P; TAGNIN, R; WHATELY, M. **Contribuições para a elaboração de leis específicas de mananciais o exemplo da Billings**. São Paulo: ISA, 2008 p 8;10;11.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO
Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. 2010 p 42. Disponível em: <<http://pdpa.cobrape.com.br/Arquivos/Pdpas/PDPA-Billings.pdf>> acessado em: 30/08/2018

Uso de clorador simplificado para a desinfecção da água na Península do Bororé

Use of simplified chlorinator for water disinfection in the Bororo Peninsula

Rocha Adriano, Silva Charlon, Reis Jonatas, Cardoso Maísa, Felix Valquiria. Capellari Benjamin, Mac Dowell Silvia

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

charlon8@live.com, drisorap@hotmail.com, jonatas.reis@outlook.com, ma.isa.card@hotmail.com, valquiria_felix11@hotmail.com, benjamin.capellari@sp.senac.br, silvia.fmdowell@sp.senac.br

Resumo. A Península de Bororé, também conhecida como Ilha do Bororé está situada no extremo sul de São Paulo, aproximadamente 25 km do centro da cidade. A área foi caracterizada como Área de Proteção Ambiental (APA) e está limitada somente ao uso sustentável pela Lei nº 14.162/2006. Este projeto visa a elaboração de um plano de intervenção para os problemas diagnosticados nos locais de estudo, foram selecionados 50 (cinquenta) casas e divididas em 7 (sete) micro áreas. O objetivo do projeto é a identificação, explicação e avaliação dos problemas socioambientais encontrados no local através de metodologias aplicadas.

Palavras-chave: Bororé, água, intervenção.

Abstract. *The Bororé Peninsula, also known as Ilha do Bororé, is situated in the extreme south of São Paulo, approximately 25 km from the city center. The area was characterized as an Environmental Protection Area (APA) and is limited only to sustainable use by Law 14,162 / 2006. This project aims at the elaboration of an intervention plan for the problems diagnosed in the study sites, 50 (fifty) houses were selected and divided into 7 (seven) micro areas. The objective of the project is the identification, explanation and evaluation of socio-environmental problems encountered in the place through applied methodologies.*

Key words: Bororé, water, intervention

Projeto Integrado _IV

Código: BEAS_PI_G 01

1. Introdução

A Península do Bororé, está situada no extremo sul do Município de São Paulo, e foi caracterizada como Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal Bororé-Colônia pela Lei nº 14.162, de 24 de maio de 2006, que visa a proteção do meio ambiente aliada ao desenvolvimento sustentável. Ela reúne remanescentes de Mata Atlântica e demais formas de vegetação, e mananciais de relevante importância para a região metropolitana de São Paulo, ela possui inúmeras nascentes, córregos e ribeirões que drenam para as Bacias Guarapiranga e Billings, ambas pertencentes à Bacia do Alto Tietê.

O bairro é cercado pelo reservatório Billings o que o fez ficar conhecida como Ilha do Bororé. O reservatório teve a sua construção autorizada pelo Decreto Federal nº 6.884, assinado pelo então Presidente Artur Bernardes. A área foi inundada em 1927, com a construção da Barragem de Pedreira, usando as águas do Rio Grande, também conhecido como Jurubatuba (um dos formadores do Rio Pinheiros), a princípio as águas do Reservatório Billings eram utilizadas para alimentar a Usina Henry Borden, porém, devido

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

ao crescimento populacional, em 1958 o reservatório passou a fornecer suas águas para o abastecimento público. Devido a inundação para a construção do reservatório o a Ilha tornou-se um dos bairros especiais de São Paulo, pois o seu principal acesso é realizado através de uma balsa.

A Península do Bororé é caracterizada como uma Unidade de Conservação (UC) e está limitada ao uso sustentável, porém, devido a necessidade de moradia a área tem sido tomada pela população, que vem ocupando todo e qualquer espaço disponível, além da invasão das pessoas em busca de moradia, a região sofre com o número de aproveitadores que se apossam de terrenos, e os vendem a população necessitada.

O fato da área ser uma APA com restrições para o seu uso, impossibilita a população de ser abastecida com os serviços públicos mais básicos, como tratamento de água, rede coletora de esgoto, hospitais. O local conta com apenas uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e rede elétrica, porém, é muito fácil de se identificar ligações clandestinas de energia elétrica, o que acaba colocando em risco os moradores, quanto a possíveis curtos circuitos.

Com a ausência destes serviços básicos a população do Bororé, se vê obrigada a realizar a abertura de poços de onde são retiradas a águas para consumo e cozimento de alimentos, e fossas que servem para o armazenamento dos dejetos de suas residências. Um dos problemas relacionados a isso, é que na maioria dos casos os poços e fossas são perfurados de maneira artesanal, sem o acompanhamento de um especialista, o que não garante a impermeabilização adequada de ambos, podendo ocasionar a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Devido a esta problemática o foco do trabalho desenvolvido, foi verificar a qualidade das águas utilizadas para consumo humano e preparo de alimentos, pois em estudos realizados anteriormente foram identificados problemas de saúde da população local, como (surto de diarreias, náuseas, etc...) o que podem estar relacionados a qualidade das águas dos poços. Como remediação para possíveis problemas relacionados a água, houve uma proposta de intervenção. Esta proposta apresenta um dispositivo chamado de Clorador Simplificado, que consiste em realizar a aplicação de cloro nos reservatórios das casas (caixas d'água), esta aplicação é feita por arraste, sendo que para cada reservatório há uma medida exata da solução a base de cloreto de cálcio realizada através de cálculos que garantam a qualidade e eficiência do tratamento.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto, utilizou-se dados secundários obtidos através de pesquisas bibliográficas sobre a Península de Bororé, e também se utilizou dados primários, obtidos através de dados de campo por entrevistas com os parceiros do projeto da Unidade Básica de Saúde (UBS) Alcalina Pimentel Piza, além de duas visitas técnicas, onde, a primeira visita sendo realizada com o objetivo de aplicação de um questionário aos moradores e fazer o reconhecimento da área através de croquis. Na segunda visita foram realizadas as coletas de amostras de água das torneiras e poços de cada residência selecionada para o projeto. As amostras coletadas foram encaminhadas para o laboratório de química do Centro Universitário Senac para a realização das análises necessárias, e a partir dos resultados obtidos, elaborou-se o plano de intervenção objetivado pelo projeto.

3. Análise dos Resultados

Os resultados obtidos da análise de potabilidades de água, estão listados na tabela 1 a baixo. Como parâmetro utilizou-se a portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Tabela 1: Dados obtidos e os padrões estabelecidos pela portaria 2914/11

Parâmetro	Unidade	Valor obtido	Port. 2914/11 (VMP)
pH	pH	4,83	>6 - 9,5<
Turbidez	NTU	3,16	<5
Cor Aparente	ppm	7	<15
Nitrato	ppm N-NO ₃ ⁻	4,44	<10
Nitrito	ppm N-NO ₂ ⁻	0,026	<1
Coliformes torais	NMP/100ml	Presente	Ausência
Coliformes fecais	NMP/100ml	Ausência	Ausência
Bactérias heterotróficas	UFC/ml	271,58	500 UFC/ml

***Valores máximos permitidos (VMP) presentes na Portaria 2914/2011**

***Tabela adaptada da Portaria 2914/11**

Dentre todos os parâmetros analisados, apenas pH e Coliformes Totais, apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. A partir dos dados obtidos, considera-se a água analisada como sendo imprópria para o consumo humano. Para que se tenha maior confiabilidade dos resultados, recomenda-se que sejam realizadas novas coletas e análises, para a implementação da proposta de intervenção.

4. Proposta de Intervenção

A proposta de intervenção é o sistema de cloração simplificado, que é uma adaptação do clorador de pastilha. A diferença é que este clorador simplificado é utilizado para adicionar cloro na água de modo que a dosagem seja segura, sem que haja uma preocupação com o controle da dosagem e da operação. Este sistema foi desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

A água antes de ser utilizada para consumo humano, seja para ingeri-la ou realizar atividades como preparação de alimentos, ela deve ser devidamente tratada, realizando a desinfecção de possíveis micro-organismos presentes na água.

5. Conclusão

A ocupação irregular da Ilha do Bororé, tem causado vários danos ambientais, como, desmatamentos realizados para a construção de moradias, a contaminação e degradação do solo devido aos inúmeros poços e fossas abertas. Esta ocupação que se dá em um local protegido por leis que restringem o seu uso e impedem que seja implementado redes de abastecimento de água e tratamento de esgoto, tem levado a população a sofrer com problemas de saúde, relacionados a má qualidade da água retirada dos poços. Poços estes, que em grande parte foram construídos sem o acompanhamento de um especialista, não havendo adequada impermeabilização e vedação. Estudos anteriores já apontaram problemas com a água destes poços, e em meio a está problemática, foram realizadas novas amostragens de água, e após as análises realizadas e diante dos resultados obtidos, desenvolveu-se a proposta do Clorador Simplificado como plano de intervenção no intuito de levar melhoria na qualidade de vida dos moradores locais. O Clorador Simplificado é um equipamento criado pela Fundação Nacional de Saúde

(FUNASA), este sendo uma adaptação do Clorador de Pastilha. Na versão adaptada utiliza-se uma solução a base de Hipoclorito de Sódio ou Hipoclorito de Cálcio como agentes desinfetantes. Entretanto, fica recomendado a realização de um nova amostragem como contra prova, para que se obtenha maior confiabilidade dos resultados obtidos.

Referências

FUNASA. **Manual de Cloração de água em pequenas Comunidades**. 2018. Disponível em:
http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf Acesso: em 15. Nov. 2018;

LEI Nº 14.162, DE 24 DE MAIO DE 2006. **Cria a Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental Municipal Bororé-Colônia. 2018. Disponível em:** <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/lei_14_162_1254941048.pdf>. Acesso em: 17. Out. 2018.

MARTINS, Rodrigo. **Geografia Humana dos Bairros de Colônia Paulista e Ilha do Bororé (Distritos de Parelheiros e Grajaú: APA BORORÉ: Subsídios à implantação – Praticando Geografia com a Teoria do Geossistemas**. São Paulo: FFLCH-USP. 2003. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/limnologia/textos/parelheirosgrajau.pdf>>. Acesso em: 04. Out. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 2018. Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/qm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 10. Nov. 2018.

SANTOS, R. M. **APA Bororé Subsídios à Implantação**. 2003. Trabalho de Graduação Individual (Graduação - Bacharel) - Departamento De Geografia, Universidade De São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em:
<http://www.geocities.ws/geografeiro/TGI_BORORE.pdf>. Acesso em: 17. Out. 2018.

Projeto Integrador IV: Projeto de Intervenção na Ilha do Bororé - Criação de um Filtro Caseiro de Baixo Custo

Integrator Project IV: Intervention Project on Bororé Island - Creation of a Low Cost Home Filter

Bianca Fontana, Giovanna de Alcantara, Juliane Ribeiro, Rodrigo Semião, Benjamin Capellari.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

biancafontana31@gmail.com, gicax3.luna@gmail.com, juribeirof11@gmail.com, rod.sc@hotmail.com, benjamin.capellari@sp.senac.br.

Resumo. O Projeto Integrador IV têm como finalidade a realização de um diagnóstico juntamente à um projeto de intervenção para auxiliar no planejamento ambiental do bairro Ilha do Bororé. Para atingir os objetivos foram realizados levantamentos de dados secundários relacionados ao bairro onde o projeto foi realizado e o estudo da construção de filtros de água. Em conjunto ao levantamento de dados primários, onde foi realizado visita técnica junto a coleta e análise de água local. O levantamento de dados permitiu verificar a condição da área, localizando a problemática da área, sendo ele a presença de coliformes totais em excesso e o PH da água abaixo dos padrões. Baseado nisso, o grupo optou por desenvolver um filtro de água com foco no aumento do PH da água e a eliminação de coliformes totais. A construção do filtro foi feita com canos de PVC e a aplicação de pastilhas de cloro junto a utilização de cal virgem para a correção de PH e alcalinidade, resultando em um projeto viável e eficiente.

Palavras-chave: Ilha do Bororé, Filtro de baixo custo, Coliformes totais, pH.

Abstract. *The Integrator Project IV aims to carry out a diagnosis together with an intervention project to assist in the environmental planning of the Bororé Island neighborhood. In order to reach the objectives, secondary data surveys were carried out related to the neighborhood where the project was carried out and the study of the construction of water filters. In conjunction with the primary data collection, where a technical visit was carried out together with local water collection and analysis. The data collection allowed to verify the condition of the area, locating the problematic of the area, being it the presence of total coliforms in excess and the PH of the water below the standards. Based on this, the group opted to develop a water filter focusing on increasing PH of water and eliminating total coliforms. The construction of the filter was done with PVC pipes and the application of chlorine tablets together with the use of virgin lime for PH correction and alkalinity, resulting in a viable and efficient design.*

Key words: *Bororé Island, Low cost water filter, total coliforms, pH.*

Projeto Integrado IV

Código: BEAS_PI_IV_G02

1. Introdução

De acordo com a Lei no. 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente, dano ambiental é definido como uma degradação da natureza, onde ocorre uma alteração no meio. Tal degradação pode acontecer de forma direta ou indireta, prejudicando o bem-estar e a segurança da sociedade. Um problema muito frequente no cotidiano dos seres humanos é a poluição e contaminação dos meios de que ele próprio depende, com destaque à água potável de abastecimento, os quais tem seu parâmetro regidos pela Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. De acordo com a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, a ingestão de águas contaminadas pode causar doenças contagiosas além de que a água serve de vetor para verminosas.

A região da Península do Bororé (ou Ilha do Bororé, como é mais conhecida, uma vez que seu acesso principal se dá por balsa), fica na margem da Represa Billings, ao sul do município de São Paulo, e fica dentro do território da Área de Proteção Ambiental (APA) municipal de Bororé-Colônia, a qual existe como forma de preservar a mata e a região de mananciais que fica no entorno da represa. De acordo com a Prefeitura sua área se estende por 900 ha, equivalente a 90 km², residem cerca de 50.000 habitantes.

Por ser uma APA a Lei nº14.162 de 2006 dita que podem existir moradias, porém não pode ocorrer exercícios de atividades potencialmente degradadoras. Já o Artigo 8º da resolução do CONAMA Lei nº 6.938, informa que nenhum projeto de urbanização poderia ser implantado sem autorização prévia, uma vez que na região não podem existir mudanças no nível de terreno, nem instalações de sistema de coleta e tratamento de esgoto ou distribuição de água tratada.

A CETESB possui uma iniciativa chamada Sistema de Informação InfoÁguas, o qual disponibiliza alguns dados coletados e analisados pelo Programa de Monitoramento de Águas Superficiais, visto na Figura 1. A iniciativa conta com diversos pontos de coleta e monitoramento da qualidade da água espalhados pela Represa Billings, o mais próximo da região de estudo em questão fica a cerca de 2,5 km, na outra margem da represa.

A Represa Billings faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê a qual abrange uma área de 5.868 km², onde cerca de 1.557.644 pessoas moram (IBGE). A represa, por sua vez, ocupa uma área de 582 km² e é considerada uma sub-bacia, ela foi construída em 1952 com o intuito de ser um reservatório de água visando a produção de energia para o município de Cubatão. Atualmente, porém, a represa é utilizada de diversas formas, como receptora de dejetos, abastecedora da população e como meio de recreação e pesca.

Figura 1. Bacia hidrográfica da represa Billings



Fonte: NISHIMURA et all, 2010

2. Revisão de literatura

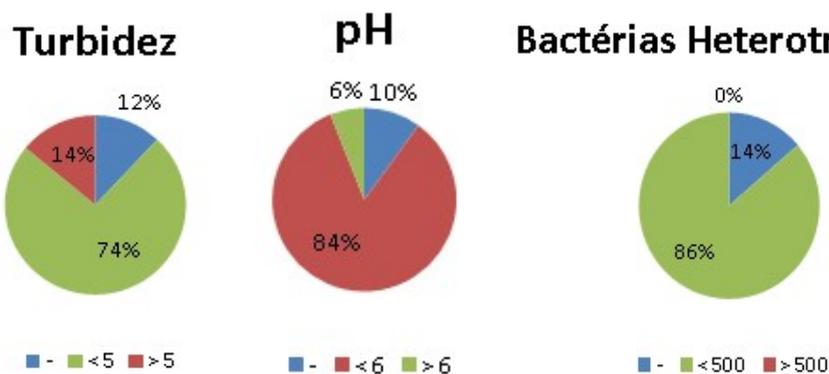
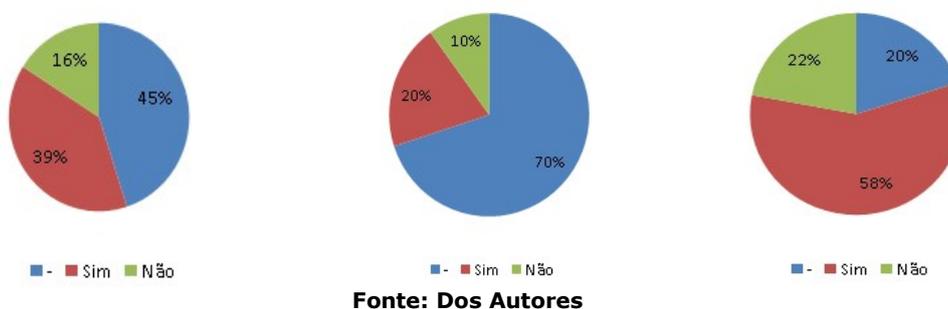
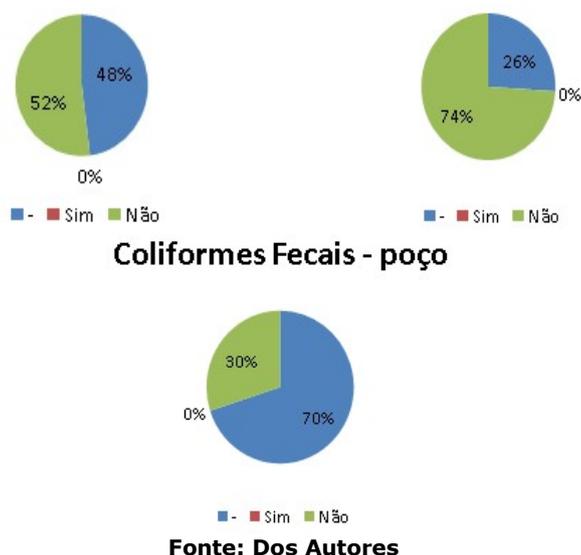
Como revisão de literatura utilizou-se a Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, como parâmetros de análise de qualidade da água, bem como para analisar as concentrações indicadas para a quantidade de água a ser tratada.

3. Metodologia

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) possui pontos de monitoramento da qualidade da água na Represa Billings. Com base nestes dados e em contato com os agentes de saúde Unidade Básica de Saúde Alcina Pimentel Piza, a qual fica na Península do Bororé, os quais registraram problemas de saúde (principalmente diarreias constantes) dos moradores da região, pode-se traçar um diagnóstico prévio da situação da água que os habitantes da península utilizam para consumo.

Foram realizadas duas visitas técnicas na região, a primeira com o objetivo de conhecer o ambiente do Bororé, e conhecer a casa de alguns moradores (selecionados pela UBS) para aplicar um questionário sobre de onde vem e qual o uso da água, qual o fim de seus lixos, além de outros detalhes sobre a vida deles lá, e para medir a distância entre o poço de água e a fossa de resíduos dos terrenos (e terrenos vizinhos). A segunda visita teve foco em coletar amostras de água diretamente do poço (quando possível) e das torneiras das casas), a fim de realizar análises de alguns parâmetros de potabilidade da água: pH, coliformes totais e fecais, nitrito, nitrato, cor aparente, bactérias heterotróficas e turbidez. Os resultados dessas análises apontaram que 84% das 50 casas que tiveram amostras coletadas possuem pH abaixo do nível apontado na Portaria 2914 como potável e que 58% das águas de poço coletadas apresentam coliformes totais (mas não fecais) (gráficos 1 a 9).

Gráficos 1, 2 e 3. Relação dos parâmetros analisados de acordo com a Portaria 2914

Gráficos 4, 5 e 6. Relação dos parâmetros analisados de acordo com a Portaria 2914
Coliformes Totais - totais Coliformes Totais - torneira Coliformes Totais - poçoGráficos 7, 8 e 9. Relação dos parâmetros analisados de acordo com a Portaria 2914
Coliformes Fecais - totais Coliformes Fecais - torneira

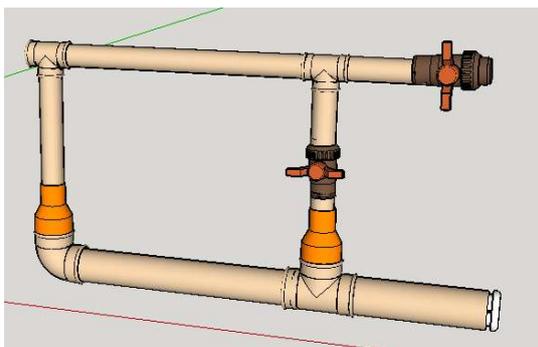
4. Resultados e discussões

O projeto de intervenção é uma proposta realizada pelo grupo com objetivo de resolver o problema encontrado na área de estudo, ou seja, a presença de coliforme totais e o baixo valor de pH na água de consumo da maioria dos moradores. Tendo isto em vista o projeto desenvolvido baseia-se em um filtro de água caseiro, o qual foi estruturado com materiais de fácil acesso e economicamente viáveis, uma vez

que os moradores precisam investir no filtro sem afetar suas condições financeiras e ainda assim, melhorar a qualidade da água consumida e utilizada.

O desenho do projeto foi realizado com auxílio do software *Sketch Up*, uma vez que este possibilita montar um passo-a-passo, o que é de excelente ajuda na hora de passar aos moradores como executar a montagem do filtro (figura 2). Ao seguir o manual montado, o filtro fica como na figura 3, mantidas as devidas proporções.

Figura 2. Projeto do filtro no Sketch Up



Fonte: Dos autores

Figura 3. Modelo do filtro montado



Fonte: Dos autores

O filtro consiste no uso de duas substâncias para melhorar a qualidade da água: A adição do cloro na água objetiva eliminar a disseminação de doenças bacteriológicas, ocorrendo assim, a desinfecção da água e no combate dos microrganismos patogênicos. (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA)

A utilização das pastilhas de cloro gera resultados eficientes seguros e econômicos, visto que a qualidade potável da água consumida em residências, não alteram o sabor, odor ou cor da água a ser consumida, possuindo diversas vantagens, tais como a facilidade para usar, transportar e armazenar. Para que a mesma seja usada, é necessário a pré-dosagem para que seja colocado apenas a quantidade precisa de cloro.

Neste projeto será usado as pastilhas Clor-in 1.000, na qual contém um cartucho de 25 pastilhas de 2g cada uma, uma pastilha é suficiente para a descontaminação da água em caixas e reservatórios com capacidade de 1.000 litros.

Para estabilizar o pH e elevar a alcalinidade total será utilizado o Cal virgem ou hidratado, o pH equilibrado deverá encontrar-se entre 6 a 9,5 (Portaria 2914) e a alcalinidade total deverá ser mantida de 80 a 120 ppm.

O Cal hidratado apresenta a mudança no Ph por um período consideravelmente lento, onde é necessário que sua dosagem seja feita com extrema cautela, uma vez que a sua utilização apresenta resultados muito eficientes.

Tendo 100L de água como exemplo, 1g de Cal hidratada consegue subir um ponto no Ph com essa quantidade de água. Porém, tendo como base um filtro de 1.000L. Para uma primeira dosagem, é recomendado colocar uma concentração menor de cal, para conseguir um melhor controle ante a mudança do pH. Assim, coloca-se 1g de Cal hidratada a cada 300L de água no início, após medir o PH, coloca-se mais 0,5g de Cal para 300L, repetindo até que a alcalinidade da água esteja no valor esperado.

Caso a pessoa queira saber quantas gramas serão utilizadas por dia, basta realizar o processo a cada três dias ou quando o PH descresse muito, repetindo o processo sempre que necessário. Chegando no fim do mês a quantidade de Cal usada é

somada e dividida por 30 (um mês), resultando assim o valor de Cal que precisar colocar por dia.

Após estas primeiras dosagens de adaptação, a quantidade de cal a ser aplicada torna-se constante e não necessitará de futuras mudanças.

Para aplicar o projeto piloto foi escolhida uma residência que possui os índices de potabilidade de água analisados como a maioria, além de se ter fácil acesso à caixa d'água, a fim de facilitar a primeira instalação.

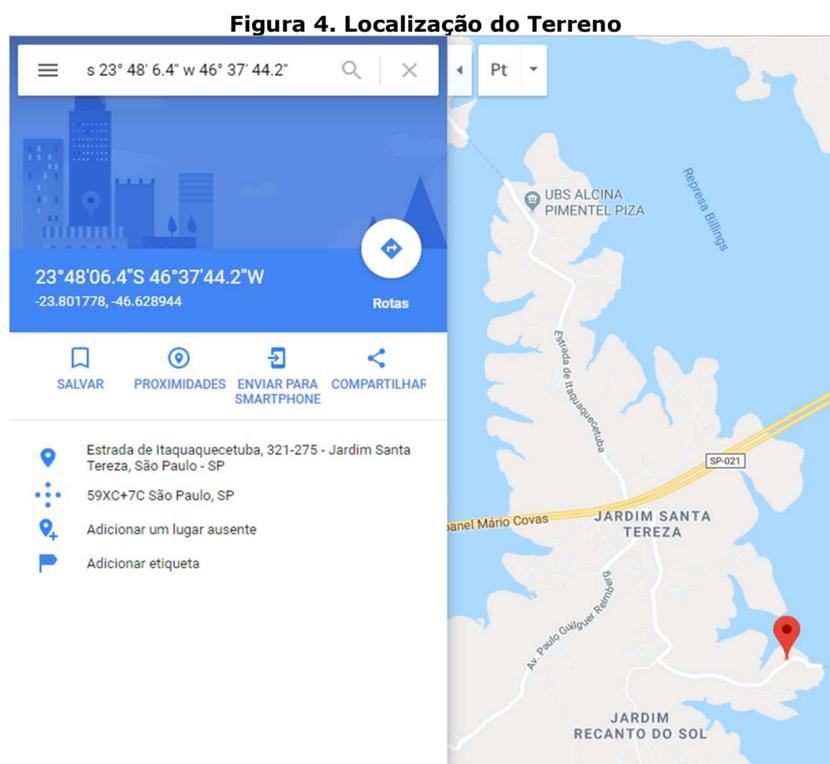
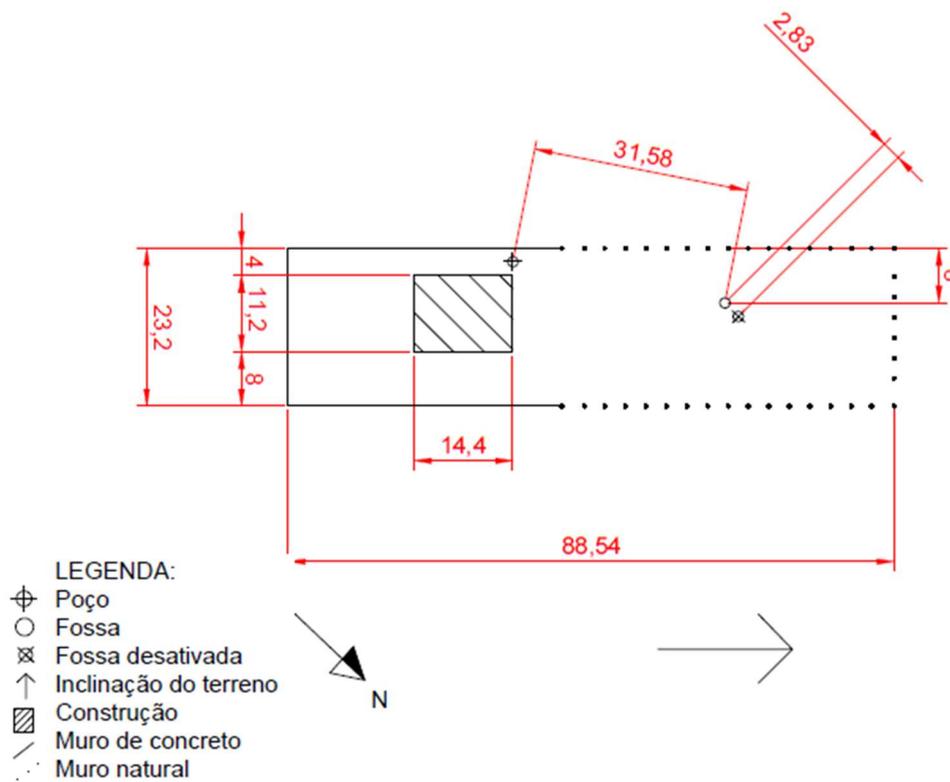


Figura 5. Planta do Terreno em Metros



Fonte: Dos Autores

O Manual de instalação do filtro (figura 6) foi feito de tal forma a tornar de fácil entendimento as medidas de segurança, as precauções necessárias para a sua montagem e instalação, além de listar os equipamentos necessários e possuir um passo-a-passo detalhado das etapas de montagem.

Figura 6. Manual de como executar o projeto do filtro

MANUAL TÉCNICO DE MONTAGEM E INSTALAÇÃO

<p>1- DICAS DE SEGURANÇA</p> <p>1.1. Antes de iniciar a instalação, verifique se o bombeamento da caixa d'água está desligada.</p> <p>1.2. O equipamento deve estar devidamente montado antes da instalação na caixa d'água.</p> <p>1.3. Crianças não deverão manusear o equipamento sem o acompanhamento de um responsável.</p> <p>1.4. Respeitar todas as instruções de montagem do equipamento.</p> <p>1.5. Certifique-se de que todos os pontos estão devidamente colocados antes de ligar o bombeamento da caixa novamente.</p>	<p>2- MATERIAIS</p> <p>2.1. Tubo PVC 60mm 40 cm</p> <p>2.2. Tubo PVC 25mm 40 cm</p> <p>2.3. Tubo PVC 40mm 50 cm</p> <p>2.4. T PVC 60mm soldável</p> <p>2.5. T PVC 25mm soldável</p> <p>2.6. 2 Capa PVC 40mm 50 cm</p> <p>2.7. 1 lba de água 100</p> <p>2.8. 1 cola soldável para conexões</p> <p>2.9. 1 capa PVC 60mm</p> <p>2.10. 2 registros PVC 25 mm soldável</p> <p>2.11. 1 Joelho PVC 60 X 90 soldável</p> <p>2.12. 2 Buchas redutora PVC longa 60X 25</p>	<p>3- MONTAGEM (COMO FAZER)</p> <p>3.1. Utilize 40 cm de tubo PVC de 60 mm de espessura, lixe as duas extremidades, cole o tubo com o T PVC de 60 mm soldável em uma extremidade e o joelho PVC 60 x 90 soldável na outra extremidade;</p> <p>3.2. Na extremidade do encaixe do joelho cole uma bucha redutora de PVC 60x25 soldável e no meio do T cole a outra bucha redutora de PVC 60x25 soldável;</p> <p>3.3. Na bucha redutora de PVC 60x25 soldável colada ao T cole 5 cm de tubo PVC de 25 mm de espessura e depois o registro PVC de 25 mm soldável;</p> <p>3.4. Cole no registro 5 cm de tubo PVC de 25 mm de espessura e depois o T PVC de 25 mm soldável;</p> <p>3.5. Na extremidade do encaixe do joelho, onde foi colada a bucha redutora de PVC 60x25 soldável, cole 10 cm de tubo PVC de 25 mm de espessura e depois o T PVC de 25 mm soldável;</p> <p>3.6. Na extremidade do T de 60 mm, cole 5 cm de tubo PVC de 60 mm, depois o adaptador PVC de 60x2 soldável, no adaptador rosquear a capa PVC de 60 mm, nesta extremidade será colocado o cano contendo as pastilhas de cloro;</p> <p>3.7. Por fim, cole entre os Ts de 25 mm, 40 cm de tubo de PVC de 25mm soldável, na extremidade do T, que está com o registro, colar 5 cm de cano de PVC de 25 mm e depois colar o outro registro.</p> <p>3.8. Faça furos em espiral em 50 cm de tubo PVC de 40 mm de espessura, utilizando broca nº 6, serre ou lixe as capas de PVC de 40 cm, retirando a "cabeça", em uma extremidade do tubo, cole a capa de PVC de 40 mm e, na outra extremidade, apenas encaixe, coloque este tubo dentro do cano de 60 mm na extremidade da capa que foi rosqueada e coloque-as pastilhas de cloro.</p>	<p>4- MONTAGEM (COMO MONTAR)</p> <p>4.1. Primeiramente separe as peças que estarão no kit em uma bancada organizada e limpa.</p> <p>4.2. Pegue o tubo de PVC de 60mm com 40 cm de comprimento e encaixe o T PVC de 60 mm em uma de suas extremidades, e o joelho PVC 60 X 90 soldável cole na outra extremidade.</p> <p>4.3. Cole uma bucha redutora PVC 60 X 25 soldável na extremidade do joelho, em seguida, no meio do T cole a outra bucha redutora PVC 60 X 25 soldável.</p> <p>4.4. Cole 5 cm de tubo PVC de 25mm na bucha redutora de PVC 60 X 25mm, em seguida, cole o registro PVC 25mm soldável.</p> <p>4.5. Cole no registro 5 cm de tubo PVC de 25mm e em seguida cole o T PVC de 25mm soldável.</p> <p>4.6. Cole 10 cm de tubo PVC de 25mm na extremidade do joelho e em seguida cole o T PVC de 25mm soldável.</p> <p>4.7. Na extremidade do T de 60mm, cole 5 cm de tubo PVC de 60 mm, e em seguida cole o adaptador PVC 60 X 2 soldável, com isso, rosqueie a capa PVC de 60mm na extremidade onde será colocado as pastilhas de cloro.</p> <p>4.8. Entre os Ts de 25mm cole 40cm de tubo PVC de 25mm soldável, e na extremidade do T onde está o registro, cole 5cm de cano PVC de 25mm e em seguida cole outro registro.</p> <p>4.9. No tubo de PVC de 40mm com furos em sua extensão coloque as capas de 40 cm cada um em sua extremidade e encaixe o mesmo dentro do cano de 60 mm, em seguida coloque as pastilhas de cloro e feche o sistema com a capa rosqueada.</p>
--	---	--	---

Fonte: Dos autores

5. Conclusão

Tendo os dados das amostras de água coletados, analisados e obtidos, resultados tão discrepantes da legislação limítrofe, foi objetivado que o projeto de intervenção deveria atender a resolução destes problemas da região. Visando uma melhora na saúde e na condição de vida dos habitantes da Península do Bororé foi projetado um filtro caseiro, com materiais que necessitem de baixo investimento financeiro e que sejam de fácil acesso. Um dos produtos finais do projeto é a montagem de um manual de como executar o projeto do filtro, com as devidas precauções a serem observadas.

A água do local de estudo foi de PH 4,2, precisando que aumente 2 pontos no mínimo. Para que isso fosse corrigido usou-se como base uma água de mesma acidez. Assim, foi feito as bolachas de cal virgem em uma quantidade de 2g, junto a pastilha de cloro, para que ambas se dissolvessem em um processo lento para que não houvesse necessidade de aplicação diária de cal.

Referências Bibliográficas

BARROS, Ana Paula Meira; PONTES, Fernanda Ruiz. **Turismo em Unidades de Conservação: O caso da Área de Proteção Ambiental Bororé-Colônia (São Paulo, SP)**. Revista Eletrônica de Turismo Cultural, 2008.

Disponível em:

<http://www.eca.usp.br/turismocultural/APA_Boror%C3%A9.pdf>. Acesso em 12 out. 2018.

CETESB. **Infoáguas**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>>. Acesso em: 11 de Outubro de 2018.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA. **Tratamento de Água**. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/quimicaviva_tratamento_agua>. Acesso em: 11 out. 2018.

EMBRAPA. **Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil**. Disponível em:

<<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap4.pdf>> Acesso em: 15 out. 2018.

FONSECA, Gustavo da; PRADO, Dauro Marcos do. **DISCUSSÃO SOBRE O CONCEITO DE MEIO AMBIENTE NATURAL, ANTRÓPICO E DE MOSAICO E SUA APROPRIAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE ECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BAIXO VALE DO RIBEIRA/SP**. Universidade Federal Do Rio Grande - FURG, 2008. Disponível em:

<<https://periodicos.furg.br/redis/article/view/1205>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

IBGE. **Represa Billings: Ribeirão Pires, SP**. Disponível em:

<<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=447363&view=detalhes>>. Acesso em 11 de Outubro de 2018.

LEIS MUNICIPAIS. **LEI Nº 15.094, DE 4 DE JANEIRO DE 2010**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2010/1509/15094/lei-ordinaria-n-15094-2010-institui-a-criacao-da-rota-ciclo-turistica-marcia-prado-na-regiao-entre-o-grajau-e-ilha-do-borore-passando-pela-a-p-a-area-de-protecao-ambiental-borore-colonia-no>>

municipio-de-sao-paulo>. Acesso em: 27 out. 2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005.**

Disponível em:

<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 17 de Outubro de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.**

Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 11 de Outubro de 2018.

NETO, Mauro Cerri. **Impacto Ambiental, Degradação Ambiental, Poluição, Contaminação e Dano Ambiental: Comparação entre Conceitos Legal e Técnico.** 2008. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92757/cerrineto_m_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 out. 2018.

NISHIMURA, Paula Yuri; CARLOS, Viviane Moschini; POMPÊO, Marcelo. **A Represa Billings e as Captações de Água Bruta.** Departamento de Ecologia, IB, USP, 2010. Disponível em:

<http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=462>. Acesso em 17 out. 2018.

PNQA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.** Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf> Acesso em: 15 out. 2018.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **LEI Nº 14.162, DE 24 DE MAIO DE 2006.**

Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/lei_14_162_1254941048.pdf>.

Acesso em: 11 de Outubro de 2018.

PREFEITURA DE SÃO PAULO VERDE E MEIO AMBIENTE. **APA Bororé -colônia São Paulo.** Folheto. Acesso em 16 de Outubro de 2018.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings.** 2010. Disponível em:

<<http://pdpa.cobraxe.com.br/Arquivos/Pdpas/PDPA-Billings.pdf>>. Acesso em 15 out. 2018.

SIGRH. **PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ.** Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7111/pat_sumario_executivo.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

USP. **ÁGUA E SANEAMENTO: IMPACTOS DA SAÚDE 2**. Disponível em:
<https://midia.atp.usp.br/plc/plc0502/impressos/plc0502_02.pdf>. Acesso em: 11
out. 2018.

O uso do biodigestor para geração de adubo na Península de Bororé

The use of the biodigestor for fertilizer generation in the Bororé Peninsula

Alunos: Clayton Oliveira, Edna Brandão, Gustavo Cardamone e Lohaine Rodrigues.

Professores Responsáveis: Benjamin Capellari e Silvia Mac Dowell.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

danclyay2014@gmail.com, ednabrandaosilva4@gmail.com, guga.cardamone@gmail.com

lohaine.rads.2017@gmail.com e benjamin.capellari@sp.senac.br.

Resumo. Implantar um Biodigestor para as casas assistidas pela UBS Alcina Pimentel Piza (situado na Península de Bororé). Com fins de auxiliar no tratamento sanitário de resíduos orgânicos. No qual a casa piloto será a residência do Sr. Damião. O projeto será instalado na parte externa, no qual o morador abastecerá o biodigestor com os resíduos orgânicos gerados na própria residência (cozinha), para que esta não afete o solo e a água subterrânea. Por conta do processo de maturação que não é feito quando se descarta com os outros resíduos (conforme NBR 13591 de mar. 1996 que define planejamento, supervisão, fiscalização, direção das operações e serviços concernentes a acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, executados por órgãos públicos ou por pessoas ou empresas particulares). Se espera que este resíduo orgânico esteja estabilizado para ser lançado ao solo como adubo.

Palavras-chave: Tratamento sanitário, Biodigestor e resíduo orgânico.

Abstract Implement a Biodigester for the houses assisted by UBS Alcina Pimentel Piza (located in the peninsula of Bororé). In order to assist in the sanitary treatment of organic waste. In which the pilot house will be the residence of Mr. Damião. The project will be installed on the outside, in which the resident will supply the biodigester with the organic residues generated in the residence itself (kitchen), so that it does not affect the soil and groundwater. Due to the maturation process that is not done when discarded with the other wastes (according to NBR 13591 of March 1996 that defines planning, supervision, supervision, direction of operations and services concerning conditioning, collection, transport, treatment and final disposal of municipal solid waste, carried out by public bodies or private persons or companies). It is expected that this organic residue is stabilized to be released to the soil as fertilizer.

Key words: Sanitary treatment, Biodigester and organic waste.

Projeto Integrado VII

Código: BEAS_PI_IV_GO3

1. Introdução

Em meios as necessidades da comunidade de Bororé (bairro paulistano situado na região Sul, no distrito da Capela do Socorro), em parceria entre o Centro Universitário Senac e as Secretarias da Saúde e Meio Ambiente do município de São Paulo, o qual nos propôs a verificar medidas viáveis para auxiliar nas necessidades expostas: água, solo, e resíduos sólidos domésticos, dentre esses seu principal problema são a água e solo, já que não há tratamento de esgoto e nem abastecimento de água na região. Já o serviço de coleta de resíduos é feito normalmente, três vezes por semana.

Por isto com foco na melhor qualidade de vida, foi pensado então na implantação de um biodigestor, que em tese seria um dispositivo com fins de transformar resíduos orgânicos e estrumes de animais (suínos e bovinos e galináceos) em geração de biogás para um núcleo de famílias, mas que não é viável devido à baixa criação de animais.

Devido a isto vamos utilizá-lo para ser um biodigestor de produção de Adubo, como se fosse uma composteira, mas com tecnologia de biodigestor, caso essa tecnologia venha a ser utilizada.

De acordo com Metz, o biodigestor que estamos apresentando é de custo baixo, e tem sua funcionalidade simples, totalmente viável (financeiramente falando).

2. Metodologia

A metodologia para se chegar a este plano de intervenção constitui-se de: necessidade da população, campo de pesquisa, este feito em duas visitas técnicas, sendo a primeira para os esboços de croquis e aplicação de questionário as pessoas do micro áreas pré distribuídas. As segundas visitas foram coletadas águas dos poços, pias (da cozinha) e da represa Billings, onde estas foram levadas ao laboratório do Centro Universitário Senac para análise.

Plano de intervenção: tem em sua metodologia descrita assim: com a colocação do dispositivo na residência, é informado quais serão as quantidades máximas e mínimas de água e resíduo orgânico (matéria prima), tempo de maturação para retirada do adubo, a adição de novas matérias primas.

Modo de limpeza e manutenção: Após cada retirada o dispositivo será lavado e sua água poderá ser jogada no gramado, já que esta estará com resquício de adubo, apenas água, não deverá ser adicionado nenhum produto de limpeza tipo: detergente, cândida, desinfetante.

A manutenção do dispositivo será de acordo com as necessidades, caso alguns dos seus canos de pvc venha a se quebrar e caso haja vazamento da bombona, esta deverá ser colada com cola de silicone e se não surtir o efeito esperado a mesma deverá ser trocada por outra.

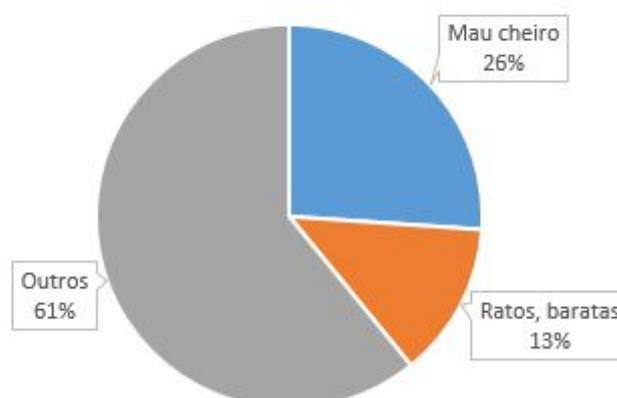
Figura 1- segunda visita técnica
Fonte: Aatoria Propria,2018.



3. Resultados

Gráfico 1 pergunta aplicado na Península ao Bororé
Fonte: Autoria Própria,2018

Qual(s) problema(s)



A criação de um biodigestor, ameniza os possíveis descartes de resíduos orgânicos, minimizando a contaminação do solo (pois o processo de decomposição faz com que o produto final seja estabilizado de forma adequada, como a NBR 13591 de mar. 1996 recomenda) e mostra também que a construção de um biodigestor pode ser implementada a baixo custo, sem precisar estar aterrado no solo.

4. Conclusão

Portanto conclui-se que o biodigestor, não somente é um gerador de biogás, através de matéria orgânica, mas é também um grande gerador de adubos para pequenas propriedades, e este, com um custo muito baixo. Desta maneira ajudamos também com o meio ambiente, porque está se retirando um tipo de resíduo que contamina muitos resíduos recicláveis.

5. Referências

METZ, Hugo Leonardo. **Construção de um Biodigestor Caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizantes em escolas situadas em meios urbanos.** Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4514/1/TCC_Constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20um%20biodigestor%20caseiro%20para%20demonstra%C3%A7%C3%A3o%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20e%20biofertilizante%20em%20escolas%20situadas%20em%20meios%20urbanos Acesso em: 19 out. 2018.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Biodigestor**. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf> Acesso em: 19 out. 2018.

Vários Autores. **O BIODIGESTOR COMO PRINCIPIO DE SUSTENTABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE RURAL** Disponível em

http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-1/1-periodo/O_biodigestor_como_principio_de_sustentabilidade_de_uma_propriedade_rural.pdf. Acesso em: 23 out. 2018.

Projeto Integrador IV: Diagnóstico, Prognóstico e Planejamento Ambiental – Península Bororé

INTEGRATED PROJECT IV: DIAGNOSIS, PROGNOSIS AND ENVIRONMENTAL PLANNING - APA BORORÉ - COLÔNIA

Milena Turetta, Sabrina Menezes, Vinícius Rodrigues e Benjamin Capellari

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

milenaturetta22@gmail.com; sabrinamenezes35@gmail.com; viniciusrodriguesg@gmail.com;

bencapellari@gmail.com

Resumo. O Projeto Integrador IV visa a realização de um diagnóstico em primeira aproximação com a finalidade de trazer os fundamentos sobre saneamento básico e os passivos problemas ambientais para realização do projeto de intervenção em uma Área de Proteção Ambiental - APA: Bororé-Colônia, localizado na Zona Sul do município de São Paulo. O abastecimento nessas regiões se dá por fontes alternativas individuais ou coletivas através de poços rasos e fossas rudimentar. Em ambas as condições, a qualidade da água para consumo fica comprometida ocasionando surtos de doenças. Contudo, segundo estudos bibliográficos, o Saneamento Ecológico através de *Wetlands* é uma opção econômica e eficiente para o tratamento de esgoto doméstico unifamiliar, ou seja, águas cinzas águas negras. Para tal, foram realizados os levantamentos de dados secundários para caracterização da área e seus possíveis problemas ambientais relacionados à contaminação água e saúde pública.

Palavras-chave: saneamento; saúde; problemas ambientais; poços; fossas; qualidade.

Abstract. The Integrator IV Project aims to carry out a diagnosis in a first approximation with the purpose of bringing the basics about basic sanitation and the passive environmental problems to carry out the intervention project in an Environmental Protection Area - APA: Bororé-Colônia, located in the Zona South of the city of São Paulo. The supply in these regions is by individual or collective alternative sources through shallow wells and rudimentary cesspits. In both conditions, the quality of drinking water is compromised, causing disease outbreaks. However, according to bibliographical studies, Wetlands Ecological Sanitation is an economical and efficient option for the treatment of single-family sewage, that is, gray waters. For this purpose, secondary data were collected to characterize the area and its possible environmental problems related to contamination of water and public health.

Key words: sanitation; Cheers; environmental problems; wells; cesspools; quality

Projeto Integrado IV

Código: BEAS_PI_IV_G04

1. Introdução

Este documento apresenta um breve artigo do Projeto Integrador IV, visando sistematização de uma determinada situação existente em uma Área de Proteção Ambiental - APA, a partir do tema escolhido, levando em consideração os diagnósticos dos seguintes parâmetros: contaminação da área e água utilizadas pelos moradores da região a fim de amenizar os passivos problemas ambientais ali existentes.

A ligação entre a agricultura, saneamento rural e saúde são imprescindíveis, desde forma adota medidas de melhoria na vida dos habitantes impedindo que fatores mínimos possam prejudicar o bem-estar físico, mental e social. Levando em consideração as ações relacionadas, principalmente, tratamento de água, esgoto gerado, coleta de lixo, drenagem da chuva a fim de aumentar as perspectivas de saúde da população (EMBRAPA, 2014).

É possível dizer que, historicamente, o ser humano tem utilizado o solo para disposição dos resíduos gerados por atividades do cotidiano e assim, causando um exposição dos corpos hídricos podem ser poluídas ou contaminadas quando os poluentes atravessam a porção não saturada do solo. As principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas são: os lixões, aterros mal operados, exploração do solo e o principal indicador de poluição difusa da água subterrânea é o nitrato, pois está relacionada a atividades agrícolas e esgoto sanitário (CETESB, 2018), caso explícito em Bororé-Colônia.

Assim como a Ilha do Bororé, os bairros da Chácara Santo Antônio e Santo Amaro são caracterizados como áreas de proteção ambiental. O abastecimento nessas regiões se dá por fontes alternativas individuais ou coletivas através de poços rasos e fossas rudimentares. Em ambas as condições, a qualidade da água para consumo fica comprometida ocasionando surtos de doenças.

2. Objetivo

O objetivo deste grupo foi, a partir do diagnóstico, desenvolver projeto de saneamento a partir da tecnologia de *Wetland* que consiste em um sistema de tratamento de esgoto doméstico unifamiliar, ou seja, águas cinzas.

- Reduzir a poluição
- Melhorar os parâmetros que caracterizam os recursos hídricos
- Remoção de sólidos em suspensão
- Tratar o esgoto gerado pelas residências

3. Metodologia

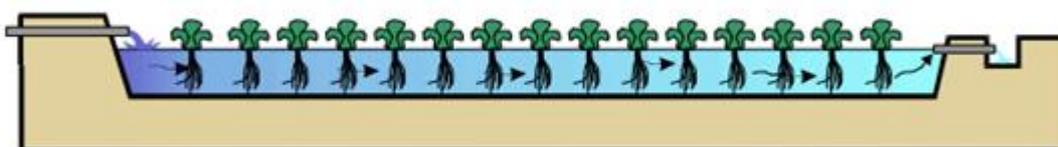
Para o desenvolvimento do trabalho o grupo realizou pesquisas bibliográficas sobre a APA Bororé-Colônia que está localizada no sul do município de São Paulo, cerca de 30 km do centro (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2013). Houve uma divisão aleatória de microáreas para que pudesse atingir um raio de perspectivas para estudo e também coleta das análises químicas laboratoriais da água, a mesma foi realizada na segunda visita ao local no dia 13 de Setembro de 2018.

Com isso, levando em consideração as formas de poluição das águas subterrâneas é possível citar que os poluentes são lançados diretamente no

aquífero, por meio de poços absorventes, sem passar pelas camadas de solo. Poços mal construídos ou operados tornam-se caminhos preferenciais para que os poluentes atinjam diretamente as águas subterrâneas.

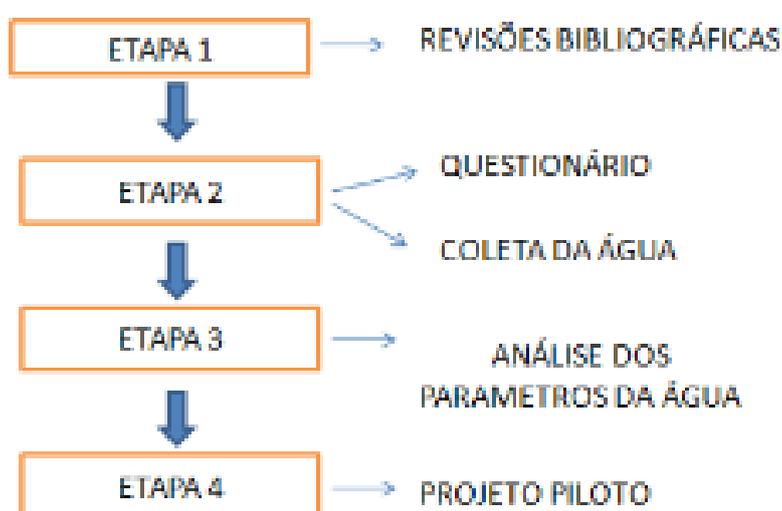
Visto que o presente Projeto Integrador IV visa viabilizar a evolução do cenário apresentado, APA Bororé-Colônia, tem o intuito de servir como barreira de proteção para a expansão urbana, preservando os mananciais e o remanescente de mata nativa surge a possibilidade utilizar um projeto piloto de intervenção envolvendo um sistema de Saneamento Ecológico através de Wetlands, trata-se de uma alternativa de baixo custo de implantação e manutenção com viés paisagístico, sustentável e de poucas exigências construtivas (REIS, SERBENT e RODRIGUES, 2015), para o tratamento de esgoto doméstico unifamiliar, ou seja, águas cinzas e águas negras.

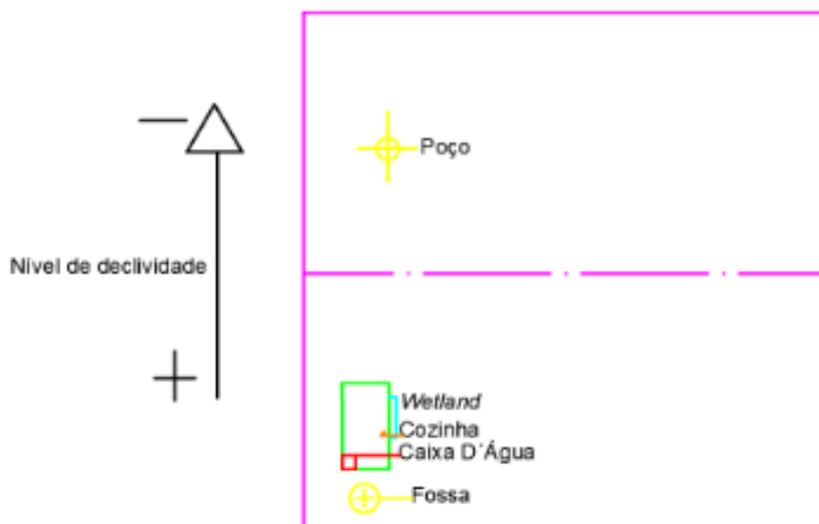
Figura 1: Desenho esquemático de um sistema emergente com fluxo superficial. A água a ser tratada escorre pela superfície do solo cultivado com plantas emergentes. Geralmente são construídos canais longos, sendo a lâmina de água variável.



Fonte: Instituto Terramax

Para tal, foram realizados os levantamentos de dados secundários para caracterização da área e seus possíveis problemas ambientais relacionados à contaminação da água e saúde pública. Assim, foram sendo desenvolvidas em etapas conforme ilustrada na figura 2:





4. Considerações Finais

Neste cenário, o presente estudo almeja contribuir para os conhecimentos na área de alternativas não convencionais para o tratamento de efluentes contaminados por uma espécie de planta filtrante, processo que vem cada vez mais se expandindo. Atualmente a área do Bororé-Colônia passa por contaminação decorrente ao descarte incorreto dos resíduos, ocasionando danos à saúde da população.

A UBS Alcina Pimentel Piza desenvolve encontros mensais junto a população para orientar e expor a importância do cuidado com a saúde e os alertas de um possível problema rotineiro. Segundo ao Alan Sabino, membro da Associação Saúde da Família das PAV's afirma que a proximidade da comunidade com a saúde é de extrema importância. Em média são atendidas 140 famílias por uma equipe composta por médico, enfermeira e agentes de saúde, além do auxílio odontológico.

Desta forma, o trabalho possui como objetivo específico o dimensionamento do sistema *Wetland*, trazendo alusão de purificação de água que estão suficientemente desenvolvidos para serem utilizadas em regiões tropicais e subtropicais, características presentes no local estudado, sendo assim, a *Alface d'água* é uma espécie que aprecia o sol e o calor, e deve ser cultivado a pleno sol e preferencialmente em água que esteja sem cloro ou outros produtos químicos que possam vir a ser prejudicial a espécie vegetal, algo vantajoso, uma vez que se trata de uma região calorosa e de pouca chuva.

5. Referencias Bibliográficas

CETESB. **Poluição das águas subterrâneas.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>>. Acesso em: 11 Out.2018.

EMBRAPA. **Pesticidas e seus impactos no ambiente.** Disponível: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/875500/pesticidas-e-seus-impactos-no-ambiente>>. Acesso em: 11 Out.2018.

REIS, Arieleen; SERBENT, María Pilar; RODRIGUES, Eduardo Bello. **Wetlands construídos como alternativas para o tratamento de efluentes em unidades de conservação.** Universidade do Estado de Santa Catarina. Engenharia Sanitária. 2015. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Wetlands-Constru%C3%ADdos-como-alternativas-para-o-66tratamento-de-efluentes-em-unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o.pdf>> Acesso em 24/03/2017.

XVIII SUA: SITUAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ÁGUA NA PENÍNSOLA DE BORORÉ (APA BORORÉ COLÔNIA)

XVIII SUA: SOCIO-ENVIRONMENTAL WATER SITUATION IN THE BORORE PENINSULA (APA BORORÉ COLONIA)

Arielly de Oliveira, Cleuza Conceição, Daniele Gomes, Evelin Jobert e Murillo Souza

Docentes: Benjamin Capellari e Silvia Mac Dowell

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

arielly.ggo@gmail.com, concecle.santos@gmail.com, gomes.danieletst@gmail.com, evelinjoberty@gmail.com e alttimanm@gmail.com

Resumo. Este projeto consiste no estudo das problemáticas socioambientais da região da Área de Proteção Ambiental (APA) de Bororé-Colônia visando tecnologias economicamente viáveis que podem solucionar os problemas dos moradores com relação à falta de saneamento básico. Com isso, desenvolveu-se um sistema de captação de água de chuva (cisterna), que deverá ser usado para fins não potáveis.

Palavra-chave: (APA) Bororé–Colônia. Água de Chuva. Cisterna.

Abstract. This project consists of the study of the socio-environmental problems of the region of the Environmental Protection Area (EPA) of Bororé-Colônia aiming at economically viable technologies that can solve the problems of the residents with regard to the lack of basic sanitation. With this, a rainwater harvesting system (cistern) was developed, which should be used for non-potable purposes.

Keywords: (EPA) Bororé–Colônia. Rain water. Cistern.

Projeto Integrado IV

Código: BEAS_PI_IV_G05

1. Introdução

O Projeto Integrador IV, desenvolvido pelo curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, tem como objetivo a identificação, explicação e avaliação de problemas socioambientais, compreendendo seus contextos nos meios: biótico, físico e socioambiental na Península de Bororé-Colônia, localizada na região sul da cidade de São Paulo – SP, considerada uma Área de Proteção Ambiental (APA) e por este motivo não pode possuir serviços de saneamento básico como fornecimento de água potável e tratamento de esgoto. O estudo consiste no desenvolvimento de tecnologias economicamente viáveis para os moradores, sendo assim, foi escolhido a captação de água de chuva que será armazenada em uma cisterna caseira, tendo em vista que os moradores consomem água de poço e muitas vezes não tem água suficiente pelo fato de que o poço pode secar com o decorrer do tempo. A captação de água de chuva poderá auxiliar em pequenas atividades que não sejam para consumo humano, evitando que o consumo de água do poço seja excessivo.

2. Caracterização Do Tema: Captação de Água de Chuva

A captação da água de chuva é uma prática muito antiga, a primeira prática é conhecida como Pedra Moabita, onde era cavado um reservatório para captação de água de chuva em todas as casas na região leste do Mar Morto no Oriente Médio.

Segundo o relatório da ONU, estima-se que até 2050 a escassez de água poderá afetar aproximadamente dois terços da população mundial, sendo assim, é de suma importância optar por meios alternativos de preservar e reutilizar a água que temos atualmente. Uma das alternativas é a captação de água de chuva através de reservatórios conhecidos como cisterna, para que seja feito a captação ambientalmente correta dessa água é necessário seguir alguns padrões e limites impostos pela norma ABNT NBR 15.527/2007.

É importante salientar, também, que o uso de águas pluviais para fins não-potáveis evita que seja desperdiçada uma água pura e tratada em atividades como limpeza e irrigação de jardins, gramados, descargas de banheiros e outras aplicações industriais, que não necessitam de água potável. Quando a água pluvial que é utilizada em substituição à água potável, os esgotos resultantes são classificados como esgotos sanitários podendo, portanto, ser lançados nas redes de esgotos públicas.

A qualidade da água de chuva pode ser classificada em quatro etapas, sendo a primeira a qualidade da água da chuva antes de atingir o solo; a segunda é a qualidade da água depois de se precipitar sobre o telhado ou área impermeabilizada e correr pelo telhado; a terceira quando a água de chuva fica armazenada em um reservatório e tem a sua qualidade alterada, pois, depositam-se elementos sólidos no fundo da mesma e a água está pronta para utilização; a quarta e última é quando a água chega ao ponto de consumo.

A cisterna é um sistema de captação de água, a mesma é um reservatório que pode ser de alvenaria ou plástico modular e armazena águas pluviais que são captadas por calhas e dutos presentes no telhado da residência. As primeiras águas da chuva são compostas por muitos poluentes (sujeiras do telhado e agentes químicos presentes na atmosfera) e por isso a água dos primeiros minutos de chuva deve ser descartada.

3. Metodologia

Para a construção e aplicação deste estudo, foi seguida uma ordem cronológica de etapas onde cada informação coletada complementava a que já existia anteriormente, essas etapas foram classificadas da seguinte forma:

Etapa 1: Seleção dos integrantes do grupo e apresentação do local estudado.

Etapa 2: Visita técnica até a Ilha de Bororé-Colônia, onde foi realizado uma visita na casa dos moradores para realizar a coleta de dados primários.

Etapa 3: Elaboração do primeiro relatório a ser entregue, onde conteve informações da caracterização da APA Bororé-Colônia.

Etapa 4: Segunda visita técnica na Ilha de Bororé-Colônia, onde foi feito a coleta de água do poço e da torneira para avaliação de potabilidade.

Etapa 5: Determinação do tema a ser o foco central do estudo, que neste caso foi a aplicação de uma cisterna simples para coleta de água da chuva.

Etapa 6: Elaboração do relatório final, que contém todas as informações coletadas no decorrer do semestre sobre Bororé-Colônia e informações sobre criação de cisterna; foi elaborado também este artigo, o banner e a apresentação do seminário apresentado na Semana Unificada de Apresentações.

4. Resultados

Foram coletadas amostras para avaliar a potabilidade da água e concluiu-se que grande parte das casas não possui contaminação na água, mas contém valores de pH abaixo de 6 sendo considerado ácido e também há presença de coliformes totais. Se faz necessário uma segunda análise de potabilidade para avaliar se estes dados condizem com os fatos ou se houve erros experimentais no decorrer da amostragem, porém estes dados da análise não têm relação direta com o projeto proposto tendo em vista de que o mesmo é para uso de água da chuva e o foco é fins não potáveis.

Após avaliar as formas de cisternas que seriam adequadas para a área piloto do projeto, foi identificado que o melhor tipo é a cisterna caseira por ser financeiramente mais viável para os moradores. Com base na norma ABNT NBR 15.527/2007, foi feito o cálculo para saber a quantidade máxima de água de chuva que pode ser captado e chegou-se ao resultado de que será permitido captar 250 litros por mês, totalizando 3m³ por ano.

Figura 1. Representação Gráfica da Cisterna



Fonte: Autoria Própria

5. Considerações Finais

A captação de água de chuva armazenada em cisterna é uma prática muito sustentável, pois evita o consumo excessivo de água potável para fins que não precisam necessariamente da mesma, este método garante uma quantidade significativa na economia de água para garantir que haja água suficiente no mundo e no caso de Bororé, garante que a taxa de extração seja menor do que a taxa de reposição natural, aumentando a vida útil dos poços artesanais presentes na região.

Referência

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **APA Bororé–Colônia**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/apa_bororecolonia/?p=41963>. Acesso em: 10. OUT. 2018

CETESB. **Águas Interiores – Água de Reuso**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 20. NOV. 2018

Desenvolvimento de protótipo de um sistema de aproveitamento de água pluvial

Development of prototype of rainwater harvesting system

Geovanna Martins Bellotto, Laiz Oliveira da Silva, Micheli Tutumi de Araujo, Nicolle Silva da Silva, William Raniele Martins Ferreira e Prof. Ms. Alessandro Augusto Rogick Athiê

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

gbellotto98@gmail.com, laizoliveiras@hotmail.com, michelit.senac@gmail.com,
nicolle.ssenac@gmail.com, williamraniele@gmail.com, alessandro.aathie@sp.senac.br

Resumo. Diante do cenário da escassez hídrica de 2014, os sistemas de aproveitamento de água pluvial ganharam maior visibilidade. Assim, para atender a uma demanda da empresa TAM – Táxi Aéreo de Marília, a proposta apresentada tem como objetivo desenvolver um protótipo de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Para isso, foram realizados levantamento de dados secundários sobre o sistema, projeto do protótipo do sistema, construção do protótipo e análises físico-químicas e microbiológicas de água. As etapas de construção e análises foram desenvolvidas nos Laboratórios de Design Industrial e Química Ambiental do Centro Universitário Senac – Santo Amaro. Os testes realizados apresentaram resultados satisfatórios, comprovando a eficiência do sistema.

Palavras-chave: protótipo, aproveitamento de água pluvial, eficiência.

Abstract. *Due to water shortage of 2014, rainwater harvesting systems gained greater visibility. To attend a demand from TAM – Táxi Aéreo de Marília, this proposal aims to develop a prototype of rainwater harvesting system. To achieve this, the students did a literature review about the system, constructed a prototype and realized microbiological and physicochemical water analysis at Laboratório de Design Industrial and Laboratório de Química Ambiental of Centro Universitário Senac – Santo Amaro. Analysis results were satisfactory, what proves the system efficiency.*

Key words: *prototype, rainwater harvesting system, efficiency.*

Projeto Integrado VI

Código: BEAS_PI_VI_GO1

1. Introdução

Este documento apresenta o artigo do Projeto Integrado (PI) VI do 6º período de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac – Santo Amaro. Para o projeto, foi desenvolvido o protótipo de um sistema de aproveitamento de água da chuva para apresentação, verificação do comportamento do tratamento da água e possível modelo de implantação do sistema em site da empresa TAM – Táxi Aéreo de Marília, de onde surgiu a problemática para o desenvolvimento de uma solução para o aproveitamento da água da chuva.

Protótipo, pode ser entendido como modelos funcionais construídos levando em consideração especificações e objetivos preliminares para simular a funcionalidade ou aparência do objeto a ser desenvolvido ainda que de forma incompleta (SANTOS, 2006). É a partir de um protótipo que se pode avaliar, alterar e aprovar as características e funcionalidade de aplicação. Segundo Rubin (1994 *apud* SANTOS, 2006) ao desenvolver um protótipo não é necessário representar toda a funcionalidade do produto, mas sim a funcionalidade que se deseja elucidar para realizar sua avaliação e ensaios.

A tecnologia proposta é um sistema de aproveitamento de água pluvial, composto por captação por calhas, cloração e armazenamento em caixas d'água ou outros reservatórios. Segundo May (2014), o funcionamento do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais ocorre de maneira simples: a água é coletada de telhados e, após filtração, é armazenada em reservatórios de acumulação que podem ser apoiados, enterrados ou elevados, construídos a partir de diversos materiais, tais como concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster, polietileno entre outros.

A importância desse sistema surgiu a partir da crise hídrica. Em 2013, municípios do Estado de São Paulo apresentaram quedas nos índices pluviométricos e conseqüentemente diminuição dos níveis de armazenamento de água nos reservatórios, caracterizando um desafio no abastecimento de água para os usuários (CIBIM; JACOBI; 2015). As bacias que abastecem a região Sudeste (Sistema Cantareira e Sistema do Parnaíba do Sul) apresentaram em 2014 os menores índices pluviométricos já registrados. No entanto, além da diminuição no volume da chuva, é necessário considerar aspectos relacionados à demanda e à garantia da oferta, fatores que apontaram possíveis erros na gestão dos recursos hídricos da região (CIBIM, JACOBI, 2016).

Uma das maneiras de gerenciar a água conscientemente é a aplicação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais. Além de contribuir para o uso racional da água, essa tecnologia também minimiza o impacto das precipitações, uma vez que a água que escoaria dos telhados para as ruas passa a ser captada e armazenada para consumo (FERNANDES, NETO, MATTOS, 2007). Ou seja, o sistema apresenta muitas vantagens de implantação. Mas, o uso de água pluvial pode não ser visto de maneira positiva pela falta de garantia de que a água está sem bactéria ou vírus que possa ser prejudicial à saúde humana. Por isso, é de extrema importância que o sistema de aproveitamento de água da chuva tenha um controle constante, com grande e contínuo investimento em operação e monitoramento (HAFNER, 2007). Vale ressaltar que a água coletada para seu aproveitamento não deve ser utilizada para fins potáveis.

Desta forma, tendo como objetivo estudar o sistema de aproveitamento de água de chuva e propor um projeto para a TAM, foi desenvolvido um protótipo. Sendo possível identificar acertos e falhas para a tecnologia.

1. OBJETIVO

O projeto tem como objetivos:

Objetivo geral

Desenvolver um protótipo de um sistema de aproveitamento de água pluvial.

Objetivos específicos

- Levantar dados secundários sobre o funcionamento de cada etapa do sistema;
- Montar cada etapa do sistema no Laboratório de Design Industrial;
- Realizar teste de funcionamento do sistema;
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas.

2. METODOLOGIA

A metodologia do projeto é apresentada nas subseções seguintes, sendo dividida entre o desenvolvimento do protótipo e as análises físico-químicas e microbiológicas. Para verificar os parâmetros apresentados na ABNT NBR 15.527:2007 para qualidade de água de chuva destinada a usos restritivos não potáveis, foram realizadas análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes, turbidez, cor aparente e pH. Além dessas, também foi realizada a análise de bactérias heterotróficas para verificar a eficiência da cloração.

Protótipo: Materiais

Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais:

- Abraçadeira metálica 50 mm;
- Acrílico 3 mm;
- Alicates para rebitar;
- Bolinha de isopor;
- Bucha redutora 50 mm para 75 mm;
- Cap de 32 mm;
- Cap de 50 mm;
- Cap de 75 mm;
- Chave de fenda;
- Cloro;
- Cola de acrílico;
- Cola PVC;
- Conjunto porca parafuso;
- Ferro cantoneira 3 mm;
- Graxa (lubrificante);
- Joelho de 50 mm;
- Lixa;
- Madeira;
- Malha de ferro;
- Solda de arco elétrico com uso de eletrodo;
- Maquitta;
- O'ring de 75mm e 50 mm Rodas de silicone;
- Paquímetro;
- Placas de poliestireno;
- Rebites 10 mm de diâmetro;
- Serra copo de 50 mm;
- Tê de 50 mm;
- Tê de 75 mm com redução para 50 mm Silicone;
- Telha de Plástico;

- Tintas branca e cinza;
- Torneira de plástico;
- Trena;
- Martelo;
- Tubulações de 75 mm, 50 mm e 32 mm;
- Veda rosca.

Protótipo: Memorial de Cálculo

Para a determinação da inclinação que seria aplicável para o protótipo utilizou-se das especificações e recomendações da ABNT NBR 10884:1989, no qual foi determinada uma inclinação de 15 cm por m. Adotando a hipotenusa de 0,50 m para a telha, foi possível determinar a altura que seria necessária para inclinar a telha através do seguinte cálculo:

$$15 \left(\frac{cm}{m} \right) \times 0,5(m) = 7,5 \text{ cm}$$

O ângulo de inclinação foi determinado através de interpretação trigonométrica dos catetos e hipotenusa, sendo assim possível determinar o ângulo de inclinação para a telha do protótipo.

$$\text{Sen } x = \frac{7,5 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} = 0,15$$

$$\text{Arcsen}(0,15) = 8,6^\circ$$

Na sequência foi determinado o valor de "a" (largura do telhado) para a utilização na equação estabelecida pela norma para a determinação da área de contribuição, a vazão do projeto.

$$\text{Cos}(8,6^\circ) = \frac{a}{50} \rightarrow a = 49,44 \text{ cm}$$

Sendo assim, foi possível determinar a área de contribuição para a vazão do projeto em m².

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

$$A = \left(49,44 + \frac{7,5}{2} \right) \times 100$$

$$A = 5319 \text{ cm}^2 \cong 0,6 \text{ m}^2$$

Para determinar a quantidade de água necessária para limpar a área do telhado, foi utilizado de informações da ABNT NBR 15527:2007 e assim foi possível calcular a quantidade de água que seria necessária para ser coletada no *first flush*.

$$0,6 \text{ m}^2 \times \frac{2L}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 L} = 1,2 \times 10^{-3} \cong 1,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Considerando um cano de diâmetro de 75 mm, realizou-se o cálculo para determinar a coluna do *first flush* adequada para armazenar o volume total da primeira água do telhado.

$$V = A \times b \times h = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h$$

$$1,2 \times 10^6 = \frac{\pi \times 75^2}{4} \times h$$

$$h = \frac{4 \times 1,2 \cdot 10^6}{75^2 \times \pi} = 271,62 \text{ mm}$$

Protótipo: Construção

Para a montagem da estrutura do protótipo foi utilizado o ferro cantoneira nas dimensões apresentadas na Figura 1. As medidas apresentadas estão em milímetros.

Figura 1. Projeto da estrutura de ferro.

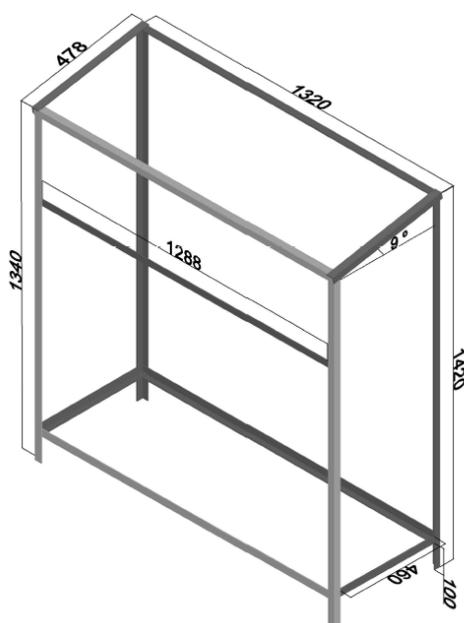
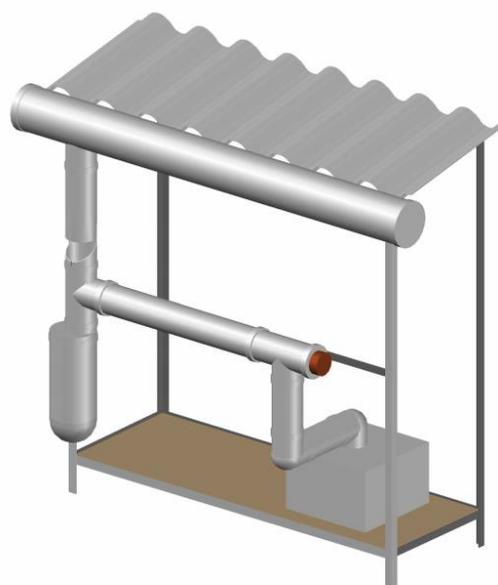


Figura 2. Projeto do protótipo do sistema.



Fonte: Autores, 2018.

Para determinar a altura frontal do protótipo foram consideradas as alturas necessárias para acomodar o separador de folhas e *first flush*. Para altura da tubulação necessária para o *first flush* foram realizados os cálculos como mostrados anteriormente, de acordo com os parâmetros apresentados na ABNT NBR 15.527:2007. Com relação à inclinação utilizada para o telhado, foi adotado 15%, que resultou em 9° de inclinação.

A calha utilizada no sistema foi posicionada com uma pequena inclinação, formada por um cano com diâmetro de 75 mm e dois caps para fechar. No cano ainda foi adicionado um furo para o encaixe de um tê que forma a continuação do sistema onde é encaminhado para o separador de folhas como demonstrado na Figura 2.

O separador de folhas foi formado por um corte no cano de 50 mm, um separador de malha de ferro e uma capa para evitar a saída de água, como mostrado na Figura 3.

Figura 2. Furo feito no cano da calha.



Figura 3. Separador de folhas.



Fonte: Autores, 2018.

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

O *first flush* é composto por uma tubulação de 75 mm de diâmetro com 300 mm de altura, um redutor de 75 mm de diâmetro para 50 mm de diâmetro, um cap para 75 mm de diâmetro e uma torneira de plástico, como demonstrado na Figura 4. Para o clorador (Figura 5), foram utilizados 250 mm de tubulação de 32 mm de diâmetro com furos, um cap de 32 mm de diâmetro e uma tampa de acrílico com furos. O recipiente utilizado para armazenamento final foi feito com placas de poliestireno e acrílico (Figura 6). Na parte da tampa foi feito um furo com o diâmetro do cano de saída (50 mm).

Figura 4. First flush.



Figura 5. Clorador



Figura 6. Recipiente.



Fonte: Autores, 2018.

Análises físico-químicas e microbiológicas: Materiais

Para as análises físico-químicas e microbiológicas, foram utilizados os seguintes materiais:

- 15 g de areia;
- 8 g de folhagem;
- 5 L de água destilada;
- 10 g de cloro concentrado;
- Béqueres;
- pHmetro;
- Cubeta de vidro;
- Turbidímetro;
- Tubo de Nessler;
- Colorímetro;
- Frasco esterilizado de coleta de amostra 100 mL com tiosulfato;
- Bico de Bunsen;
- Pipeta graduada de 10 mL;
- Tubo de ensaio com substrato sob condições determinadas;
- Placa SimPlate;
- Estufa;
- Lanterna UV.

Análises físico-químicas e microbiológicas: Procedimento experimental

Para as análises de água realizadas, foram pulverizados 15 g de areia e 8 g de folhagem sobre a telha do protótipo, e colocados 10 g de cloro concentrado no clorador. Na sequência, foram jogados 5 L de água destilada sobre a telha.

Foram coletadas amostras de água após a passagem pelo *first flush* e pelo clorador. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas de acordo com o estabelecido no *22th Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*.

Análises físico-químicas e microbiológicas: Memorial de Cálculo

Na análise de bactérias heterotróficas, foram quantificadas 82 colônias formadas na

amostra de água do *first flush* e 2 colônias formadas na amostra de água coletada no final do sistema, armazenada no reservatório. De acordo com a tabela estatística da SimPlate®, esses valores correspondem a 62,3 MPN e 0,4 MPN, respectivamente.

Para a quantificação de bactérias heterotróficas, multiplica-se os valores em MPN por 10. Assim, para a amostra de água do *first flush*, tem-se:

$$62,3 * 10 = 623 \text{ UFC/mL}$$

Para a amostra de água coletada no final do sistema:

$$0,4 * 10 = 4 \text{ UFC/mL}$$

3. Resultados e Discussão

A Figura 7 apresenta o resultado do protótipo desenvolvido ao longo do projeto.

Figura 7. Protótipo concluído.



Fonte: Autores, 2018.

A partir do experimento realizado para verificar o funcionamento e eficiência de seus componentes, obteve-se os seguintes resultados:

Telhado e Calha

A inclinação do telhado, bem como a posição em que a calha foi colocada em relação a ele, fez com que a água jogada durante o experimento fosse encaminhada de maneira eficiente ao encanamento do sistema, ou seja, não houve vazamentos ou transbordamentos.

Desta forma, o volume da chuva que incide sobre o telhado não será perdido, o que demonstra que a telha e a calha cumpriram suas funções.

Separador de folhas

Durante o experimento, foram colocados 8 gramas de folhagem no telhado. A quantidade que ficou retida no separador de folhas (Figura 8) corresponde à quantidade inicial do experimento, indicando que esse componente funcionou como esperado.

Figura 8. Separador de folhas após teste.



Fonte: Autores, 2018.

First flush

O *first flush* cumpriu sua função de armazenar a primeira água da chuva coletada pelo sistema, mas parte da areia utilizada no experimento ficou retida no Cap e ocasionou o entupimento da torneira. Além disso, esse componente exerceu papel fundamental na comparação entre a qualidade da primeira água e a qualidade da água que atravessa o clorador, possibilitando a demonstração da eficiência do processo de cloração. Esses resultados puderam ser confirmados a partir das análises realizadas, apresentadas na Tabela 1.

Clorador

Durante o experimento foram pulverizados 15 gramas de areia no telhado, de forma a garantir a presença de coliformes e bactérias heterotróficas. Essa etapa do experimento foi essencial para analisar a eficiência do clorador.

Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas com amostras da água presente no recipiente que armazena a água do sistema (F), assim como da água do *first flush* (FF).

As Figuras 9 e 10 revelam a presença de bactérias heterotróficas em FF e ausência em F (figura 9), e a presença de coliformes totais e termotolerantes em FF e ausência em F (figura 10).

Figura 9. Análise de bactérias heterotróficas.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 10. Análise de coliformes totais e termotolerantes.

Fonte: Autores, 2018.

A Tabela 1 apresenta os resultados de todas as análises realizadas no experimento, juntamente com parâmetros exigidos na ABNT NBR 15527:2007, exceto cloro residual livre, que será discutido posteriormente.

Tabela 1. Análises físico-químicas e microbiológicas.

Parâmetro	NBR 15.527	First Flush	Final
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	presente	ausente
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL	presente	ausente
Turbidez	Para usos menos restritivos < 5,0 NTU	28,2 NTU	2,17 NTU
Cor aparente	< 15 uH	20 uH	10 uH
pH	De 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado	7,6 a 21,1 °C	7,3 a 21,3 °C
Bactérias heterotróficas	-	623 UFC/mL	4 UFC/mL

Fonte: Autores, 2018.

A cloração alterou todos os parâmetros analisados, de forma a deixá-los adequados segundo as exigências da norma.

É importante ressaltar que a norma não exige que seja feita a análise de bactérias heterotróficas, no entanto o grupo optou por realizá-la.

Como mencionado anteriormente, a norma NBR 15.527:2007 estabelece que seja feita a análise de cloro residual, impondo o limite de 3 mg/L. No entanto, devido a algumas limitações ela não foi realizada.

A Portaria MS nº 2.914/11 define como padrão organoléptico o "conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde" (BRASIL, 2011).

Embora a análise de cloro residual livre não tenha sido realizada, a amostra final coletada após a cloração apresentou alteração em uma de suas propriedades organolépticas: o odor de cloro foi mencionado por todos os indivíduos que entraram em contato com a amostra.

A pastilha de cloro utilizada no experimento é destinada ao uso em piscinas de 20.000 L, desta forma foi necessário realizar o seu dimensionamento, uma vez que o volume de água utilizado no experimento foi de 5 L. No dimensionamento realizado, considerou-se a quantidade de cloro necessária para um volume de 22 L de água, ou seja, valor demasiadamente superior ao necessário para o experimento, o que pode justificar o odor de cloro e indicar seu excesso na amostra.

Segundo a Portaria 2.914/11 o valor máximo permitido (VMP) de cloro residual livre (CRL) é 2 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento de água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Ainda que a água de aproveitamento de chuva não seja destinada ao consumo humano, no contexto presente, propõe-se uma comparação entre as propriedades organolépticas da amostra F, com as propriedades organolépticas da água que atende os padrões de potabilidade.

Tabela 2. Comparação entre os padrões de cloro residual livre e odor na água.

	Portaria 2.914/11	NBR 15.527:2007	Amostra F
Cloro residual livre (CRL)	2 mg/L	3 mg/L	-
Odor	Ausente	-	Presente

Fonte: Autores, 2018.

A água potável, oriunda da rede de abastecimento, não deve apresentar odor, e seu limite de CRL é inferior ao limite imposto pela NBR 15.527:2007, o que levanta a hipótese de que o valor de cloro residual livre na amostra F seja maior que 2 mg/L, uma vez que esta apresenta odor.

No entanto, somente a análise poderia confirmar essa hipótese e revelar se o valor ultrapassou o limite imposto pela norma.

4. Conclusão

Com as pesquisas secundárias, montagem do protótipo e análises de água, foi possível atingir todos os objetivos do projeto. A partir dos resultados da simulação do funcionamento do sistema, as etapas se mostraram eficientes. Nos ensaios realizados, verificou-se que o separador de folhas conseguiu impedir a passagem das folhas. Já no *first flush* ou separador de fluxo, as impurezas da primeira água da chuva ficaram retidas, e na etapa de cloração, a quantidade de microrganismos foi reduzida.

De modo geral, o sistema de aproveitamento de água da chuva é efetivo e atende as normas estabelecidas, além de ajudar a reduzir a pegada hídrica. O sistema pode ser montado em grande escala, como foi proposto para a cliente TAM, através de cálculos de dimensionamento e estudos sobre a quantidade de cloro que será utilizada no sistema.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 10844**. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 02 dez. 2018.

CIBIM, Juliana; JACOBI, Pedro Roberto; LEÃO, Renata de Souza. **Crise Hídrica na Macrometrópole Paulista e Resposta da Sociedade Civil**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 27-42, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v29n84/0103-4014-ea-29-84-00027.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

FERNANDES, Diogo Robson Monte; NETO, Vicente Batista de Medeiros; MATTOS, Karen Maria da Costa. **Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna na UFRN / RN**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007. p. 1-9. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650479_0552.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

HAFNER, Ana Vreni. **Conservação e Reúso de Água em Edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

JACOBI, Pedro Roberto; CIBIM, Juliana Cassano; SOUZA, Alexandre Nascimento. Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo – 2013/2015. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 422-444, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/104114> DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.104114>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

MAY, Simone. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva Para Consumo Não Potável em Edificações**. 2004. Disponível em: <<http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wp-content/uploads/2015/07/May-2004.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

Rubin, J. & Chisnell, D. (2008) Handbook of Usability Testing: how to plan, design and conduct effective tests. (2nd Edition) New York, Wiley and Sons Inc. Apud SANTOS, R. L. G. Tese de doutorado: **Usabilidade de interfaces para sistemas de recuperação de informação na web: estudo de caso de bibliotecas on-line de universidades federais brasileiras**. Editora: PUC – Rio de Janeiro, 2006. 258 p.

SANTOS, R. L. G. Tese de doutorado: **Usabilidade de interfaces para sistemas de recuperação de informação na web: estudo de caso de bibliotecas on-line de universidades federais brasileiras**. Editora: PUC – Rio de Janeiro, 2006. 258 p.

ARGAMASSA SUSTENTÁVEL COM PAPEL KRAFT

SUSTAINABLE CEMENT WITH KRAFT PAPER

SALOMÉ, Ana Julia Salomé; HOCHHEIM, Milena; MATTOS, Natália; ALVES, Vitória;
ATHIÊ, Alessandro A. R.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

Anajulia.salome@hotmail.com, kamimura10@hotmail.com, ei_nati@hotmail.com, vitória-eas.senac@outlook.com, alessandro.aathie@sp.senac.br

Resumo. Este Projeto Integrador baseia-se na área de estudo da disposição ambientalmente correta dos resíduos de papel Kraft (classe I e II). Visando um menor gasto possível com a sua retirada e destinação, propõe-se uma argamassa sustentável utilizando este material, após o reprocessamento simples do papel Kraft utilizado para pintura das superfícies de Aeronaves das linhas Aéreas TAM. A argamassa sustentável é uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosa, tanto do ponto de vista ambiental quanto do social: ela reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia, água e diminui o volume de lixo. Partindo da teoria acima, foram realizadas pesquisas primárias e secundárias e, para comprovar se a proposta é viável, realizaram-se testes no Laboratório de Design Industrial do Senac – Santo Amaro, durante o 2º semestre.

Palavras-chave: argamassa sustentável, papel kraft, resíduo sólido.

Abstract. *This integrating project is based on the study of the environmentally correct disposal of kraft paper waste (classes I and II). For a lower cost with its removal and destination, a sustainable cement is proposed using this material, after the simple reprocessing of kraft paper used for painting the surfaces of TAM aircrafts. Sustainable cement is one of the most advantageous solid waste treatment alternatives, from both the environmental and social points of view: it reduces the consumption of natural resources, saves energy and water, and reduces waste. Based on the above theory, it were done primary and secondary researches. With this, secondary research was done, and to prove if the proposal is feasible, tests were carried out at the Industrial Design Laboratory of the University Center Senac - Santo Amaro during the 2nd semester.*

Key words: *sustainable cement, kraft paper, solid waste.*

1. Introdução

O Papel Kraft é um tipo de papel inicialmente elaborado por uma mistura de fibras de celulose longas e curtas – a celulose retirada de coníferas, como por exemplo o pinus, é chamada de celulose de fibra longa, tem aplicação nos papéis que precisam de uma resistência maior e a celulose de fibra curta é produzida com árvores como o eucalipto, o álamo, a bétula e a acácia, por também ser o melhor tipo para a fabricação de papel sem madeira com boa capacidade de impressão, maciez, brilho e uniformidade. Devido as características das fibras, o material torna-se resistente e flexível, também por não passar pelo processo de branqueamento que deixa os papéis impróprios para fins de manuseio mais pesado, mantendo então, sua cor natural parda característica e nas variantes castanho, amarelo, laranja, azul, monolúcido ou alisado (CIT, 2007).

O papel Kraft é um dos mais resistentes e usados na indústria, devido a sua variabilidade permite que ele seja aplicado na fabricação de envelopes, cartonagens diversas, sacolas, caixas, entre outros artigos. Além disso, é possível que seja produzido também com acabamentos específicos como laminado de alumínio em bobinas de diversos tamanhos. Tem sua classificação e finalidade indicados conforme a resistência do material, da forma com que ele é fabricado, acabamento, tipos de fibras utilizados na confecção e gramatura (densidade do papel), podendo ser considerado natural, extensível, branco, colorido, de primeira ou segunda qualidade e tendo função de matéria-prima para fabricação de outros produtos (BERGER GRIGOLETTO, 2011).

Argamassa de assentamento é um material de construção, que consiste na mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contudo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (NBR 13281-2001).

Sendo assim o uso de fibras incorporadas em matrizes frágeis, como a pasta ou a argamassa de aglomerantes minerais, tem a finalidade de melhorar suas propriedades, especialmente as resistências em relação à tração e flexão, e aumentar a resistência ao impacto (NEVES,).

Para implementar o desempenho das argamassas, as fibras mais frequentemente aplicadas são as de polipropileno por terem um custo menor e uma durabilidade maior em meios alcalinos. A escolha da fibra a ser inserida na mistura é feita em função das propriedades almejadas para a argamassa (SANTOS, ; CARVALHO, 2011).

As fibras de celulose são classificadas como orgânicas naturais e podem ser originárias de vegetais fibrosos ou madeiras. As fibras celulósicas são compostas por um aglomerado de células formadas por microfibras que se unem pelas lamelas intercelulares. À fração de celulose é correspondente a essas microfibrilas, e a fibras, ou macrofibras, o conjunto formado pela união desses filamentos de celulose com a lignina e a hemicelulose (L. R. Santos; P. E. F. Carvalho, 2011).

O processo de polpação do papel Kraft é um processo químico que busca a individualização das fibras de celulose e, conseqüente, deslignificação de cavacos de madeira, reduzindo-as a uma massa fibrosa, utilizando reagentes químicos e calor para obtenção desses resultados (I. P. Vieira, 2014).

A origem da classificação da NBR 13281 vem de um programa interlaboratorial realizado em 1993, com a participação de 11 laboratórios de ensaio, relativo a quatro amostras de argamassa industrializada e uma argamassa preparada em laboratório, de cimento e cal. Os resultados levaram à aprovação dos seguintes procedimentos de ensaio:

- ABNT NBR 13277:2005 – *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água;*
- ABNT NBR 13279:2005 - *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.*

2. Objetivo

O objetivo deste PI-VI é desenvolver uma argamassa sustentável com fibras celulósicas, comparando a mesma com as normativas estabelecidas para argamassa convencional. O objetivo específico é identificar qual proporção de papel Kraft é necessário para a criação argamassa sustentável com a realização de testes, durante o segundo semestre de 2018.

3. Metodologia

Primeiramente foi realizado pesquisas bibliográficas sobre argamassa convencional e sobre argamassa que utilizam fibras celulósicas, após isso foram definidos os materiais necessários para a preparação da argamassa. Assim, com os materiais necessários, realizamos então os primeiros corpos de prova, com base de um para quatro, sendo 200g de areia, 50g de cimento, 10g de cal, 100ml de água e diferentes medidas de

papel Kraft, 5g, 10g, 15g e 20g.

Figura 3.1: Areia, Cimento e Cal separados no béquer.



Fonte: Autores, 2018.

Após o preparo do primeiro corpo de prova de uma única peça com 5g de papel Kraft, vimos que não seria necessário 100ml de água, com isso mudamos a quantidade de água.

Figura 3.2: Papel Kraft com água no liquidificador.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 3.3: Papel Kraft triturado.



Fonte: Autores, 2018.

Para a preparação da argamassa com 5g e 10g de papel foi necessário para o processo todo 70mL de água, para a preparação com 15g e 20g foram necessários 77mL de água, com a duração de 3 dias para a secagem das peças.

Figura 3.4: Argamassa pronta.

Fonte: Autores, 2018.

Figura 3.5: Argamassa enformada.

Fonte: Autores, 2018.

O segundo corpo de prova realizamos com medidas diferentes, sendo estas 200g de areia, 100g de cimento, 10g de cal e seguindo o mesmo raciocínio com a quantidade do papel Kraft.

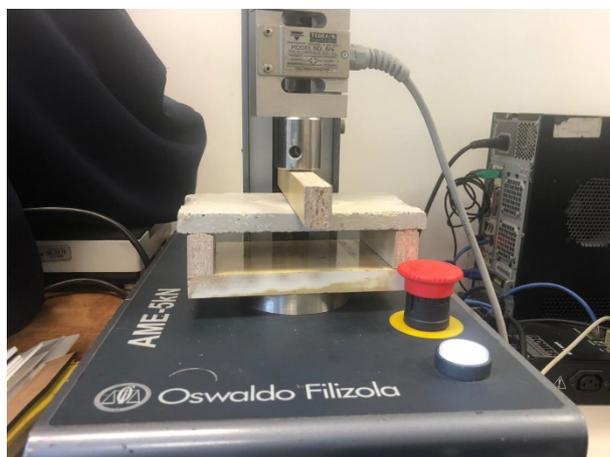
Figura 3.6: Corpos de provas com diferentes quantias de papel Kraft.

Fonte: Autores, 2018.

Para realizar o teste inicial de flexão foi utilizada uma máquina de ensaios de flexão, compressão e estiramento da marca Oswaldo Filizola, modelo AME-5KN, tendo sido confeccionada uma peça de madeira para apoio, como mostra na figura 3.7, com o intuito

que o teste fosse feito no meio dos blocos. Foi medido a espessura de cada peça para colocar no Dynaware Standard, programa necessário para regular a altura, velocidade e a primeira aplicação foi realizada no bloco de cimentos, depois no de 5g, 10g, 15g e 20g.

Figura 3.7: Máquina de ensaios de flexão, compressão e estiramento (AME – 5KN).



Fonte: Autores, 2018.

O segundo teste foi o de absorção seca na estufa: Todas as medidas de dimensões e peso dos corpos de prova foram aferidas antes de iniciar e colocar os corpos de prova na estufa durante 3 horas a 100 graus Celsius, após isto, afere-se as medidas novamente.

O terceiro teste foi o de imersão em água: Os corpos de prova foram colocados em uma bacia onde o nível de água atingia a metade do corpo durante 1 hora como mostra na figura 3.8, após isso as peças são viradas de lado e submersas na água, com duração de 1 hora. Para a realização deste teste foi necessário elaborar rodela de cano, para que a que a superfície da peça não encoste na superfície da bacia, para obter uma absorção maior.

Figura 3.8: Teste de imersão.

Fonte: Autores, 2018.

Após a realização de todos os testes de extensão e de absorção de água realizou-se a média dos corpos de prova e o desvio padrão utilizando a fórmula abaixo, os cálculos .

$$DP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_A)^2}{n}}$$

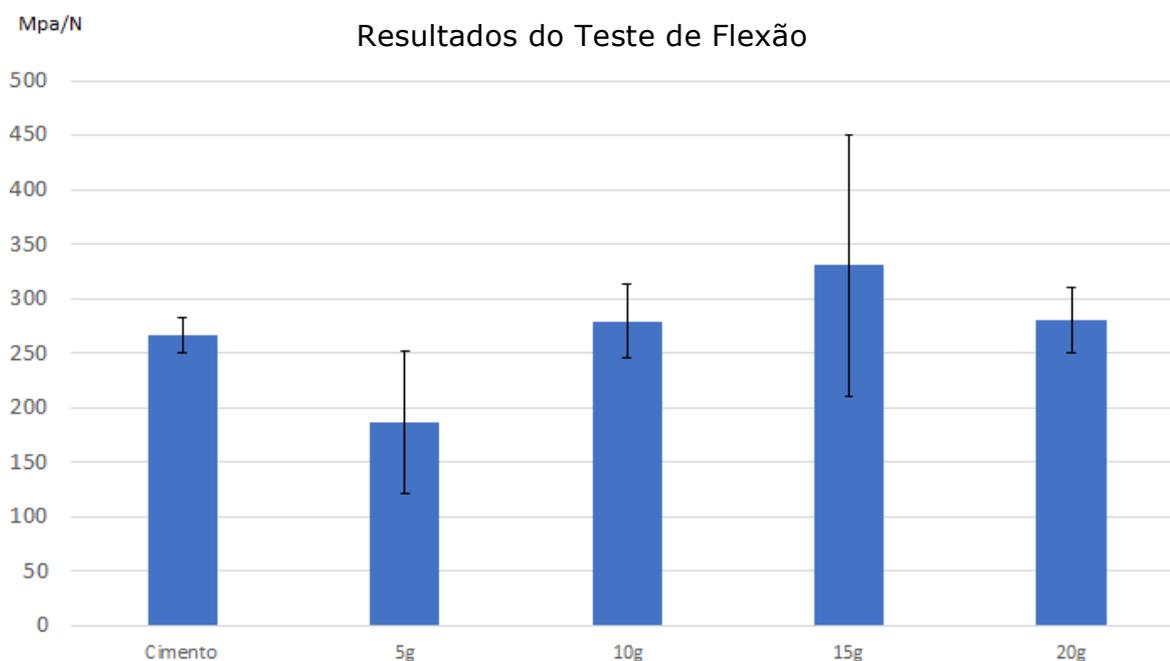
4. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos através do teste físico de flexão, que realizamos no Laboratório de Design Industrial, onde utilizamos o programa Dynaware Standard para a realização do teste, encontra-se na tabela 4.1 e no gráfico 4.1, onde podemos ver a média de cada corpo de prova e o desvio padrão.

Tabela 4.1: Média e desvio padrão dos resultados do teste de extensão.

	Média Resistência (Mpa)	Desvio Padrão Média
Cimento	266,86667	16,473278
5g	187,23333	65,378199
10g	279,33333	33,571946
15g	330,4	120,2
20g	280,7	30,1

Fonte: Autores, 2018.

Gráfico 4.1: Resultados obtidos com o teste de Flexão .

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 4.1 e no gráfico 4.1 tem-se a média e o desvio padrão do comportamento do teste de físico de extensão, pode-se ver que os corpos de provas com 5 gramas de papel Kraft tiveram uma resistência baixa em comparação aos outros corpos de prova. Podemos ver também que o corpo de prova com 15 gramas de papel obteve uma resistência maior, porém seu desvio padrão foi alto de 102,2. Sendo assim os corpos de prova que obteve um melhor resultado, foram o de 10 gramas com sua média de 279,33 com o desvio padrão de 33,57, e o de 20 gramas com a média de 280,7 e desvio padrão de 30,1. Observa-se que ambos tiveram resultados bem próximos.

O teste de absorção seca em estufa para verificar o teor de umidade, é importante devido à alta e constante temperatura que uma estufa pode manter, o agregado encontra-se completamente seco, tanto no seu exterior quanto no seu interior ditos como vazios permeáveis (LASKE, 2014), abaixo na tabela 4.2 e no gráfico 4.2 verifica-se os dados de desvio padrão e média das amostras:

Tabela 4.2: Média e desvio padrão do peso dos corpos de prova antes da estufa.

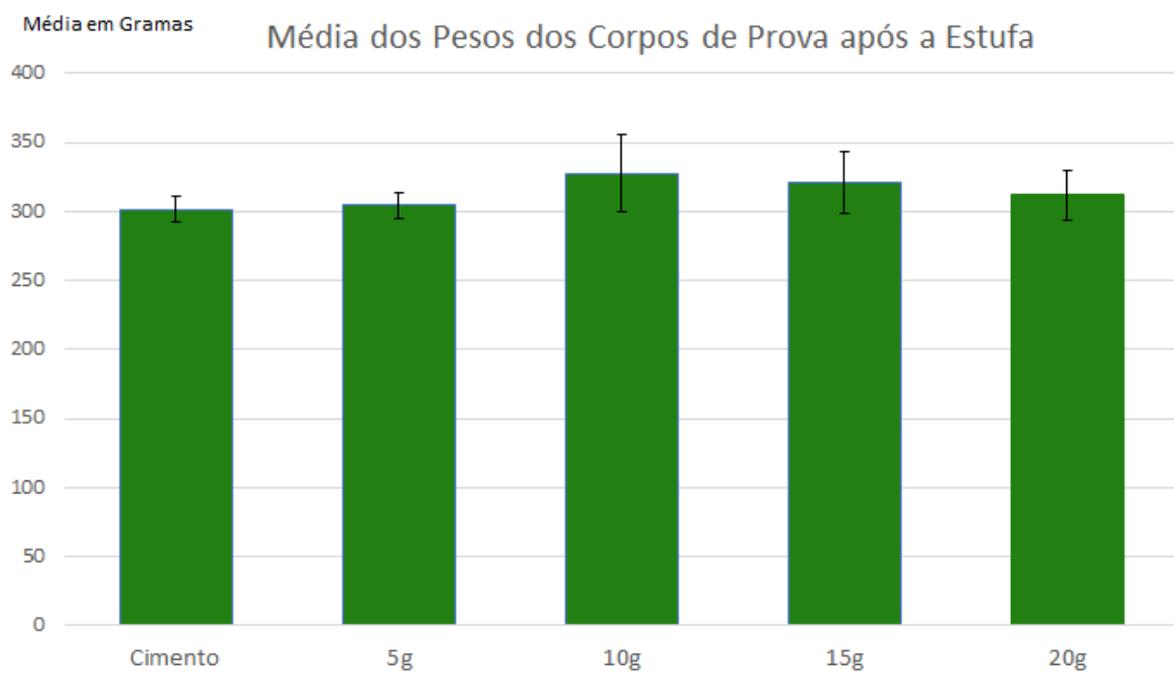
	Média Peso	Desvio Padrão Média
Cimento	307,959	8,05158473
5g	310,17	8,840152431
10g	332,3176667	25,81331077
15g	329,736	24,54527867
20g	322,2515	20,51608633

Fonte: Autores, 2018.

Tabela 4.3: Média e desvio padrão do peso dos corpos de prova após 3 horas na estufa.

	Média Peso	Desvio Padrão Média
Cimento	301,345	9,04885245
5g	304,178667	9,485588384
10g	327,467	27,68485337
15g	320,894	22,40487262
20g	311,717	17,59025961

Fonte: Autores, 2018.

Gráfico 4.2: Resultados das amostras após 3 horas na Estufa.

Fonte: Autores, 2018.

Pode-se ver na tabela 4.2 obteve a média das amostras antes da estufa, podendo assim comparar com a tabela 4.3 e o gráfico 4.2. Observa-se que a amostra que mais liberou água foi a que contém 20 gramas de papel Kraft, tendo sua variação de 10 gramas. Pode-se ver também que a variação do corpo de prova com 10 gramas de papel, foi apenas de 5 gramas.

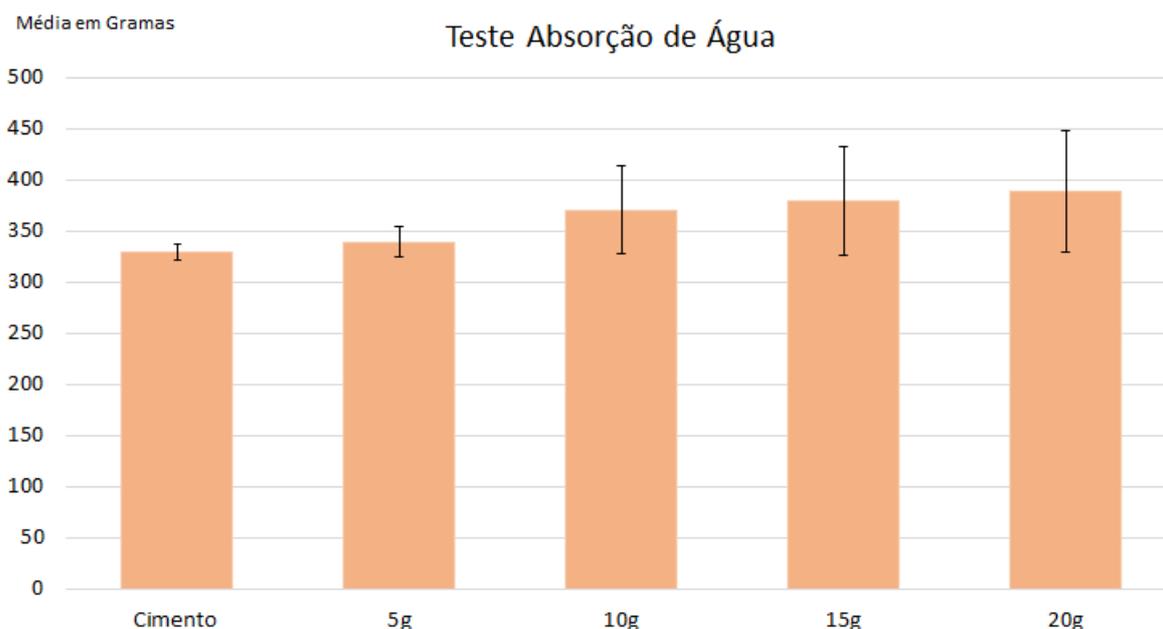
A NBR 9778 tem o objetivo de prescrever o modo pelo qual deve ser executado o ensaio para determinação da absorção de água, através de imersão, do índice de vazios e massa específica de argamassa e concreto endurecidos. Calculado pela média de cada peso, tanto o corpo seco em estufa e o saturado imerso em água. Abaixo segue o teste de imersão de água e o desvio padrão:

Tabela 4.4: Média e desvio padrão do peso dos corpos de prova após 2 horas imerso na água.

	Média Peso	Desvio Padrão Média
Cimento	328,8723333	7,547888417
5g	339,188	14,9422381
10g	370,3113333	43,30215993
15g	378,788	53,03928985
20g	388,214	59,74831448

Fonte: Autores, 2018.

Gráfico 4.3: Resultados do teste de absorção de água.



Fonte: Autores, 2018.

Pode-se ver através das tabelas 4.3 e 4.4, e dos gráficos 4.2 e 4.3, o quanto que cada amostra absorveu de água. Observa-se que a menor absorção foi do corpo de prova de 5 gramas, que sua variação foi de aproximadamente 35 gramas. Já o corpo de prova que obteve a maior absorção foi o de 20 gramas, com sua variação foi de aproximadamente 77 gramas. Sendo a variação do corpo de prova de 10 gramas de aproximadamente 43 gramas e do corpo de prova de 15 gramas de papel, com a variação de aproximadamente 58 gramas. Isso nos mostra que quanto mais papel no corpo de prova maior sua absorção.

5. Considerações Finais

O presente artigo apresenta resultados positivos, que nos mostra que é possível utilizar papel Kraft para melhorar a resistência da argamassa convencional. Em consequência, o corpo de prova que obteve um melhor desempenho em todos os testes foi o contém 10 gramas de papel Kraft, isso com base em sua resistência e segurança, considerando sua variação de absorção. Os corpos de prova se encontram dentro do padrão das normativas ABNT NBR 13277:2005 e ABNT NBR 13279:2005, apesar de serem utilizadas para argamassa convencional.

Através dos testes realizados, verificou-se a viabilidade ambiental em retrabalhar o papel Kraft de descarte para implementação em argamassas, visto seus benefícios socioambientais, tendo em conta a redução do descarte de um material com alto potencial de reuso, melhorando as características de um produto já existente no mercado, como a argamassa convencional. Sendo assim, o projeto proposto torna-se viável em todas as análises apresentadas, além de atender as questões sociais e ambientais de forma dinâmica, diminuindo a geração de resíduos sólidos, a extração de recursos naturais, o uso de aditivos químicos para atingir as demandas do mercado de Kraft o mercado desenvolve a geração de empregos. A demanda da TAM é atendida ao trabalhar com o resíduo Kraft de maneira ecologicamente correta indispondo-o do contato com o meio ambiente e fazendo com que não interaja com o meio ambiente, assegurando a não contaminação do mesmo. O projeto pode ser replicado como tecnologia social aos demais locais que se possam realizar parcerias entre geradores de resíduo Kraft e interessados dispostos no desenvolvimento de uma cooperativa, que desta forma gera o desenvolvimento social.

Referências

ANDRELIT, Andreleit. **NORMAS ABNT – CONHEÇA AS PRINCIPAIS NBRS QUE AS ARGAMASSAS DEVEM SEGUIR.** 2018. Disponível em: <http://andrelit.com.br/normas-abnt-conheca-as-principais-nbrs-que-as-argamassas-devem-seguir/>. Acesso em: 09 maio 2018.

GRIGOLETTO, Izabel Cristina Berger. **REAPROVEITAR E RECICLAR O PAPEL: PROPOSTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.** 2011. 42 p. Monografia (Curso de Pós-Graduação, na área de concentração em Preservação Ambiental para obtenção do título de Especialista em Educação Ambiental)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/download/4616/2989>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

COMISSÃO DE ESTUDO DE DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE DO CONCRETO, Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados. **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1987. 3 p. Disponível em: <https://mvalin.com.br/_files/200000144-ca724cb6be/NBR%2009778%20-%20Argamassa%20e%20concreto%20endurecidos%20-%20Imers%C3%A3o%20.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

COZAICIUC, Ivan et al. **Ensaio de compressão:** A Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro - Telecurso 2000. 2005. Disponível em: <<http://essel.com.br/cursos/material/01/EnsaioMateriais/apresentacao.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ESSEL, Engenharia et al. **Autores:** A Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro - Telecurso 2000. 2005. Disponível em: <<http://essel.com.br/cursos/material/01/EnsaioMateriais/ensa06.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ITA, Marcio Cardoso Machado; ITA, Lígia Maria Soto Urbina; ITA, Michelle Aparecida Gomes Eller. **PLANEJAMENTO DE UMA LINHA DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE BALANCEAMENTO.**

VIEIRA, I. P.. **DURABILIDADE DE ARGAMASSAS COM RESÍDUOS DE PAPEL KRAFT DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/DURABILIDADE_DE_ARGAMASSAS_COM_RES%3%8DDUOS_DE_PAPEL_KRAFT_DA_CONSTRU%3%87%3%830_CIVIL.pdf>. Acesso em: 06 maio. 2018.

CIT, Everilton Jose. **QUALIDADES DA FOLHA DE POLPA KRAFT EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE Pinus taeda L. E Eucalyptus dunnii M.** 2007. 77 p. Dissertação (Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.)- Universidade Federal do Paraná,

Paraná, 2007. Disponível em:
<http://www.floresta.ufpr.br/defesas/pdf_ms/2007/d487_0709-M.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018

SANTOS, L. R.; CARVALHO, P. E. F. **AVALIAÇÃO DE ARGAMASSAS COM FIBRAS DE PAPEL KRAFTY PROVENIENTES DE EMBALAGENS DE CIMENTO**. Disponível em:
<https://www.eec.ufg.br/up/140/o/Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_argamassas_com_fibras_de_papel_kraft_provenientes_de_embalagens_de_cimento.pdf>. Acesso em: 06 maio. 2018.

NEVES, Célia Maria Martins. **O USO DE FIBRAS DE CELULOSE PROVENIENTES DO PAPEL IMPRENSA EM COMPÓSITOS PARA PRODUÇÃO DE COMPONENTES HABITACIONAIS**. Disponível em:
<http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_143.pdf> Acesso em: 06 maio. 2018.

NBR 13281. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Requisitos**. Agosto de 2011.

Proposta de Tecnologia para Reutilização de Resíduos Orgânicos – Protótipo Reator de Compostagem

Organic Waste Management – Composting Reactor

BUENO, Bruna; FARKAS, Christian; GAMBIRINI, Leonardo; ATHIÊ, Alessandro A. R.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

Brunabueno.10@hotmail.com, chris.farkas@gmail.com, leogamberinif@gmail.com

Resumo: O presente artigo apresenta o projeto desenvolvido pelo grupo nas aulas de P.I VI, ministradas pelo professor Alessandro Athiê. A princípio, foi desenvolvido no P.I V uma empresa fictícia intitulada Hangar, Soluções Ambientais, onde o objetivo do projeto foi criar uma proposta de disposição final adequada dos resíduos orgânicos do refeitório na base de Jundiaí, SP da TAM-Avição Executiva. Como solução, foi proposta a implementação de um reator de compostagem, acelerando a decomposição do material orgânico e transformando-o em adubo. Após a implementação da tecnologia, foi realizado pesquisas secundárias acerca da utilização e materiais do reator, bem como o seu funcionamento e com isso qual seria a melhor maneira para a sua realização. A melhoria proposta pelo protótipo foi em sua inclinação de 7º graus. A construção foi realizada dentro prazo, porém, são necessário futuros testes no protótipo do reator de compostagem para obtenção de resultados acerca do composto orgânico obtido.

Palavras-chave: reator de compostagem, protótipo, resíduos orgânicos.

Abstract. This article presents the project developed by the group in the classes of P.I VI, taught by Professor Alessandro Athiê. At first, a fictitious company called Hangar, Soluções Ambientais, was developed at IPI V, where the objective of the project was to create a proposal for an adequate final disposal of the organic waste from the refectory at Jundiaí, SP, Brazil. As a solution, it was proposed the implementation of a composting reactor, accelerating the decomposition of the organic material and transforming it into fertilizer. After the implementation of the technology, secondary research was carried out on the use and materials of the reactor, as well as its operation and with that the best way to achieve it. The improvement proposed by the prototype was in its slope of 7 degrees. The construction was carried out within the term, however, future tests are required in the prototype of the composting reactor to obtain results on the organic compound obtained.

Key words: *composting reactor, prototype, organic waste.*

1. Introdução

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apresenta diretrizes relacionadas a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e institui instrumentos de planejamento e gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS). Um dos princípios da lei é destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL, 2010).

A compostagem de resíduos orgânicos é um dos métodos mais antigos que se conhece de reciclagem de nutrientes. Constitui-se de um processo biológico, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira (degradação ativa), quando ocorrem as reações bioquímicas de oxigenação mais intensas predominantes são chamadas de termofílicas, e a segunda, ou fase de maturação, que transforma a matéria orgânica presente nos resíduos em húmus, e que pode ser utilizado como adubo orgânico na agricultura, hortas e jardins, e até mesmo na recuperação de áreas degradadas (CAMPBELL, 1999; KEENER, 2000 APUD SILVA, 2010).

O reator de compostagem surge como uma inovação no setor de compostagem, otimizando o tempo de transformação do resíduo em composto orgânico. O reator, traz uma inovação no tratamento dos resíduos orgânicos pois não é necessário transporte para sua disposição, reduzindo a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) e a queima de combustível que seria necessário para transportá-lo.

A tecnologia proposta foi do reator de compostagem que transforma até 80% do volume do resíduo orgânico em adubo em um processo curto de 2 dias (REATOR DE COMPOSTAGEM, 2016). Ele consiste no aquecimento rápido do material, otimizando a ventilação e oxigenação através da automação com capacidade de 50L por dia. Para a instalação da tecnologia é necessária uma pequena área coberta, para evitar que o equipamento seja danificado pela precipitação, treinamento da equipe para a manutenção do equipamento e fornecimento de cal e turfa para o funcionamento do reator.

Análise Estratégica de Viabilidades

Para analisar a viabilidade do plano de negócio, foram feitas as análises técnica, ambiental, econômica, legal e social. De acordo com a quadro 1, podemos observar que o plano de negócio é viável para implantação.

Quadro 1: Análises de Viabilidades

	Viabilidade Técnica	Viabilidade Ambiental	Viabilidade Legal	Viabilidade Social	Viabilidade Econômica
Reator de Compostagem	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possui área para implantar o projeto; ✓ Matéria prima de fácil acesso. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuição do volume do aterro; ✓ Diminuição na emissão de gases com transporte; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não possui restrição legal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Doação do adubo para agricultores da região e faculdades do entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Após o período de instalação, apresentará economia para a empresa.

Fonte: autoria própria

Para a análise técnica, os insumos e bens necessários para que o serviço esteja pronto para uso, incluem a construção de uma estrutura básica coberta e treinamento da

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

equipe para manutenção diária do equipamento. Outros insumos a serem adquiridos são materiais para manutenção do reator como, cal e turfa, peças para a fabricação do reator e o próprio resíduo orgânico do refeitório.

Com este equipamento o estabelecimento processa o resíduo orgânico de forma higiênica, transformando-o em adubo/composto/solo, sem necessitar transportá-lo para outro local, o que reduz não só a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) na disposição final do resíduo no aterro/lixão como também da queima de combustível dos caminhões que circulam pela cidade e são necessários para transportar o resíduo, contribuindo para existência de congestionamentos. (Reator de Compostagem, Online), sendo assim, a tecnologia proposta é ambientalmente viável.

Para a análise legal, foram estudadas as leis nº 12.305/10 e estadual nº 997/76 que dispõe da Política Nacional de Resíduos Sólidos e Controle da Poluição do Meio Ambiente, respectivamente. Além disso, foi considerado também o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Jundiaí. Estudadas essa lei abordando a problemática do plano de negócio, foi analisado que a implementação da tecnologia apresenta ser viável legalmente.

Na análise social é feita uma segunda proposta, junto ao reator, de iniciativa social do cliente. Essa iniciativa é composta pela doação do composto orgânico, produzido pelo reator, através de parcerias para as faculdades e para agricultores da região. Essa interação entre a comunidade e a empresa poderá acontecer em Jundiaí, onde, segundo o MEC, há sete universidades (MEC 2018). Ou através da parceria com agricultores da região, que de acordo com contato telefônico feito com a Casa da Agricultura de Jundiaí em maio/2018, existem cerca de 966 propriedades agrícolas em Jundiaí que poderiam se beneficiar do uso do adubo orgânico.

A parceria entre os trabalhadores rurais, as faculdades e a empresa TAM-Avição Executiva poderá acontecer através da doação do composto orgânico (produto do reator de compostagem) para a fertilização de produções agrícolas e para estudos acadêmicos, como relatórios estudando a quantidade de nutrientes presente no composto e sua qualidade. Portanto, os agricultores poderão se beneficiar pela melhora na qualidade da produção, as universidades pelo conhecimento e a TAM pela ação social e o retorno positivo na imagem da empresa.

Na análise econômica foi realizado um cálculo propondo o investimento no equipamento durante um período de 2 anos para calcular se nesse período a tecnologia seria paga. Com esse cálculo foi observado que o equipamento levaria um período de 3 anos, 5 meses e 3 dias para ser pago. Porém, se o equipamento for prago a vista ou em parcelas menos, levaria um período menor para começar a gerar uma economia para o cliente. Foi realizado outro cálculo para calcular a taxa interna de retorno do equipamento em um período de 5 anos de investimento, podendo ser o investidor interno ou externo, com isso foi calculado uma taxa interna de retorno de 49%. Sendo assim, a tecnologia presente ser economicamente viável.

Em face desta temática, propõe-se a continuação do P.I V realizado no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac – Santo Amaro, onde foram apresentadas propostas de tecnologia para o gerenciamento dos resíduos sólidos no refeitório da TAM – Aviação Executiva, Jundiaí, SP. Dentre elas foi indicado o Reator de Compostagem como o mais atraente economicamente, podendo tanto agregar valor para empresa como promover a imagem socioambiental da mesma. Portanto, a criação de construção de um protótipo, com vistas em melhorias na otimização e aceleração da compostagem, foram objeto principal deste projeto integrador.

2. Objetivo

2.1. Objetivo geral

Desenvolver um sistema de compostagem para tratamento dos resíduos orgânicos do restaurante da TAM-Avição Executiva, de Jundiaí, envolvendo a construção de um protótipo do reator de compostagem para o gerenciamento dos referidos resíduos.

2.2. Objetivo específico

- Desenhar um protótipo em 3D para melhor representação do reator de compostagem;
- Apresentar melhoria para a compostagem através da angulação do cilindro alimentador;
- Construir o protótipo do reator de compostagem no laboratório de designer do Centro Universitário Senac – Santo Amaro;
- Coletar, analisar e realizar testes com compostos orgânicos.

3. Materiais

Para construção do Protótipo foram necessários os seguintes materiais:

- 1 tambor de óleo da Mobil - 50 litros;
- 14 m de cantoneira;
- 4 rodinhas;
- 2 ganchos de elástico;
- 1 fecho;
- 1 puxador;
- 2 dobradiças;
- 3 metros de borracha em perfil U;
- 1 motor de ventilador;
- 2 polias de duas polegadas; 2 polias de 12 polegadas;
- 1 eixo de 1,20 metros
- 2 bolachas de nylon;
- 2 rolamentos;
- 2 correias;
- 5 parafusos de 8 mm; 4 parafusos de 6 mm.

4. Metodologia

Foram realizados levantamento de dados secundários acerca do reator de compostagem, e para isso, foi desenvolvido mediante um contrato de comum acordo entre o proprietário do Reator de Compostagem, Henrique Luis, melhorias para a aceleração da compostagem através da construção de um protótipo de Reator com

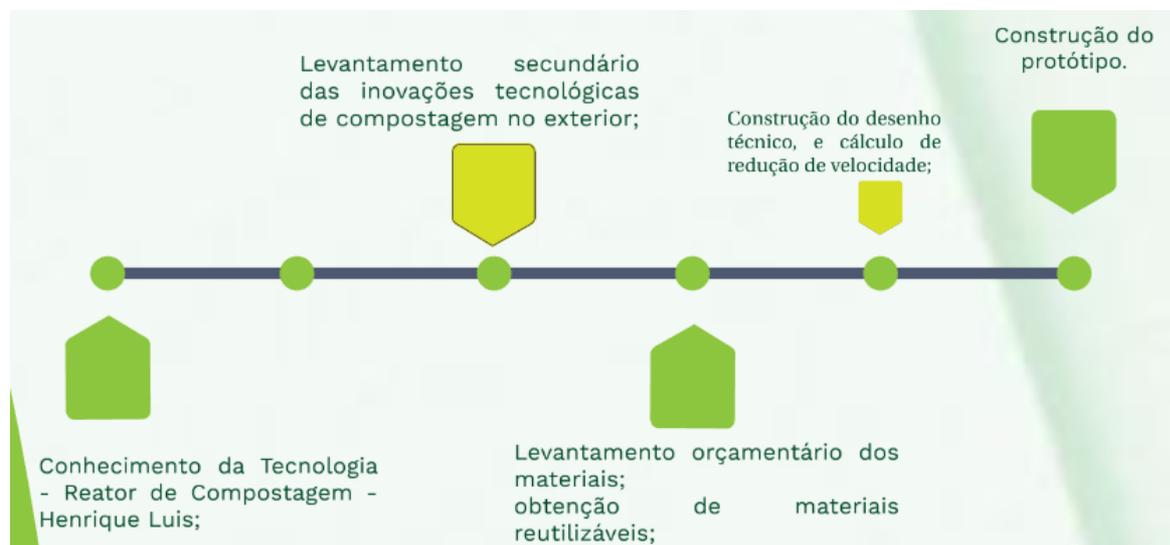
XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

inclinação de 7°.

A metodologia pode ser melhor visualizada de acordo com o fluxograma das atividades na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de Atividades.



Fonte: Autoria própria, 2018.

O projeto de construção partiu das análises levantadas acerca das inovações tecnológicas observadas no reator inglês The Rocket (FOOD WASTE EXPERTS, 2018) conforme as figuras 2 e 3.

Figura 2: Reator The Rocket, inclinado.



Fonte: Food Waste Experts, 2018.

Figura 3: Reator The Rocket, inclinado no campo.



Fonte: Niche Recycling, 2015.

4.1. Construção do protótipo

O primeiro passo para construção do protótipo foi desenvolver no software SketchUp, o desenho técnico, sendo observado na figura 4 o primeiro modelo conceitual. Todavia o desenho teve que ser alterado em função de adequações no projeto e devido as características dos materiais e equipamentos disponíveis no Laboratório de Designer Industrial do SENAC. A nova proposta passou a ter chassi em formato retangular (Figura 5).

Figura 4 – Desenho técnico.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 5 – Desenho técnico – chassi.



Fonte: Aatoria própria, 2018.

O segundo passo foi, respectivamente, serrar o tambor de óleo para a porta alimentadora (Figura 6) e furar o tambor para a fixação do eixo (Figura 7).

Figura 6 – Corte do tambor para fazer a porta de alimentação dos compostos.



Fonte: Aatoria própria, 2018.

Figura 7 – Furação do orifício por onde será passado o eixo do reator.



Fonte: A autoria própria, 2018.

No 3º passo, foi realizado a construção do chassi, com 1,30m de comprimento, 1,00m de altura e 30cm de largura (Figura 8), instalação das bolachas de nylon com rolamento e colocação do eixo de 1,20m(Figura 9)

Figura 8 – Soldagem do chassi de suporte do tambor e do motor.



Fonte: A autoria própria, 2018.

Figura 9 – Tambor com os rolamentos e eixo instalados.



Fonte: Aatoria própria, 2018.

No 4º passo, foram torneadas as 5 polias utilizadas, sendo duas de 12" polegadas e três de 2" polegadas, e posteriormente realizou-se a fixação das rodinhas (Figura 10). Em conjunto foram colocadas as borrachas de perfil em U na porta alimentadora e no tambor, para sua vedação (Figura 11).

Figura 10 – Peças usadas para dar mobilidade ao reator (a) e sistema de redução para uso no motor (b).



Fonte: Aatoria própria, 2018.

Figura 11 – Montagem da vedação da porta do tambor do reator.



Fonte: Autoria própria, 2018.

No 5º passo, foram instaladas as dobradiças, o puxador e o fecho, para exercer leve pressão para a total vedação (Figura 12).

Figura 12 – Montagem da tampa do tambor do reator no corpo do mesmo.



Fonte: Autoria própria, 2018.

No 6º passo, colocação das polias e soldar as pás de cantoneiras no eixo (Figura 13 e 14).

Figura 13 – Instalação das polias no eixo.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 14 – Realização das soldas das pás de cantoneiras no eixo.



Fonte: Autoria própria, 2018.

5. Conceitos de compostagem

De acordo com o ministério do meio ambiente, "Os resíduos orgânicos representam metade dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil e podem ser tratados em várias escalas, desde a escala doméstica, passando pela escala comunitária, institucional (de um grande gerador de resíduos), municipal até a escala industrial, para a produção de fertilizante orgânico."

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) previu, no art. 36, inciso V, a

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

necessidade de implantar, pelos titulares dos serviços públicos, "um sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido".

Em algum momento da agricultura antiga, foi observada a existência de um fenômeno natural de fertilização do solo. A fertilização se inicia, por exemplo, quando uma folha cai no solo e se mistura com fezes de aves ou qualquer outro animal, com outras folhas, frutos, galhos e que, sofrendo a influência das condições climáticas, dá início à decomposição e reciclagem natural da matéria orgânica, dando origem ao processo que atualmente chamamos de compostagem dos resíduos orgânicos (ABREU, 2017).

O processo de compostagem permite um destino ambientalmente adequado aos resíduos orgânicos agrícolas, industriais e domésticos, como restos de alimentos. Esse processo tem como resultado um produto, o composto bioestabilizado, que pode ser utilizado na agricultura desde que atenda aos requisitos da Instrução Normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2005 APUD SILVA, 2010).

O reator de compostagem surge como uma inovação no setor de compostagem, otimizando o tempo de transformação do resíduo em composto orgânico. O reator, é um aperfeiçoamento do que já sabemos sobre compostagem; após o tratamento dos resíduos orgânicos não é necessário transporte para sua disposição, reduzindo a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) e a queima de combustível que seria necessário para transportá-lo.

6. Resultados

Foi possível realizar a construção do protótipo do reator de compostagem (Figura 15) dentro do prazo, porém, não conseguimos obter os dados de funcionamento para os tipos de resíduos orgânico (carne, verdura e carboidrato).

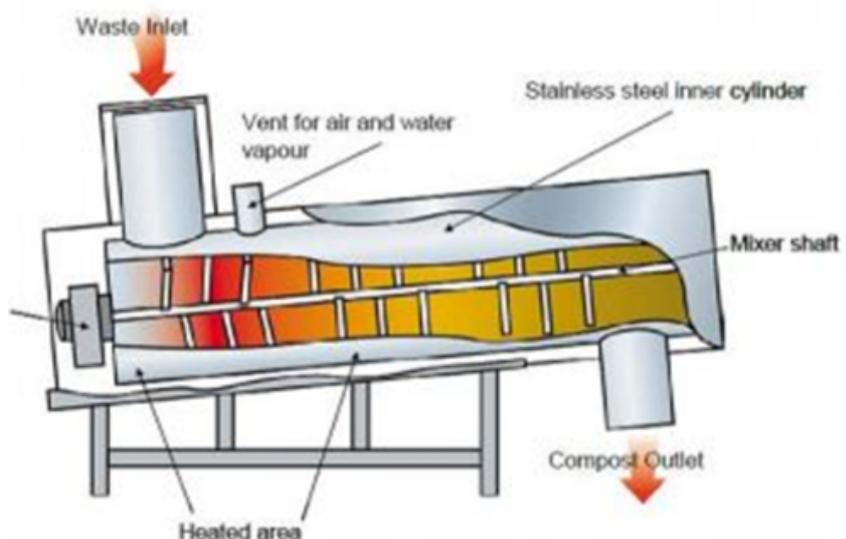
Figura 15 – Protótipo do reator de compostagem.



Fonte: Autoria própria, 2018.

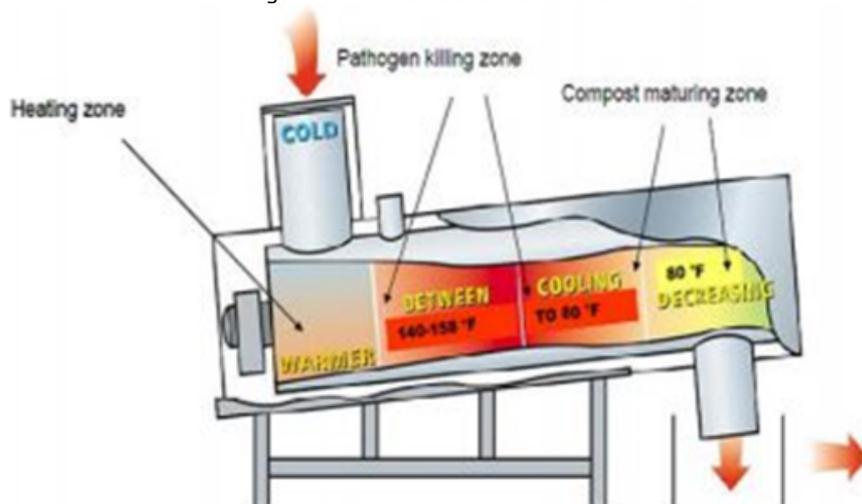
A análise da angulação do Reator pode ser visualizada no estudo apresentado pela Nyché Recycling Inc., que demonstra as fases da compostagem ao longo do Reator Inclinado (figuras 16 e 17).

Figura 16 – The Rocket reator inclinado.



Fonte: Nyché Recycling. Inc, 2015

Figura 17 – The Rocket reator inclinado.



Fonte: Nyché Recycling. Inc, 2015

7. Conclusão

Para atender a necessidade do projeto, construção do protótipo do reator de compostagem foi desenvolvida com visão nas melhorias em seu funcionamento, em relação da tecnologia estabelecida na proposta inicial, com o diferencial da angulação de 7° graus para a aceleração da decomposição dos orgânicos ao produto/adubo resultante. Como o período de tempo foi curto, e tivemos algumas complicações durante o processo, não foi possível obter os resultados do composto orgânico, porém, o reator poderá ser utilizado para futuras pesquisas e obtenção de dados.

8. Referências

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília,DF, agosto de 2010._____. **NBR**

Food Waste Experts. **Food Waste Experts**. Disponível em: <<http://www.foodwastexperts.com/rocket-composter.html>>. Acesso em: 12/09/2018

Food Waste Experts. **Food Waste experts – Solutions**. Disponível em :<<http://www.foodwastexperts.com/rocket-composter.html> >. Acesso em: 12/09/2018

Silva, C.A. - **compostagem como alternativa à disposição final dos resíduos sólidos gerados na ceasa curitiba/pr. 2010** – Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1091&article=411&mode=pdf>>. Acesso em 20 de novembro de 2018.

MMA- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>>. Acesso em 22 de novembro de 2018.

BRASILIA, DF. Marcos José de Abreu. Ministério do Meio Ambiente (Ed.). **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos**: manual de orientação. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Serviço Social do Comércio de Santa Catarina, 2017. 68 p.

MMA. **Compostagem**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2018.

Projeto Executivo do Dimensionamento de uma ETE por meio da Tecnologia UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors)

Upstream Anaerobic Sludge Blanket Reactors Technology (UASB)

Aline Rodrigues Miyake; Bruno Pereira Viana; Carlos Alberto Bernardo; Daniel Tomás Themlitz e Abt; Gabriel Fresneda Andriotti; Júlio Ruchti Sguillaro; Ricardo Augusto Diaz Barreto; Vítor Gonçalves de Oliveira; Wellington Favaro; Wilson Delfim de Moraes Neto; Alexandre Saron.

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

miyake615@gmail.com, brunovianawdg@gmail.com, negrowski23@gmail.com, danielthemlitz@gmail.com, gaandriotti18@gmail.com, juliosguillaro@gmail.com, ric_barreto@hotmail.com, vtorqoncales1@gmail.com, wilson.delfim@hotmail.com, wellinton.favaro@gmail.com, alexandre.saron@sp.senac.br.

Resumo. Atualmente, muito tem se falado em sistemas de reaproveitamento de águas residuárias que, apesar de comumente implantados em instalações industriais, têm se difundido em empreendimentos residenciais e comerciais, garantindo caráter sustentável de seus projetos.

O Reator UASB é uma tecnologia de tratamento biológico de esgotos baseada na decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta de uma zona de digestão, uma zona de sedimentação, e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido.

Este sistema é utilizada tanto em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) quanto em Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, apresentando inúmeras vantagens em relação aos processos aeróbios convencionais.

Dessa forma, esse projeto apresenta a proposta de dimensionamento de uma ETE num determinado Shopping Center na Zona sul de São Paulo, utilizando a tecnologia UASB considerando a adição de um pré-tratamento de gradeamento e pós-tratamento com membranas de microfiltração e cloração para que o efluente possa ser reutilizado de acordo com a norma da ABNT NBR 13.969/97.

Palavras-chave: Tratamento biológico; Reator UASB; processos anaeróbios.

Abstract.

Currently, much has been said about wastewater reutilization systems that, although commonly deployed in industrial facilities, have become widespread in residential and commercial projects, guaranteeing sustainable character of their projects.

The UASB Reactor is a biological sewage treatment technology based on the anaerobic decomposition of organic matter. It consists of an upflow column composed of a digestion zone, a settling zone, and the gas-solid-liquid phase separation device.

This system is used in both the Sewage Treatment Plant (ETE) and the Industrial Effluent Treatment Station, presenting numerous advantages over conventional aerobic processes.

In this way, this project presents the proposal for the design of an ETE in a certain Shopping Center in the South Zone of São Paulo, using UASB technology considering the addition of a pretreatment of grating and post-treatment with membranes of microfiltration and chlorination so that the effluent can be reused in accordance with the standard of ABNT NBR 13.969 / 97.

Keywords: Biological treatment; Reactor UASB; anaerobic processes

Projeto Integrado VIII

Código: BEAS_PI_VIII_G01

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

1. Introdução

Nas últimas décadas o país vem apresentando um déficit evidente no tratamento de esgotos gerados por seus habitantes, que resulta em um meio ambiente hídrico cada vez mais deteriorado, seja para o uso recreacional da população ou, o mais grave, para o abastecimento público e irrigação das plantações que servem de próprio alimento para a população.

Esta realidade é o maior desafio dos administradores e também dos sanitaristas brasileiros, na busca de novas técnicas para suprir esse problema. A PNSB-2000 (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE) mostra que no Brasil, somente 20% dos esgotos são coletados e tratados. Perante este quadro, desenvolveram-se no país diversas técnicas de tratamento de esgotos que vêm sendo estudadas e inovadas com o passar do tempo.

A consciência crescente de que o tratamento de águas residuárias é de vital importância para a saúde pública e para o combate à poluição das águas de superfície, levou à necessidade de se desenvolver sistemas que combinam uma alta eficiência a custos baixos de construção e de operação. E ainda assim, o tratamento dos efluentes deve ser corrigido e aperfeiçoado de tal maneira que o seu uso ou a sua disposição final possam ocorrer de acordo com a legislação ambiental.

Neste trabalho será aprofundado um dos sistemas de tratamento de esgoto domésticos mais comumente utilizado no Brasil, o Reator Anaeróbio de Alta taxa Manta de Lodo (UASB). Comum nas regiões brasileiras de clima tropical, o processo anaeróbio através de reatores de manta de lodo apresenta inúmeras vantagens em relação aos processos aeróbios convencionais, pesando negativamente somente o aspecto da emissão de odores quando alguns parâmetros biológicos não são controlados pela engenharia de projetos.

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho consiste em desenvolver um projeto executivo de um sistema de tratamento de das águas residuárias de um Shopping localizado na zona Sul de São Paulo, que possibilite o reuso do efluente. Para demonstração da tecnologia escolhida, fizemos um protótipo de um reator anaeróbio de fluxo ascendente, comumente conhecido como reator UASB. A partir da criação deste protótipo buscou-se abranger as etapas de construção, implantação e a elaboração do memorial de cálculo.

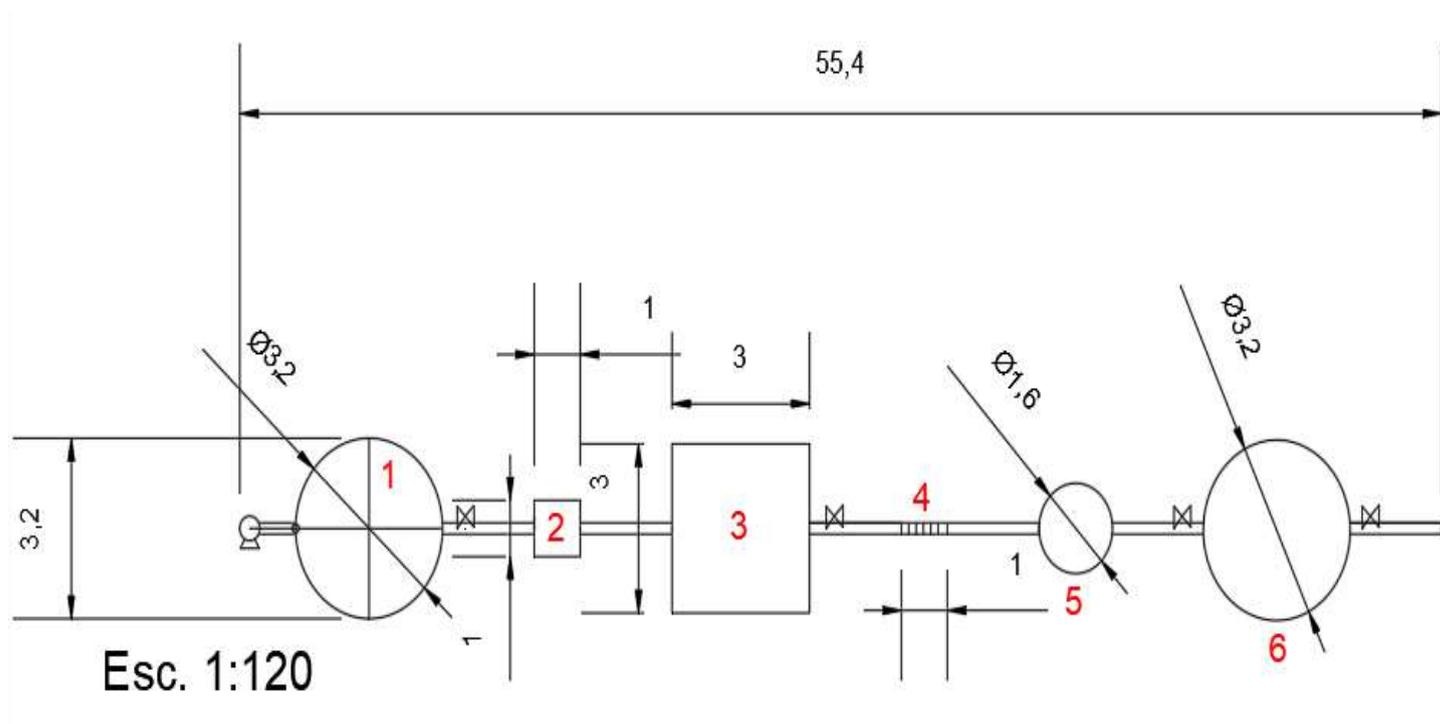
3. Metodologia

Levando em consideração a ideia da construção de um protótipo de um Reator Anaeróbio UASB e sua implantação em um shopping na zona sul da cidade de São Paulo, os principais procedimentos a serem seguidos são de acordo com a norma vigente, sendo delineados os procedimentos técnicos para se projetar o Reator, admitindo como base o manual técnico do Carlos Augusto Chernicharo *et al*, (2007) "Reatores Anaeróbios" e a NBR 13.969/1997 e a NBR 12.209/2011 da projeção de um Reator UASB. Para início do projeto, é preciso considerar algumas informações de projeto, tanto físicas como temporais. Foi relacionado uma sequência de procedimentos necessários para este tipo de projeto para serem utilizados como fatores nos cálculos seguintes.

4. Resultados

O sistema completo compreende:

Fluxograma 1: Processo completo do tratamento



Fonte: Elaborado pelo grupo, AutoCAD, 2018.

Legenda do fluxograma

- 1 - Reservatório inicial
- 2 - Gradeamento
- 3 - Reator UASB
- 4 - Tubulação de membrana
- 5 - Tanque de cloração
- 6 - Reservatório final

Para o dimensionamento foi calculado primeiramente o gradeamento da estação de tratamento de esgoto.

4.1 Gradeamento

O dimensionamento do gradeamento tem como fundamento o cálculo inicial da vazão máxima horária e velocidade máxima horária, levando em conta a máxima ocorrência de fluxo de efluente em uma hora e uma velocidade de 0,4 m/s. Considerando a vazão de 2,55 Litros por segundo, de acordo com a Norma NBR 12208 1992, a configuração de grades para vazões deste porte é a grade ultrafina ou peneira (entre 0,25 a 10 mm de espaçamento), sendo que, foi adotado um espaçamento de 0,25 mm e característica estática.

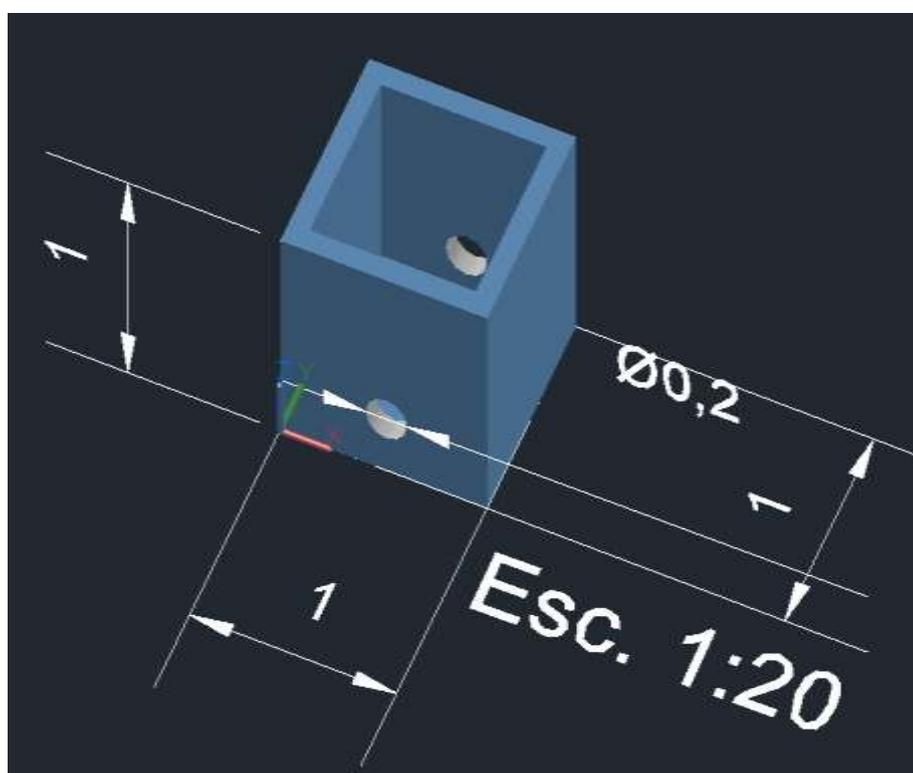
Em relação ao custo, foi realizada uma pesquisa com os melhores custos de empresas que fornecem grade com característica ultrafina ou peneira. Dessa forma, foi calculado uma média de 135 reais. Abaixo, está ilustrado um exemplar da peneira pesquisada.

Figura 1: Exemplo de peneira a ser utilizada na fase gradeamento



Fonte: Cnhaocheng, 2018

Figura 2: Imagem em 3D da caixa do gradeamento



Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018

Abaixo estão apresentadas as dimensões e a eficiência de acordo com o resultado das dimensões adotadas:

Tabela 1: Dimensionamento do sistema de gradeamento

Dimensionamento da Grade		
Fator	Resultado	Unidade
Espaçamento	0,25	mm
Espessura	0,08	mm
Eficiência	75	%

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

A escolha de uma estrutura de gradeamento ultrafina ou peneira justifica-se pelo fato da baixa vazão considerado à outros sistemas muito maiores com vazões maiores. Essa característica de menor espessura e espaçamento proporciona uma maior eficiência na retenção de sólidos grosseiros, considerando uma eficiência de 75%.

4.2 Reator UASB

O reator UASB é um reator biológico, ou seja, depende de micro-organismos para o seu funcionamento. O transporte do esgoto é realizado através de uma região que apresenta elevada concentração de micro-organismos anaeróbios (chega até a 50.000 mg/L), na qual ocorre a digestão do material orgânico. O afluente é criteriosamente distribuído junto ao fundo do reator, de modo que ocorra o contato adequado entre os micro-organismos e o substrato.

Grande quantidade de lodo biológico fica retida no interior do reator, devido às características hidráulicas do escoamento e também da natureza do lodo, o qual apresenta boas características de sedimentação, consequência dos fatores físicos e bioquímicos que estimulam a floculação e a granulação nos reatores anaeróbios.

O UASB tem capacidade de remover a carga orgânica do efluente entre 65 e 75%. Existe na parte superior externa um limitador de vazão que não permite que entre dentro do reator uma vazão que possa desestabilizar o lodo, a fim de equalizar o afluente mantendo os reatores UASB sempre muito estáveis. Na parte superior interna do reator existe um dispositivo denominado separador trifásico, destinado à separação das fases sólido-líquido-gasoso, responsável pelo retorno do lodo e consequente garantia do alto tempo de detenção celular do processo.

A tabela 2 abaixo apresenta os fatores dos cálculos iniciais e os respectivos resultados em relação às informações já mencionadas:

Tabela 2: Fatores dos cálculos iniciais

Cálculos iniciais		
Fator	Resultado	Unidade
Carga afluyente média de DQO (Lo-UASB-DQO)	73,44	kgDQO/d
Tempo de Detenção (22 a 25°C)	8,0	h
Volume total de reatores (V)	40,8	m ³
Números de Reatores (NR)	1	Unidade
Volume de cada Reator (Vr)	40,8	m ³
Altura do reator (H)	4,5	m
Área do reator (Ar)	9,0	m ²
Carga hidráulica volumétrica (CHV)	3,0	m ³ /m ³ *d
Carga orgânica volumétrica (Cv)	1,8	kgDQO/m ³ *d
Velocidades Superficiais (vazão média diária, vazão máxima diária e vazão máxima horária)	0,56	m/h
	0,67	m/h
	1,01	m/h
Sistema de distribuição do esgoto afluyente	2,3	m ²
Números de tubos de distribuição:	4,0	Unidade
Eficiência de remoção de DQO do sistema (E DQO)	65,0	%
Eficiência de remoção de DBO do sistema (E DBO)	70,0	%
Concentrações de DQO e de DBO no efluente final (S UASB-DQO e S UASB-DBO)	210	mgDQO/m ³
	82	mgDQO/m ³
Produção de Metano	12,2	m ³ /d
Produção de Biogás	16,3	m ³ /d

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

Os cálculos apresentados acima são fatores que permitem o dimensionamento físico do reator UASB, possibilitando a construção da estrutura, sendo elas: área, volume, quantidade, altura, além da quantificação de fatores químicos como DBO, DQO, geração de metano e biogás, entre outros que formam o conjunto de resultados preliminares para determinar a eficiência da remoção de orgânicos e outros parâmetros que necessitam atender cada norma específica.

A próxima etapa define-se pelo dimensionamento das aberturas onde passa o efluente em direção ao compartimento de decantação do reator. As quantidades e medidas foram definidas e adotadas de acordo com a necessidade de estruturação do sistema seguindo a regulamentação das dimensões do reator e suas necessidades, considerando como base os métodos de Chernicharo (2007).

4.2.1 Dimensionamento do Reator UASB

Tabela 3: Dimensionamento das passagens até o decantador
Dimensionamento das aberturas (passagens) para o decantador

Adotando-se 1 separador trifásico	Resultado	Unidade
Largura de cada abertura simples (a) (adotado no projeto)	0,55	m
Comprimento de cada abertura simples, ao longo da largura do reator	1,9	m
Comprimento equivalente de aberturas simples, ao longo da largura do reator ($C_{eq\ ab-s-l}$)	3,8	m
Comprimento equivalente de aberturas simples, ao longo do comprimento do reator ($C_{eq\ ab-s-c}$)	6	m
Área total das aberturas (A_{ab})	5,39	m ²

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

Com base na tabela apresentada acima, foi considerado apenas 1 separador trifásico em um único reator e duas aberturas por separador, foi definido 2 separadores ao longo do comprimento do reator e 2 separadores ao longo da largura do reator, ou seja, um separador para cada lado, ressaltando que não há aberturas duplas por haver apenas um reator.

A partir da determinação da quantidade de aberturas, a adoção do resultado da largura de cada abertura simples, o cálculo do comprimento equivalente das aberturas simples ao longo da largura e do comprimento do reator proporcionaram o valor total de área de 5,39 m².

A tabela abaixo ilustra a comparação dos resultados de verificação das velocidades obtidos em relação ao padrão que deve ser atendido:

Tabela 4: Verificação das velocidades através das aberturas

Verificação das velocidades através das aberturas (v ab)			
Velocidade para:	Resultado	Padrão	Unidade
Vazão média diária	0,9	$\leq 2,5$	m/h
Vazão máxima diária	1,1	$\leq 4,0$	m/h
Vazão máxima horária	1,7	$\leq 5,5$	m/h

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

De acordo com os padrões das normas mencionadas anteriormente, todas as velocidades em relação às aberturas para os decantadores atendem aos padrões exigidos para a estrutura projetada como pode ser visto acima.

A etapa seguinte caracteriza-se pelo dimensionamento da área superficial do compartimento de decantação, onde o efluente irá se depositar após a entrada nas aberturas apresentadas acima. A importância do dimensionamento desta etapa define-se pela estruturação do compartimento que retém o efluente na área superficial para o processo da decantação e o dimensionamento do coletor de gás em função da quantidade gerada pelo sistema.

A tabela abaixo apresenta os fatores contribuintes para o dimensionamento e os respectivos resultados:

Tabela 4: Determinação da área superficial do compartimento de decantação

Determinação da área superficial do compartimento de decantação		
Fator	Resultado	Unidade
Número de compartimentos de decantação (N dec)	1	Unidade
Número de coletores de gás	1	Unidade
Comprimento do decantador (C dec)	3	m
Largura do coletor de gás, junto à interface líquido-gás (L i)	0,31	m
Espessura dos compartimentos (típica)	0,02	m
Largura externa de cada coletor de gás (Lg)	0,35	m
Largura útil de cada compartimento de decantação (L dec)	2,70	m
Área total do decantador (At dec)	8,00	m ²

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

A tabela abaixo ilustra a comparação dos resultados obtidos em relação ao padrão que deve ser atendido em relação as aplicações superficiais nos decantadores:

Tabela 5: Verificação das taxas de aplicações superficiais nos decantadores

Verificação das taxas de aplicações superficiais nos decantadores (qs-dec)			
Velocidade	Resultado	Padrão	Unidade
Vazão média diária	0,6	$\leq 0,8$	m/h
Vazão máxima diária	0,8	$\leq 1,2$	m/h
Vazão máxima horária	1,1	$\leq 1,5$	m/h

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

De acordo com os padrões das normas mencionadas anteriormente, todas as velocidades em relação à área superficial do compartimento de decantação atendem aos padrões exigidos para a estrutura projetada.

A etapa seguinte caracteriza-se pelo dimensionamento do volume do compartimento de decantação, onde o efluente irá se depositar após a entrada superfície do decantador. A importância do dimensionamento desta etapa define - se pela estruturação do compartimento que retém o efluente para o processo da decantação. A tabela abaixo apresenta o resultado do dimensionamento do volume do compartimento de decantação:

Tabela 06: Determinação do volume do compartimento de decantação

Determinação do volume do compartimento de decantação		
Fator	Resultado	Unidade
Altura da aba inclinada do compartimento de decantação (h1)	1,6	m
Largura da aba inclinada do compartimento de decantação (L aba)	0,77	m
Altura da aba vertical do compartimento de decantação (h2)	0,4	m
Área triangular, compreendida entre as paredes inclinadas do decantador (A dec1)	0,62	m ²
Área retangular, compreendida entre as áreas triangulares (A dec2)	1,76	m ²
Área retangular, compreendida entre as paredes verticais do decantador (A dec3)	1,06	m ²

Área total, ao longo da profundidade do decantador (A dec)	4,1	m ²
Volume total do decantador (V dec)	12,2	m ³
Inclinação da aba do compartimento de decantação, em relação à horizontal ($\alpha = \text{tg}$)	66	o

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

A tabela abaixo ilustra a comparação dos resultados obtidos em relação ao padrão que deve ser atendido em relação a detenção hidráulica nos decantadores:

Tabela 07: Tempos de detenção hidráulica nos decantadores

Verificação dos tempos de detenção hidráulica nos decantadores (t dec)			
TDH	Resultado	Padrão	Unidade
Vazão média diária	2,4	$\geq 1,5$	h
Vazão máxima diária	2,0	$\geq 1,0$	h
Vazão máxima horária	1,3	$> 0,6$	h

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

De acordo com os padrões das normas mencionadas anteriormente, todas as velocidades em relação ao volume do compartimento de decantação atendem aos padrões exigidos para a estrutura projetada.

A etapa seguinte é caracterizada pelo dimensionamento do coletor de gases, onde está determinada a evacuação dos gases gerados no interior do reator. As medidas do coletor levaram em consideração a quantidade em relação ao tempo do fluxo dos gases metano e dióxido de carbono que passam pela abertura do coletor.

A tabela abaixo apresenta o resultado de cada fator do dimensionamento do coletor de gases:

Tabela 08: Dimensionamento do coletor de gases

Dimensionamento do coletor de gases		
Fator	Resultado	Unidade
Número de coletores de gases	1	Unidade
Comprimento de cada coletor (Cg)	0,4	m
Largura do coletor, junto à interface líquido-gás (Li)	0,4	m

Área total de coletores de gases, junto à interface líquido-gás (Ai)	0,16	m ²
--	------	----------------

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

Levando em consideração a ideia de admitir medidas que se relacionem ao porte da estrutura do UASB, foi considerado apenas 1 coletor para se encarregar dos gases provindos da separação do processo anterior na estrutura do separador trifásico. Dessa forma, o comprimento e largura de 0,4 ambos, possibilitando a regularidade no padrão de verificação da taxa de liberação de biogás no coletor.

A tabela abaixo apresenta o resultado da vazão de biogás, comparando com o padrão exigido pela norma já mencionada no projeto:

Tabela 09: Taxa de liberação de biogás no coletor

Verificação da taxa de liberação de biogás no coletor			
Taxa de liberação de biogás	Resultado	Padrão	Unidade
Vazão de biogás	4,3	mínimo de 1,0 à máximo de 3 à 5	m ³ gás/m ² .h

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

De acordo com os padrões das normas, a vazão de biogás atende ao padrão exigidos para a estrutura projetada. A tabela abaixo apresenta os resultados em relação a avaliação da produção de lodo, comportando os fatores produção de sólidos no sistema e produção volumétrica de lodo:

Tabela 10: Produção de lodo

Avaliação da produção de lodo		
Fator	Resultado	Unidade
Produção de sólidos no sistema	13,2	kgSST/d
Produção volumétrica de lodo	1,8	m ³ /d

Elaborado pelo grupo, 2018.

Os resultados obtidos na avaliação da produção de lodo são quantificações esperadas em relação a geração dos sólidos e lodo no sistema.

Abaixo estão apresentados os resultados dos fatores relacionados ao dimensionamento dos leitos de secagem:

Tabela 11: Dimensionamento dos leitos de secagem

Dimensionamento dos leitos de secagem		
Fator	Resultado	Unidade
Massa de lodo retirada do reator	264,38	kgSST
Volume de lodo retirado do reator	36	m ³
Taxa de aplicação de sólidos nos leitos (T leito)	10	kgSST/m ²
Área necessária de leitos de secagem (A leito)	26,44	m ²
Geometria da célula de secagem	1 célula de 2,6 m x 10,0 m	Unidade
Altura da lâmina de lodo, após a carga nos leitos (H lodo)	1,36	m

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

O resultado de cada fator que constitui o dimensionamento do leito de secagem leva em consideração a quantidade gerada de massa e o volume gerados no reator, admitindo uma área que comporte a quantidade gerada. Considerando a área total de 26,44 m², foi dimensionada 1 célula de secagem com as medidas de 2,6 metros de largura por 10,0 metros de comprimento, sendo uma medida ideal para a secagem.

A tabela abaixo é uma compilação dos principais resultados de verificação de velocidade, tempo de detenção hidráulica e taxa de liberação de biogás de cada compartimento dimensionado em relação a vazão média diária.

Tabela 12: Verificação de velocidade, Taxa de Detenção Hidráulica e Taxa de liberação de biogás

Velocidades para vazão média diária	Resultado	Padrão	Unidade
Através das aberturas para o decantador	0,9	≤ 2,5	m/h
Taxa de aplicações superficiais nos decantadores	0,6	≤ 0,8	m/h
Tempo de detenção hidráulica (TDH) para vazão média diária	Resultado	Padrão	Unidade
TDH nos decantadores	2,4	≥ 1,5	h
Taxa de liberação de biogás no coletor para vazão média diária	Resultado	Padrão	Unidade
Taxa de liberação de biogás		Mínimo de 1,0 à	m ³

	4,3	máximo de 3 à 5	gás/m ² .h
--	-----	--------------------	-----------------------

Fonte: Elaborado pelo Grupo, 2018

4.2.2 Desenvolvimento do Protótipo

No intuito de tornar o dimensionamento do projeto num aspecto mais tangível, foi desenvolvido um protótipo em escala de bancada, considerando uma redução de 10 vezes em relação ao tamanho original do projeto em escala real.

Foi desenvolvido apenas o Reator de manta de lodo, a fim de, demonstrar de forma prática como o sistema funciona e como o efluente se comporta desde o início até o final do processo. Contudo, na intenção de preservar a saúde das pessoas em contato com o sistema dos agentes patogênicos presente no efluente foi utilizado um esgoto artificial desenvolvido pelo grupo para simular um efluente real.

A estrutura responsável por transportar o efluente artificial para o reator conta com uma bomba elevatória hidráulica do porte do protótipo, ligações de mangueiras transparentes, braçadeiras e silicone líquido para evitar um possível vazamento. O reservatório possui volume de 10 litros para conter o efluente e auxiliar no controle de entrada e saída do efluente. Deve ser considerado que o reservatório foi alocado a uma altura acima do nível superior do reator e registros para auxiliar o controle de vazão.

O reator foi construído inteiramente de vidro, para que seja possível a visualização de todos os processos que ocorrem no interior da estrutura. As médias consideraram todas as relações já calculadas para o projeto real, com todos os padrões de tamanho, ângulo e vazões necessárias para manter ativo o sistema microbiano do sistema.

Figura 3: Estrutura do protótipo do reator UASB feito do material vidro



Fonte: autor, 2018.

O protótipo foi concebido com uma bombona de 300 litros, que continha o esgoto sintético, a qual o mesmo era levado para um tanque de 10 litros a partir de uma bomba hidráulica com capacidade de vazão máxima de 1 litro por minuto, a qual abastecia o reator UASB, como pode ser vistos nas figuras 4 e 5 e a vazão é regulada através de uma saída em formato de "T".

Figura 4: Bomba Hidráulica



Figura 5: Bombeamento para reservatório



Fonte: autor, 2018.

Após regulada a vazão, o efluente é encaminhado para a parte de baixo do reator UASB e através da sua força hidráulica do próprio efluente e de seu tempo de detenção hidráulica de 8 horas, este efluente é tratado. As figuras abaixo ilustram a estrutura em "T" e o efluente sendo conduzido para o orifício de entrada do reator:

Figura 6 e 7: Ligamento em "T"; Transporte do efluente para o UASB



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 8: Ligação completo do "T" com o reator UASB



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Como pode ser visto na imagem abaixo o reator UASB possui uma biomódia, localizada abaixo, do defletor de gás, para que as bactérias se fixem e estabeleçam estruturas no intuito de formar com maior eficiência a manta de lodo.

Figura 9: Ilustração das biomódias para a formação da manta de lodo



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

4.2.3 Análises Laboratoriais

Para o melhor entendimento da eficiência do Reator UASB e entender se seus principais fatores de eficiência, foi feito os testes de DQO, DBO e Teor de Carbono, para fazer uma relação de quanto de matéria orgânica foi consumida pelas bactérias anaeróbicas.

4.2.3.1 Teste DQO

A princípio este teste avalia a quantidade de compostos orgânicos no efluente, através de reagentes químicos oxidam a matéria orgânica. Portanto foi feito estes testes tanto no efluente bruto e no efluente tratado para indicar o quanto as bactérias anaeróbicas consumiram de compostos orgânicos.

Como pode ser visto na tabela 19 e 20, houve uma variação da DQO do efluente inicial para o final de 2850 mg/L para 1190 mg/L, com uma eficiência média de 58,24%.

Tabela 13: Teste de DQO do Efluente Bruto

	Amostra 1 (mg/L)	Amostra 2 (mg/L)	Média (mg/L)
Análise de DQO	2560,0	3140,0	2850

Fonte: Elaborado pelo grupo, (2018).

Tabela 14: Teste de DQO do Efluente Tratado

	Amostra 1 (mg/L)	Amostra 2 (mg/L)	Média (mg/L)
Análise de DQO	950	1430	1190

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

4.4 Pós-Tratamento - Membrana (Microfiltração)

O processo de separação por membrana adotado é o de microfiltração, caracterizado pela utilização de membranas semipermeáveis para separação de contaminantes do efluente, possibilitando a separação de sólidos em suspensão, inclusive colóides, e bactérias.

A separação por membrana pelo método de microfiltração é uma técnica eficiente pois pode ser comparada a utilização de um processo convencional que utiliza coagulação, floculação, filtração e desinfecção para a remoção de turbidez, sólidos suspensos e contaminantes microbiológicos. A microfiltração, comparada à outros métodos, comporta maior fluxo de efluente do que os demais, obtendo valores máximos situados na faixa de de 50 a 70 L/h.m².

Tabela 15: Caracterização dos processos de separação por membrana de microfiltração

Caracterização dos processos de separação por membrana de microfiltração		
Fator	Resultado	Unidade
Pressão	0,3 a 1,7	bar
Diâmetro dos poros	0,1 a 3,0	µm
Constituinte	Polipropileno	-

Fonte: Elaborado pelo Grupo, 2018

A utilização da membrana inorgânica (Polipropileno) foi adotada por apresentar maior estabilidade química e térmica em comparação aos demais compostos. A membrana utilizada para o tratamento do efluente tem característica tubular, com diâmetro dos poros equivalente a 0,2 micrometros. Os módulos são projetados para atender os seguintes objetivos:

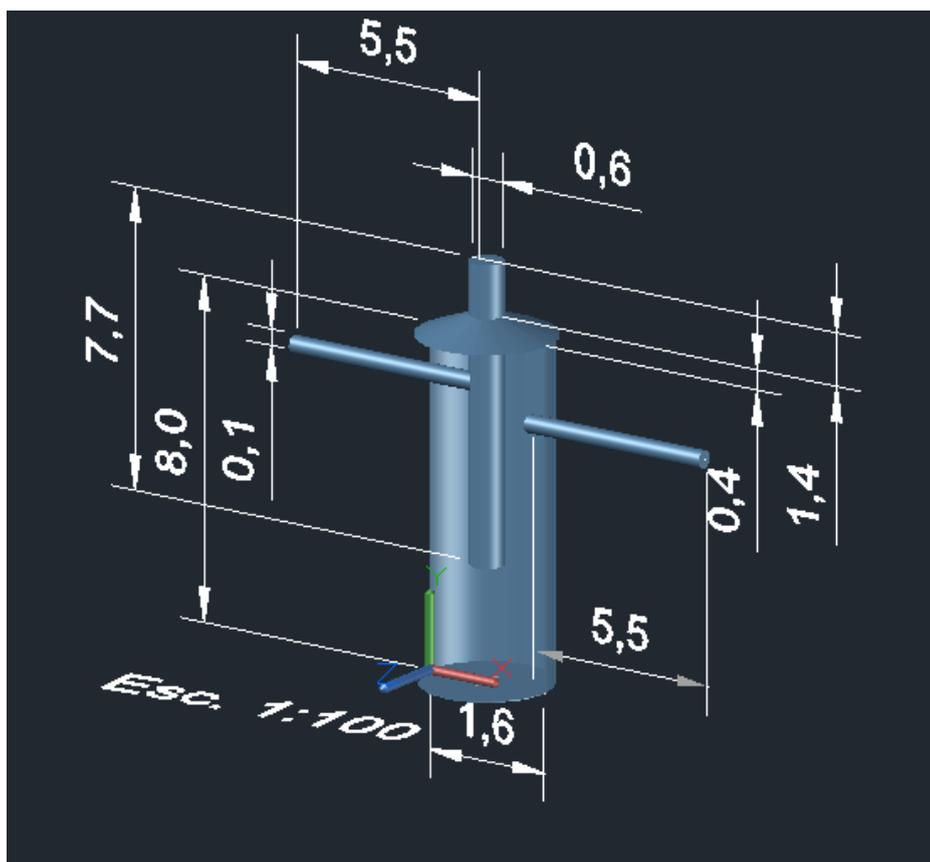
- Assegurar uma vazão de circulação do fluido a ser tratado para limitar o fenômeno de polarização de concentração;
- Ser uma estrutura compacta, fornecendo a máxima superfície por unidade de volume;
- Evitar qualquer vazamento entre os compartimentos de alimentação e permeado.

4.5 Cloração

O modelo de Cloração para o pós-tratamento de efluente se dá em um processo a qual o efluente entra em um tanque, que contém pastilhas de cloro a qual conforme o efluente passa, este vai liberando o cloro, para o processo de desinfecção.

A Norma da ABNT 13969/1997 define alguns parâmetros do dimensionamento do tanque de cloração, como por exemplo, o fato de ser um cilindro, conforme a figura 10, com um volume de 16 m³, possuir 3,2 m de diâmetro e uma altura de 8 m, sendo este para atender a vazão média de 122,4 m³/dia. Na figura abaixo está especificado como deve ser a entrada do afluente e a saída do efluente.

Figura 10: Dimensionamento do tanque de cloração



Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

5. Análise de Custo

Foram desenvolvidos os cálculos do custo na qual são definidas nas tabelas a seguir:

Tabela 20: Valores dos materiais

Pré -Tratamento			
Material	Valor unitário(R\$)	quantidade	Valor total (R\$)
Grade	135,00	1 unidade	135,00
Caixa (Fibra de Vidro)	11,50 (cada m ²)	5 m ²	58,00
Total			193,00

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

Tabela 21: Valor dos materiais

Reator UASB			
Material	Valor unitário(R\$)	quantidade	Valor total (R\$)
Concreto m ³	22,00	400	8 694,00
Aço kg	2 390,85	8	19 126,80
Formas m ²	124,00	180	22 356,00
Total			80 282,80

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

Tabela 22: Valor dos materiais

Pós -Tratamento			
Material	Valor unitário(R\$)	quantidade	Valor total (R\$)
Membrana Microfiltração	1723,00	1	1723,00
Tanque de cloração	508,50	1	508,50
Dosador de cloro	266,25	1	266,25
Pastilhas de Cloro (200g)	120,40	1	120,40

Total	2 618,15
--------------	-----------------

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

Tabela 23: Valor dos materiais

Outras estruturas			
Material	Valor unitário(R)	Quantidade	Valor total (R\$)
Reservatório (fibra de vidro)	11,50 (Cada m ²)	2 unidades	3 651,00
Bomba hidráulica (220v)	626,00	1 Unidade	626,00
Tubulações	47,50 (Cada 1 m)	47 unidades	2 251,00
Total			6 528,00

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

O tempo de retorno do investimento está descrita conforme a tabela abaixo:

Tabela 20: Relação de tempo de retorno do capital investido

Tempo de retorno econômico	
Valor Total do sistema completo (R\$)	89 621,95
Valor gasto para tratar o efluente anual	52 434,36
Tempo de retorno do capital investido	623,9 dias ou 1,71 anos

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

6. Análise de Viabilidade

A análise de viabilidade levou-se em conta três aspectos e são eles:

Tabela 21: Relação de viabilidade geral

Viabilidade do sistema proposto (Estação de tratamento anaeróbico UASB)	
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de R\$ 52 434,36 (anual) gastos pelo shopping
Social	<ul style="list-style-type: none"> • odor (podendo ser evitado a partir da operação adequada do sistema)

Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de água
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Intervalo de limpeza extenso • Fácil operação técnica

Fonte: Elaborado pelo grupo (2018).

7. Conclusão

Este projeto desenvolveu um sistema de tratamento anaeróbico para o efluente de um shopping localizado na zona sul da cidade de São Paulo. As dimensões de todas as etapas e compartimentos foram calculadas e adotadas de forma a proporcionar a adequação das verificações em relação à velocidade, tempo de detenção hidráulica e taxas de liberação de gases.

Com base no protótipo realizado, os resultados obtidos em fase de testes foram bastante promissores, obteve-se um bom funcionamento e demonstrando que o dimensionamento encontra-se nas adequações especificadas no relatório, credibilizando a construção da estrutura em escala real. Deve ser levado em consideração que seria necessário um tempo mínimo maior para coletar amostras e observação do funcionamento do sistema, a fim de averiguar possíveis inconformidades e mitigá-las, sem o comprometimento do mesmo.

Considerando os resultados obtidos, além dos dados de literatura, o sistema pode ser implantado no shopping, atendendo os requisitos estabelecidos na metodologia.

8. Referências

ABNT. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Setembro de 1993.

NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário Projeto e execução**. Setembro de 1999.

BARBOSA, R.A. **Tratamento Anaeróbico de Esgoto Sanitário em Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente com Leito de Lodo**. Tese de M. Sc., Rio de Janeiro: UFRJ, 1988.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário**. NBR nº 12.208 Novembro de 2011, ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário**. NBR nº 12.208 Novembro de 2011, ABNT.

BRITO, L. H. N. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; VON SPERLING, M.; BARCELLOS, F. N. M. **Otimização de um reator UASB compartimentado aplicado ao tratamento de esgotos tipicamente domésticos**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: ABES, 2001.

BRITO, L. H. N. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; VON SPERLING, M.; BARCELLOS, F. N. M. **Otimização de um reator UASB compartimentado aplicado ao tratamento de esgotos tipicamente domésticos**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: ABES, 2001.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: reatores anaeróbios**. Vol. 5. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Editora SEGRAC, 2005, 906 pp. Disponível em: <<http://www.fibratec.com.br/solucoes-para-sustentabilidade/caixa-de-cloracao>>. Acesso em: 20/10/2018.

CICHINELLI, Gisele. **Reúso de água: soluções não potáveis**. Técnica: Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, v.16, n.133, p. 54-57, abr. 2008.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: reatores anaeróbios**. Vol. 5. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Editora SEGRAC, 2005, 906 pp. Disponível em: <<http://www.fibratec.com.br/solucoes-para-sustentabilidade/caixa-de-cloracao>>. Acesso em: 20/10/2018.

LAUTENSCHLAGER, R. S. et al. **Modelação matemática e otimização operacional de processos de membrana de ultrafiltração**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 2, p. 215-222, 2009.

NUNES, C. F.; NUNES, C. F.; COSTA, H. S. **Concepção, construção e partida de um reator anaeróbio do tipo manta de lodo convencional em escala de laboratório**. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG. Rio de Janeiro: ABES, 2007.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

Projeto Executivo – Dimensionamento de um MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor).

Executive Project - Sizing of a Moving Bed Biofilm Reactor.

Ana Carla Almeida Pessoa, André Barcellos Penha, Gabrielle Segatti Soares Almeida, Lívia Santos Dorigo, Luis Eduardo de Barros Gagliardi, Marcella Reginna Gonçalves Godoy Nery, Natália de Almeida Mendes, Raíssa Almeida Silva, Tiago Alves Sabino, Victoria Sayuri Ishibaru da Silva, Alexandre Saron

Centro Universitário SENAC – CAS

Departamento de Ciências Exatas - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

anacarla.pessoal@gmail.com, andreexpenha@gmail.com, gsegatti95@gmail.com, livia.dorigo@hotmail.com, luis.eduardo.gagliardi@gmail.com, marcellarggnery@gmail.com, nataliadamendes@gmail.com, raissa.almeida.raissa@gmail.com, tiagoalvesabino@gmail.com, vicksayuri@hotmail.com, alexandre.saron@sp.senac.br

Resumo. O presente trabalho tem por finalidade desenvolver um projeto básico e executivo de um sistema de tratamento de efluentes para um shopping, localizado em São Paulo no bairro Vila Olímpia. O tratamento selecionado para o caso foi o *Moving Bed Biofilm Reactor* (Reator Biológico de Leito Móvel), que utiliza biomédias a fim de aderir biofilme de bactérias aeróbias para a degradação de matéria orgânica e remoção de nutrientes. O projeto teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo da tecnologia supracitada, em escala de bancada, com o intuito de verificar sua eficiência. Os cálculos utilizados foram baseados na bibliografia de Eduardo Pacheco Jordão, *Tratamento de Esgotos Domésticos*. Os materiais utilizados foram vidro, materiais hidráulicos, biomédias e efluente sintético. Em relação ao protótipo, construiu-se o tanque de aeração e o decantador secundário, com volumes de 10 e 27 litros, respectivamente; foram inseridas biomédias referentes a 50% do volume do tanque de aeração. As análises de eficiência utilizando o efluente sintético ainda não foram concluídas.

Palavras-chave: Água de reúso, Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), estação de tratamento.

Abstract. The present work aims to develop a basic and executive project of an effluent treatment system for shopping mall, located in São Paulo in the Vila Olímpia neighborhood. The treatment selected for this case was the Moving Bed Biofilm Reactor (Biological Reactor of Mobile Bed), which uses biomedias in order to adhere biofilm of aerobic bacteria to the degradation of organic matter and nutrient removal. The objective of the project was the development of a prototype of the aforementioned technology, in bench scale, in order to verify its efficiency. The calculations used were based on the bibliography of Eduardo Pacheco Jordão, *Tratamento de Esgotos Domésticos*. The materials used were glass, hydraulic materials, biomedias and synthetic effluent. In relation to the prototype, the aeration tank and the secondary settler were built, with volumes of 10 and 27 liters, respectively; 50% of the volume of the aeration tank was inserted. Efficiency analysis using synthetic effluent have not yet been completed.

Key words: Reusing water, Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), treatment station.

Projeto Integrado VIII

Código: BEAS_PI_VIII_G02

1. Introdução

O progressivo interesse global pela melhoria do consumo de recursos naturais é evidente, com predisposição voltada ao desenvolvimento sustentável – um modelo de desenvolvimento que relacione os fatores ambientais, econômicos e sociais (KATES et al., 2016). Com relação a exploração de recursos hídricos, há uma relevância acerca da importância de desenvolver uma gestão sustentável da água, nos centros urbanos e no meio rural (BALASSIANO, 2018). A água de reúso se mostra como solução ainda iniciante no Brasil, entretanto com considerável potencial de impacto positivo.

Alguns empreendimentos devem tratar seus efluentes no próprio local, por exigência ambiental, como indústrias, shopping centers, edifícios corporativos, condomínios de edifícios multifamiliares e outros similares de grande porte (BALASSIANO, 2018). Neste caso, o reúso se revela como estratégia sustentável a longo prazo garantindo autonomia hídrica, principalmente em situações de escassez hídrica. Esta atividade estimula mudanças significativas para o cenário do tratamento de efluentes e esgotos, de tratamento e disposição para reúso e recuperação de recursos (WWAP, 2017).

O processo de tratamento de esgotos sanitários com o uso de reatores de biofilme de leito móvel (MBBR) se baseia na utilização de biofilmes para a degradação de matéria orgânica e remoção de nutrientes. Isso ocorre através da superfície oferecida por suportes plásticos móveis introduzidos nos reatores biológicos. Essa tecnologia permite o tratamento de efluentes com altas cargas, industriais ou domésticas, em plantas relativamente reduzidas. Sua utilização pode ser numa configuração híbrida com um sistema de lodos ativados, em que há recirculação dos sólidos (ODEGAARD et al. 1993), combinando, então, as vantagens dos sistemas de lodos ativados (biomassa em suspensão) e de sistemas com biofilme (biomassa aderida). Essa configuração é usualmente denominada IFAS (*Integrated Fixed-Film Activated Sludge*).

O presente projeto tem o intuito de dimensionar uma estação de tratamento de esgoto para um shopping center localizado na Zona Sul de São Paulo, de acordo com os dados coletados no projeto básico e dados secundários da NBR e da ABNT. Fazem parte deste documento, o dimensionamento do tratamento primário (gradeamento e caixa de areia); a implantação do tratamento por MBBR; a tecnologia adequada para a etapa terciária e a desinfecção da água para potencializar o reúso da mesma.

2. Fundamentação Teórica

Para melhor embasamento sobre os aspectos teóricos desenvolvidos durante este projeto, a fundamentação teórica se faz necessária para orientação de métodos do trabalho.

Especificamente para este projeto, os temas abordados serão referentes a água de reúso, tipos de tratamento de água como UASB e MBBR, suas etapas e seus instrumentos.

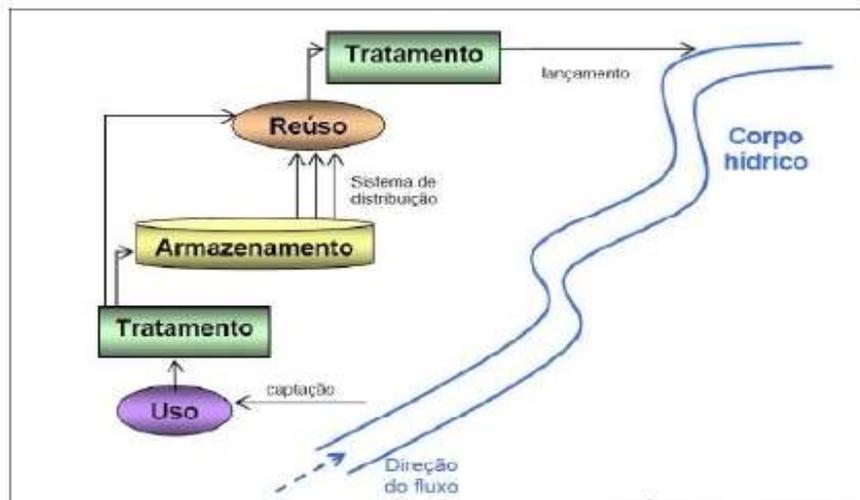
Água de Reúso

A água, apesar de ser um recurso renovável, possui um ciclo com tempo próprio que não está alinhado à crescente demanda da mesma e o aquecimento global tem intensificado este problema, vide recente caso da crise hídrica em São Paulo que iniciou em 2014.

Como alternativa para amenizar esta situação tem-se, o reúso da água que tanto para fins nobres, ou seja, abastecimento público, quanto para fins menos nobres, além de trazer maior segurança a indústria e ao comércio, pois segundo a Lei Federal 9.433, artigo 1º, inciso III, em situações de escassez, o uso prioritário é destinado a consumo humano e dessedentação dos animais.

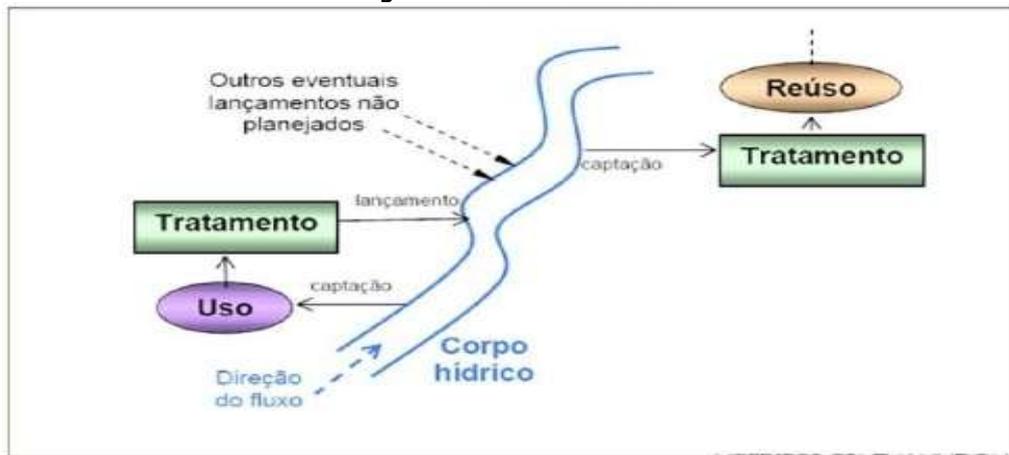
Segundo MANCUSO e SANTOS (2003), reúso de água é a utilização de uma mesma água por duas ou mais vezes para usos semelhantes ou distintos, podendo ser planejados ou não planejados de uso direto (figura 01) ou indireto (figura 02), que se diferenciam quanto ao descarte ou não do efluente em um corpo hídrico, ou seja, no caso do indireto o efluente é descartado em um corpo hídrico que terá captação a jusante, já no do uso direto há o encaminhamento do efluente tratado para local de reúso sem intermediários provenientes da natureza.

Figura 01: Reúso Direto



Fonte: Oliveira (2010)

Figura 02: Reúso Indireto



Fonte: Oliveira (2010)

Existem, ainda, duas grandes classificações de reúso de água de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), o reúso potável e o não potável, sendo o segundo destinado principalmente a 4 diferentes usos: Agrícola, quando para regar plantas diferentes de hortaliças e frutas de ramos rastejantes, como especificado por TELLES e COSTA (2007); Urbano, como a irrigação de áreas verdes; Industrial, para alimentação de caldeiras e sistema de resfriamento; E para recreação, além de a água de reúso pode ser aplicada, também a recarga de aquíferos e a aqüicultura, como explicitado na figura 03.

Figura 03: Principais tipos de reuso



Fonte: Hespanhol (2008)

Tratamento Primário

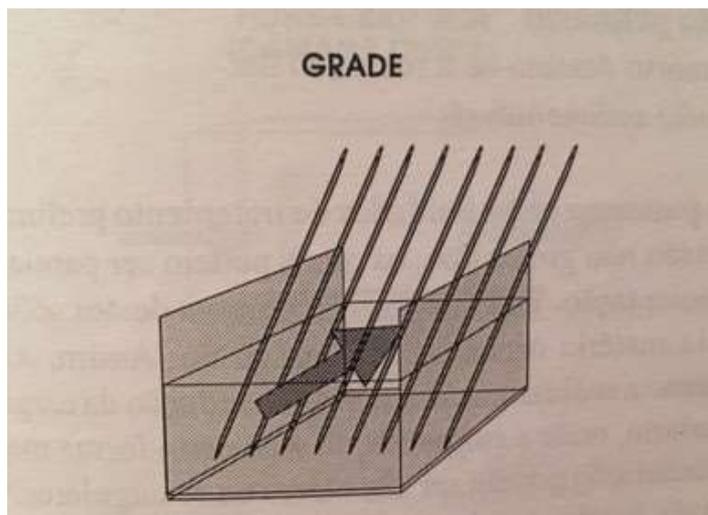
O tratamento primário, é o primeiro no processo de tratamento de água e destina-se principalmente à remoção de sólidos grosseiros e areia, possuindo mecanismos básicos de remoção de ordem física, como peneiramento e sedimentação (VON SPERLING, 1996).

Esta fase primária é constituída por duas unidades, sendo elas: gradeamento e desarenação.

Gradeamento

Formado por barras metálicas paralelas e de espaçamento igual, dispostas perpendicularmente ou inclinadas, podendo ser grades grossas, médias ou finas, dependendo do espaço livre entre as barras (figura 04), o gradeamento retém os sólidos grosseiros com dimensões maiores do que o espaçamento entre elas, e a remoção do material sólido retido pode ser mecanizada ou manual, sendo-os posteriormente encaminhados para aterros sanitários.

Suas principais finalidades são: proteção de corpos receptores, proteção de unidades de tratamento subseqüentes e a proteção de dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações) (VON SPERLING, 1996).

Figura 04: Gradeamento

Fonte: Von Sperling (1996)

Para aplicação neste projeto, o gradeamento adotado será o mecanizado, processo no qual, diferentemente do gradeamento manual, a remoção dos sólidos é feita de maneira automatizada.

Tratamento Secundário

No tratamento secundário predominam-se mecanismos biológicos que objetivam a remoção de sólidos não sedimentáveis, DBO em suspensão fina, DBO solúvel, e parcialmente nutrientes e patogênicos (VON SPERLING, 1996).

Composto basicamente por duas principais partes, sendo elas: um reator onde ocorrerá o tratamento do efluente por, usualmente, bactérias, podendo este ser um processo aeróbio ou anaeróbio; e um decantador onde, por gravidade, o sólido (lodo) e o líquido irão se separar.

Segundo Von Sperling, a eficiência de remoção DBO e coliformes deste processo é de 60 a 99% e de nutrientes de 10% a 50%, podendo ser superior caso haja alguma etapa de remoção específica.

Reator Biológico com leito Móvel (MBBR)

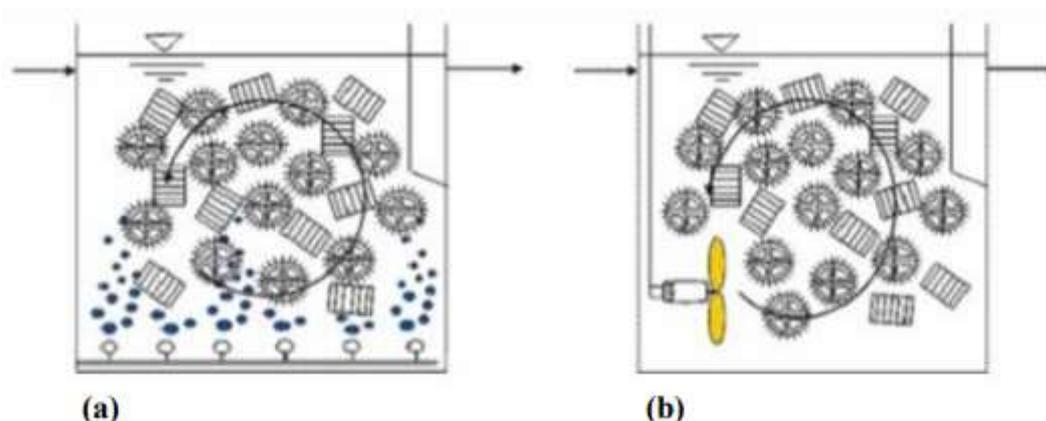
O tratamento MBBR (Reator Biológico de Leito Móvel - *Moving Bed Biofilm Reator*) é um processo biológico, que foi desenvolvido com base no sistema de lodos ativados (Kermani, 2008). Pode ser implementado em estações de tratamento já existentes, sendo muitas vezes utilizado para melhorar o desempenho desses processos. Consiste numa tecnologia baseada na combinação de biomassa em suspensão e biomassa aderida (biofilme), tratando-se de um reator biológico híbrido, e foi desenvolvido pela empresa *Kaldnes Miljiteknologi* em parceria com o instituto de pesquisa norueguês no final da década de 80 (Odegaard, 1999).

Esta tecnologia vem sendo cada vez mais utilizada, devido a variadas razões, tais como: requer menos espaço para operar, estabilidade operacional, flexibilidade de operação, alta resistência a choques de carga orgânica e hidráulica, redução de custos de implantação por dispensar etapas existentes nos processos convencionais de tratamento.

No interior do reator biológico são mantidos em suspensão meios de suporte plásticos de baixa densidade, que, sujeitos à agitação promovida por sistemas de aeração ou de mistura, apresentam elevada mobilidade e, conseqüentemente, exposição e contato com a massa líquida em suspensão. Trata-se, assim, de um reator biológico híbrido, no qual organismos decompositores são mantidos tanto em suspensão na massa líquida, como também aderidos ao meio suporte.

Há duas possibilidades de operar o sistema MBBR: sistemas aeróbios e anaeróbios (figura 05). Nos sistemas aeróbios, a própria aeração é responsável pela movimentação dos suportes. Dessa forma, os aeradores desempenham dupla função, são responsáveis pela oxigenação e pela manutenção dos suportes em movimento no meio reacional. Já em sistemas anaeróbios, faz-se necessário um dispositivo de agitação mecânica para desempenhar tal função (RUSTEN, 2006). Pode-se observar na figura a seguir os esquemas citados acima.

Figura 05: Esquema de reator MBBR em sistema: (a) aeróbio e (b) anaeróbio.



Fonte: Veolia (2008).

Meio Suporte

O MBBR utiliza suportes plásticos, também denominados de biomídias (figura 06), fabricados geralmente em polietileno de alta densidade (PEAD) ou polipropileno (PP), utilizados para maximizar a área superficial disponível para o crescimento do biofilme ativo nos reatores (Rusten, 2006).

Os suportes para os reatores MBBR devem garantir a fixação dos microorganismos em sua superfície, possibilitando as transferências e conversões de matéria orgânica.

A densidade do meio suporte deve ser da ordem de $0,95 \text{ g/cm}^3$, permitindo uma fácil movimentação dentro dos reatores. Devido à proximidade entre a densidade dos suportes e a da água, o leito de suportes possui fácil agitação e em condições em que a massa líquida não está em movimentação. Estes tendem a flutuar (Odegaard, 2000).

Figura 06 - Modelos e especificações de biomédias de acordo com os principais fabricantes

Fotografia	Tipo de <i>biomedia</i>	Fabricante	Área Superficial (m ² /m ³)
	K1	AnoxKaldnes	500
	K2	AnoxKaldnes	350
	K3	AnoxKaldnes	500
	BiofilmChip M	AnoxKaldnes®	1400
	BiofilmChip P	AnoxKaldnes®	990
	F3	AnoxKaldnes®	1300
	AGAR	AGAR®	192
	BWT15	BioWater™	828

Fonte: Salvetti (2006).

O processo MBBR tem a Área Superficial Específica como principal parâmetro de referência e especificação do meio suporte empregado, e é dada pela razão entre a totalidade da área de meio suporte e o volume por ele ocupado (Fujii, 2011).

Biofilme

A formação do biofilme nos suportes, geralmente, é iniciada com adição de um inóculo de uma cultura mista de bactérias proveniente de um sistema biológico que tenha um bom desempenho e que não esteja impactado com instabilidades operacionais.

Segundo Almada (2012), na maioria das vezes o inóculo é proveniente de um sistema de lodo ativado. Esta formação se dá de forma muito lenta, pois os suportes são muito leves e, sem biomassa, possuem um peso muito baixo que, devido a corrente de ar inserida no sistema, são movimentados de forma muito veloz dentro do meio. Esse processo gera uma alta taxa de cisalhamento que dificulta a fixação do biofilme.

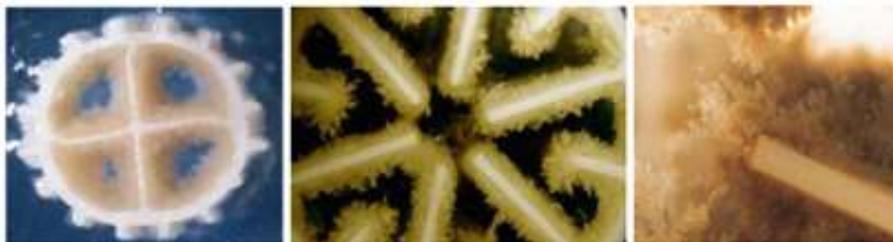
A partir dos primeiros microrganismos que aderem ao suporte, a biomassa vai se adaptando gradualmente às condições impostas, sobretudo no que se refere a natureza do efluente a ser tratado.

O excesso de biofilme se desprende naturalmente do suporte, cedendo superfície para a ocupação de outros micro-organismos. Os fragmentos liberados são facilmente separados da fase líquida na etapa seguinte, por serem mais compactos. Consequentemente, sedimentam mais facilmente que os flocos do lodo convencional (MINEGATTI, 2014).

Segundo Rusten (2006), pouco ou nenhum biofilme cresce aderido à parte externa dos suportes, devido a erosão causada pelas frequentes colisões entre as peças com as

paredes do reator. A maior parte da biomassa cresce dentro dos suportes, conforme pode ser observado na figura 07.

Figura 07 - Suportes com biofilme aderido.



Fonte: Rusten (2006).

Decantação

Através das forças gravitacionais, partículas com densidade superior à da água, se separam, depositando-se ao fundo do tanque de decantação. Para alguns materiais que, finamente divididos, não podem ser removidos através de uma decantação simples, adiciona-se um coagulante para formar aglomerados ou flocos que sedimentam com mais facilidade (Richter, 1991). Este processo tem como finalidade a redução da carga de sólidos para o próximo processo que é a filtração.

Segundo Richter, existem dois tipos de decantadores: os de fluxo horizontal, que tem em suas vantagens, a simplicidade, alta eficiência e baixa sensibilidade a sobrecarga; e o tubular ou de alta taxa, que é resultante de um projeto hidráulico e tem eficiência igual ao horizontal. Alguns fatores podem intervir na redução da eficácia de ambos os modelos, são eles a má distribuição da vazão, ressaltos hidráulicos, métodos inadequados de extração do lodo sedimentado ou ação dos ventos.

Neste projeto o decantador utilizado será o decantador horizontal, por sua vantagem anteriormente citada e sua relação conveniente de comprimento e largura.

Tratamento Terciário

O tratamento terciário objetiva a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, sendo eles nutrientes, patogênicos, sólidos inorgânicos dissolvidos, sólidos em suspensão remanescentes e poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) através de processos físico-químicos. (VON SPERLING, 1996).

Membrana

Produzidos a partir de materiais poliméricos, as membranas são meios filtrantes que apresentam dimensões de poros variadas. Os poros das membranas são responsáveis por separar partículas ou fracionar moléculas e, por funcionarem como barreiras seletivas, são capazes de promover a separação de modo mais eficiente do que os filtros comuns. Nesta etapa de separação, utilizam-se uma combinação: das propriedades seletivas das membranas poliméricas (porosidade, distribuição dos poros e tipo do material); e da força motriz (pressão, temperatura e potencial químico). Dentre os tipos de processos principais, encontram-se a eletrodialise, osmose inversa, nanofiltração, microfiltração e ultrafiltração (FILHO, 2009).

Desinfecção

A desinfecção é a etapa final do tratamento, ela tem por finalidade destruir microrganismos patogênicos presentes na água. No caso da estação de tratamento de água residuária essa etapa é necessária, pois, de certa forma, essa água pós tratamento entra em contato com pessoas. A desinfecção faz-se necessária, pois não é possível assegurar a remoção de todos os microrganismos pelos processos anteriores. Os organismos que geralmente estão presentes na água são as bactérias, vírus, vermes e protozoários.

O agente de desinfecção mais utilizado é o cloro, pois tem custo menor se comparado a outros, está disponível como gás, líquido ou sólido, é de fácil aplicação além de ser capaz de destruir a maioria dos microrganismos patogênicos. Outro tipo de desinfectante é o ozônio, bastante utilizado na Europa (RICHTER, 2009).

O cloro é o agente mais utilizado para a desinfecção, de acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014), isso se dá pela fácil acessibilidade em quase todos os países do mundo, seu custo razoável, sua alta capacidade oxidante da matéria orgânica e inorgânica, entre outras características. O cloro pode estar disponível em forma de cloro gasoso, cal clorada, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e em forma de pastilhas. A desinfecção por ozônio apresenta alto poder oxidante, sendo, então, desejável porque diminui muito as concentrações e o tempo necessário para a desinfecção. Desse modo, há economia na construção e operação das instalações. Outra característica é que em relação ao cloro, ele é mais rápido na inativação das bactérias, porém é um gás instável, com odor característico e que não se mantém muito tempo na água (BASSANI et al, 2002).

Outra alternativa, é a radiação ultravioleta e é uma forma estabelecida e de crescente aplicação como alternativa aos agentes químicos no processo de desinfecção das águas de abastecimento e, também, de águas residuárias (AGUIAR, 2000). Este tipo de desinfecção não produz resíduos tóxicos e oferece melhores resultados na eliminação de bactérias e vírus, porém não é aplicável em qualquer situação.

O cloro em forma de pastilha (figura 08) é a alternativa utilizada neste projeto, e tem como principal representante o dicloro isocianurato de sódio ($C_3Cl_2N_3NaO_3$). As pastilhas são mais estáveis em solução aquosa, o que implica numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso e, permanecendo efetivos por períodos de tempos maiores, mesmo na presença de matéria orgânica (CAMELBALK BRASIL, 2017).

Figura 08 - Pastilhas de cloro



Pastilhas para Clorador

Fonte: NaturalTec (2018).

Análises

A fim de verificar a viabilidade e eficiência do tratamento, algumas análises são necessárias.

Teor de Carbono

Na natureza são encontradas três formas de carbono: na sua forma elementar (carbono e grafite), na forma de carbono inorgânico (sais de carbonatos) e na forma orgânica (átomo de carbono ligado a uma molécula por covalência). Geralmente em amostras aquosas somente os carbonos na forma orgânica e inorgânica são encontrados e a soma destes é chamada de carbono total (BENEDETTI, 2012).

O carbono orgânico total (TOC) é uma expressão que denomina toda a matéria orgânica presente em uma amostra aquosa, conseqüentemente, quanto maior o valor de TOC, mais matéria orgânica contém no efluente.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A demanda química de oxigênio (DQO) é um parâmetro utilizado como indicador do conteúdo orgânico de águas residuárias e superficiais bastante utilizado no monitoramento de estações de tratamento de efluentes líquidos (AQUINO et al, 2006), é também utilizada como parâmetro para indicação da qualidade de água e efluentes.

A DQO visa medir o consumo de oxigênio que ocorre durante a oxidação química de compostos orgânicos presentes numa água. Os valores obtidos é uma medida indireta do teor de matéria orgânica presente (NUVOLARI, 2003).

3. Local de Aplicação

Segundos dados fornecidos pelo representante contactado do shopping, o empreendimento gera aproximadamente 170 m³ de efluente diariamente, gerando assim 5.100 m³ por mês. Estima-se uma visitação diária que varia de 20.000 a 30.000 pessoas, entre lojistas, funcionários terceirizados e visitantes. O empreendimento possui 4 andares, contando na totalidade com 5 banheiros femininos e 5 banheiros masculinos. No 4º andar encontram-se 2 banheiros femininos e 2 masculinos, devido à praça de alimentação ali presente e 1 banheiro central para cada sexo nos andares restantes.

No total, foram encontradas no dia 09 de setembro de 2018, 70 vasos sanitários, 33 mictórios e 93 pias em funcionamento, porém, em contato com o ajudante geral de limpeza Sr. Walmir, todos os banheiros existem o dobro de privadas, mictórios e pias que ficam inutilizados em dias normais, sendo liberados apenas em dias de eventos ou grandes lotações no shopping.

4. Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto executivo, e prototipagem da tecnologia MBBR, foram feitas pesquisas secundárias em NBR e sobre o tema tais quais as etapas de tratamento, processos e dimensionamentos. Para levantamento de dados primários, foi realizada uma visita ao shopping, para conversa com um representante do shopping, a fim de coletar dados para posterior aplicação em cálculos. Foram também realizados cálculos de dimensionamento e montagem do protótipo, análises de DQO e TOC para verificar a eficiência de remoção de matéria orgânica.

Protótipo

Para determinação das dimensões do protótipo (imagem 01) a ser construído, foi considerado uma redução da vazão do projeto real em 340 vezes. O reator aeróbio MBBR e o decantador foram construídos em vidro, sendo eles representados, respectivamente, pelos números 3 e 4.

Em relação ao protótipo foram realizados testes de vazão para o tanque de aeração, a fim de melhorar a eficiência do projeto, mantendo o fluxo contínuo e evitando o desperdício de efluente. Para verificação da eficiência foram feitos testes de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Teor de Carbono Orgânico (TOC), e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente antes e depois de tratado.

Para simular o efluente real, foi produzido um efluente sintético com micro e macronutrientes e uma bebida de leite fermentado.

Para a formação do biofilme, as biomédias foram inseridas no tanque aerador junto ao efluente sintético, anteriormente citado, com o sistema funcionando, onde permaneceram por 9 dias.

Imagem 01 - Protótipo MBBR



Legenda	
1	Reservatório do efluente sintético
2	Reservatório do afluente da estação
3	Reator aeróbio
4	Decantador
5	Reservatório de efluente tratado

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Metodologia das análises

Para análise da eficiência do tratamento três parâmetros foram analisados, sendo eles: o teor de carbono orgânico (TOC), demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Para cada análise foram realizadas diferentes metodologias, descritas: TOC: foram coletadas três amostras e inseridas no analisador de TOC Sievers InnovOx*; DQO: foram realizadas análises de quatro amostras, sendo duas com 10x de diluição e as demais com 20x de diluição, e seguida a metodologia de padrão para análises.

5. Dimensionamento

Conforme informações obtidas sobre a vazão média de efluente gerado no shopping, foi possível calcular as demais informações contidas nas tabelas 01 a 06.

Tabela 01 - Vazões

	m³/d	m³/s	L/s
Q_{méd}	170	0,002	1,968
Q_{maxh}	306	0,004	3,542
Q_{min}	85	0,0009	0,984
Q_{máxd}	204	0,002	2,361

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Tabela 02 - Gradeamento

Tipo	Mecanizada	
Velocidade	0,7	m/s
Eficiência	80,64	%
Espessura	6	mm
Espaçamento	25	mm
Área	0,0063	m ²
Área Útil	0,0051	m ²
hj (altura)	0,55	m
b (comprimento)	0,01141	m
Perda de carga		
Grade Limpa	0,0125	m
50% obstruída	0,120	m

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Tabela 03 - Reator Aeróbio MBBR

Mídia Utilizada	K1	-
Quantidade de Mídias	50	%
Área	1,7	m ²
Largura	1,2	m
Comprimento	1,4	m
Altura	2	m
Volume	3,4	m ³
Tempo de detenção hidráulica	28,8	min

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Tabela 04 - Decantador

Tipo	retangular	-
Taxa de escoamento superficial	22	m ³ /m ² .d
Área	7,73	m ²
Largura	1,4	m
Comprimento	5,6	m
Altura	3	m
Volume	23,19	m ³
Tempo de detenção hidráulica	3	h

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Tabela 05 - Filtração

Q	170	m ³ /dia
Dupla camada	360	m ³ /dia*m ²
Área	0,472	m ²
	0,6	m largura
	0,8	m comprimento
Altura Total	1,20	m
Areia	0,4	m
Antracito	0,8	m
Volume	0,567	m ³

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Tabela 06 - Desinfecção

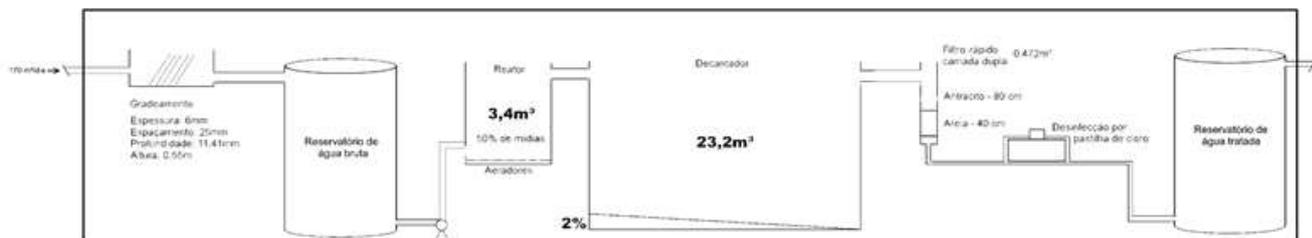
Q	7,1	m ³ /hora
Diâmetro tubulação	2	polegadas
Pastilha (unitária)	20	gramas
Pastilha total/dia	3,4	kg/dia
Pastilha total/mês	102	kg/mês
Pastilhas total/ano	1.224	kg/ano

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Escopo do Projeto Dimensionado de MBBR

A estação de tratamento de efluente que utiliza a tecnologia MBBR, dimensionada ficará dentro de um container e terá 23,23 metros de comprimento por 9,02 metros de altura, tendo uma área total de 209,53m², e é melhor visualizada no escopo (Figura 09) a seguir. Ressalta-se que este escopo é apenas uma sugestão do esquemático.

Figura 09 - Escopo do Projeto



Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

6. Resultados

Eficiência MBBR

Para verificação da eficiência do tratamento proposto foram realizados testes de bancada utilizando o efluente sintético.

As tabelas 07 e 08 mostram os resultados das análises de demanda química de oxigênio (DQO) e de teor de carbono (TOC), respectivamente.

Tabela 07 - Resultados DQO

DQO	
Antes do tratamento	2620 mg/L
Depois do tratamento	1570 mg/L
Eficiência (%)	40,1 mg/L

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

No teste de bancada realizado, houve redução de cerca de 40% da matéria orgânica, e, os valores de DQO apresentados na tabela 08, acima de 1000 mg/L, acredita-se que se deva à composição do efluente sintético utilizado.

Tabela 09 - Resultados TOC

Teor de carbono (TOC)	
Antes do tratamento	122 ppm
Depois do tratamento	69,50 ppm
Redução (%)	43,03 ppm

Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

A eficiência do TOC atingiu cerca de 40%. Esse parâmetro também determina a quantidade de matéria orgânica presente, com o resultado observa-se que houve consumo pelas

bactérias, mas não suficientes para uma remoção considerada eficiente segundo a literatura.

Pode-se associar a baixa remoção, à má formação dos biofilmes, que não permaneceram por muito tempo em desenvolvimento, as bactérias não foram suficientes para consumir a matéria orgânica formada.

Custo dos materiais para implantação e operação do sistema de MBBR

O custo total do projeto será de R\$ 1.113.162,21 com todos os equipamentos necessários para a implantação do sistema de tratamento. Gastando por ano um total de R\$ 50.227,20 referente aos custos dos produtos químicos e profissionais.

Prazo de retorno do investimento

Para analisar o retorno financeiro para o empreendimento, utilizou-se a tarifa de abastecimento de água e esgoto da Sabesp, para o município de São Paulo e categoria de uso "Comercial".

A vazão utilizada foi de 170 m³/dia, 5.100 m³/mês, e o custo obtido pela tarifa da Sabesp foi de R\$ 202.386,62.

No projeto em questão, a taxa cobrada pelo m³ da água tratada será de R\$ 2,28/m³. Portanto, o empreendimento terá um custo mensal, para tratar o efluente, de R\$ 11.628,00. Além disso, considerando que o shopping utilize 70% do efluente tratado e despeje 30% na rede coletora, haverá o custo dos 51m³/dia (30%) lançados na rede, portanto, gerando uma despesa de R\$ 30.031,92 mensais.

Ou seja, a economia mensal seria de, aproximadamente, R\$ 160.726,70, dando um tempo de retorno do investimento de 6,8 meses (gráfico 01).

Gráfico 1 - Retorno do investimento



Fonte: Elaborado pelo Grupo (2018).

Análise de viabilidades

Em complemento com o que já foi citado neste artigo, foi realizada análise de viabilidade econômica, técnica, ambiental e social.

Viabilidade econômica

Com a implantação do sistema, proporcionamos ao cliente significativas reduções financeiras em seus custos com água e esgoto, a partir do sétimo mês. A implementação da estação de tratamento de efluente com a tecnologia MBBR, permitirá o reúso da água, destinando-a para atividades diversas como rega de plantas, descarga dos vasos sanitários, limpeza de piso, estacionamento e pátio, diminuindo assim o consumo da água provinda do sistema atual. O shopping gera 170m³/d de efluente, sendo 119m³/d destinados ao consumo de água não potável, ou seja, 70% do total tratado. Com o reúso, haverá uma redução de 80% na conta paga à Sabesp, se comparado o valor por m³ da água de reúso que será cobrada, pois a água potável antes utilizada para determinados fins não será mais consumida.

Viabilidade técnica

Para a implantação do sistema de tratamento no local é necessário que haja uma equipe técnica preparada e capacitada, equipamentos de boa qualidade e que a operação aconteça dentro dos padrões. Para instalação, necessita-se de empresa credenciada e especializada, bem como um espaço disponível para tal. Uma equipe especializada será fornecida pela empresa, a qual será composta de um Engenheiro Ambiental, com carga de oito horas por semana, para garantir que o funcionamento, a implantação e a operação sejam corretos, além de supervisionar o tratamento; e um técnico químico (operador de estação de tratamento de efluente), com carga de vinte horas semanais, para controlar a operação e verificar se o efluente tratado está dentro dos parâmetros. Portanto, o projeto tem viabilidade técnica, apresentando fácil implementação e baixa manutenção.

Viabilidade ambiental

O tratamento do efluente e a ação de reúso após tratamento, colaboram para a conservação da água potável, uma vez que existem atividades que se pode utilizar a água de reúso ao invés da potável.

Atualmente o shopping gera cerca de 170m³/dia de efluente, com a implementação do sistema, passará a utilizar 136m³/dia de água de reúso, diminuindo 70% do consumo de água potável. Esta redução em um empreendimento de grande porte representa uma significativa diminuição na captação de água de rios, um atenuamento nos principais sistemas produtores de água e nas redes de distribuição, além de diminuir a carga de esgoto lançado nas redes.

Além disso, cerca de 50m³/d do efluente tratado serão descartados na rede coletora, contribuindo para a melhora de sua qualidade.

Portanto, o projeto é viável ambientalmente, pois proporciona o reúso de água tratada, diminui o despejo de esgoto, e melhora a qualidade da rede, sendo um início de sustentabilidade hídrica do empreendimento.

Viabilidade social

Externamente o shopping poderá usufruir do projeto explorando o chamado marketing verde e tendo imagem positiva com os stakeholders. Esta ferramenta é aplicada pelas empresas de forma estratégica para demonstrar as suas ações em prol do meio ambiente e da sociedade, neste sentido há uma melhoria na imagem do estabelecimento, proporcionando uma boa comunicação como o mercado, ONGS, mídias, usuários e opinião pública.

O shopping poderá também abrir para visitação o local onde estiver inserido o sistema, atraindo estudantes de diversos cursos. Além disso, o sistema de tratamento pode ser usado como possível forma de compensação, uma vez que o shopping, por ser um empreendimento de grande porte, gerou grande impacto social em seu entorno.

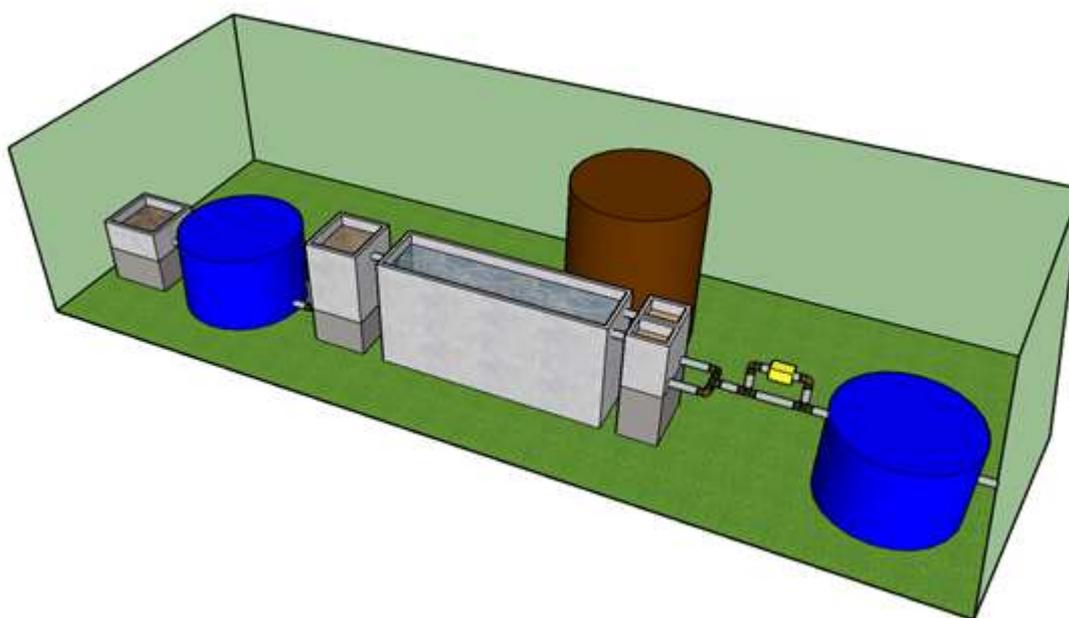
7. Considerações Finais

Há uma relevância acerca da importância do desenvolvimento de uma gestão sustentável da água, seja nos centros urbanos ou no meio rural, a fim de evitar riscos ao meio ambiente, como alterações no solo e na água, caso este descarte seja feito de maneira inadequada. Por isso inúmeros estudos em relação à eficiência de diferentes métodos de tratamento são realizados.

Com a implantação de sistemas de tratamento de efluentes, o reuso da água se torna uma estratégia viável e importante para a economia de água potável e para a economia de custos do empreendimento. Com isso, também é possível divulgar tal atitude sustentável como um marketing verde, a fim de melhorar a visibilidade da empresa frente ao mercado e frente às questões de sustentabilidade.

O dimensionamento total da estação de tratamento de esgoto que utiliza a tecnologia MBBR, terá 209,53m². Conterá com reservatório de água bruta e de lodo, gradeamento, reator, decantador, filtro de dupla camada, desinfecção por pastilhas de cloro e reservatório de água tratada.

Figura 13 - Projeto em 3D



Fonte: Elaborado pelo grupo, 2018.

O investimento inicial será de R\$ 1.113.162,21 e o retorno do investimento será em 6,8 meses. O projeto é viável tecnicamente, economicamente e sócio-ambiental.

A eficiência de tratamento do MBBR no protótipo foi cerca de 40% tanto para TOC, quanto para DQO. Na literatura, a eficiência de remoção do sistema MBBR para DBO e DQO é de cerca de 60 - 95%, fazendo com que o efluente, ao ser tratado da maneira correta, possa ser utilizado para reúso em; lavagens de pisos e pátios; em vasos sanitários; rega de plantas; entre outros usos.

Referências

AGUIAR, Alex Moura de Souza. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta da desinfecção de águas com cor e turbidez moderadas**. 2000. 111 f. 2000. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) -Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ALMADA, R. B. **Avaliação de reatores de leito móvel com biofilme (MBBR) em série para tratamento de diferentes efluentes de refinaria de petróleo visando ao reúso industrial**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

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

BASSANI, Leandro et al. **Utilização do ozônio na desinfecção de efluentes sanitários**. In: 28º Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México. 2002.

BALASSIANO, Michel. **ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE REÚSO DE ÁGUAS SERVIDAS: ESTUDO DE CASO DO CAXIAS SHOPPING**. Rio de Janeiro, 2018.

BRASIL, SENADO FEDERAL. 2007. **LEI FEDERAL 9433, DE 8 DE JANEIRO DE 2007**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional 143 de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CAMELBAK TRAINING CLUB. **A diferença entre pastilhas e líquido para tornar a água potável**. Disponível em <<https://camelbaktrainingclub.com.br/a-diferenca-entre-pastilhas-e-liquidos-para-tornar-a-agua-potavel/>> Acesso: 17 de maio de 2018.

CAMPOS, F., & CATINO, R. (2013). **Avaliação do desempenho de um sistema piloto de MBBR tratando esgoto doméstico**. *Revista TAE*(14º). Disponível em <<http://www.revistatae.com.br/6387-noticias>> Acesso 11 de agosto de 2018.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: SEBRAC, 1997

CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 57, 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Reator de leito móvel MBBR-APG no tratamento de efluentes de celulose Kraft**. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/5/10985-17039.html>. Acesso em 09 de agosto 2018.

EPEX. **Desinfecção de água – clorador flutuante, bomba dosadora e dosador tipo ejetor**. Disponível em <<http://www.epex.com.br/blog/desinfeccao-de-agua-clorador-flutuante-bomba-dosadora-e-dosador-tipo-ejetor/>> Acesso: 17 de maio de 2018.

XVIII Semana Unificada de Apresentações

Edição dos Projetos Integradores em Engenharia Ambiental e Sanitária

ETHIK. **Agitador Jar Test**. Disponível em: <<http://www.ethik.com.br/produto/agitador-jar-test/>> . Acesso em: 27 de maio de 2018.

FILHO, Adão Silva. **Tratamento terciário de efluente de uma indústria de refrigerantes visando ao reuso - um estudo de caso**. UFRJ. 2009. Disponível em: <<http://186.202.79.107/download/tratamento-de-efluente-de-refrigerante.pdf>> . Acesso em 12 de setembro de 2018.

FIRJAN. **Seminário Ação Ambiental Tecnologias e Práticas, 2017**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/firjan/empresas/competitividade-empresarial/meioambiente/acao-ambiental/conheca/>>. Acesso em 16 de setembro de 2018.

FUJII, Fábio Yugo et al . **Desempenho de reator integrado de lodo ativado com biofilme em leito móvel**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro , v. 18, n. 4, p. 349-358, Dec. 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522013000400349&lng=en&nrm=iso>. access on 09 Aug. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522013000400007>. Acesso em://2018.

FUNASA (Fundação nacional de Saúde). **Manual de cloração de água em pequenas comunidades**. Brasília, 2014. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf> Acesso: 17 de maio de 2018.

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS; FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tiête**. <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7111/pat_sumario_executivo.pdf> . Acesso em 09 de setembro de 2018.

GESTÃO URBANA. **Revisão da lei de parcelamento, uso e ocupação do solo (13.885/04)**. Disponível em <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/10/236926557-Caderno-1-Revisao-da-Lei-de-Parcelamento-Uso-e-Ocupacao-do-Solo.pdf>> . Acesso em 09 de setembro de 2018.

HESPANHOL, Ivanildo. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200009&lng=en&nrm=iso> . Acesso em 07 Maio 2018.

JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A., 1995, **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3a ed., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES.

KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A., 2016, **What is sustainable development? Environment**, 2016.

Kermani (2008). **Application of moving bed biofilm process for biological organics and nutrients removal from municipal wastewater**. American Journal of Environmental Sciences.

LESSEL, T.H. (1993) **Upgrading and nitrification by submerged bio-film reactors – experiences from a large scale plant**. In: **International Conference Specialize on Biofilm Reactors, 2 Anais**. Paris, p. 231-238.

MANCUSO, P. C. S.; Santos, H. F. **Reúso de água**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2003. 576p.

MINEGATTI, Daniel. **Avaliação comparativa entre custos dos processos MBBR/IFAS e lodo ativado para o tratamento de esgoto sanitário**. Revista DAE, 2014. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_193_n_1496.pdf. Acesso em 19 de setembro de 2018.

NaturalTec. **Clorador de Pastilhas**. Disponível em: <http://www.naturaltec.com.br/clorador-de-agua-potavel/>. Acesso em 08 de outubro de 2018.

ODEGAARD, Hallvard. **The Moving Bed Biofilm Reator**. Water Environmental Engeneering and Reuse of Water. Noruega, 1999.

OLIVEIRA, E. L. **Reúso da Água**. Disponível em: <https://www.slideshare.net/blueeyedigital/reuso-da-gua-professor-eduardo-de-oliveira>. Acesso em 17 de maio de 2018.

OLIVEIRA, D. V. M. **Caracterização dos parâmetros de controle e avaliação de desempenho de um reator biológico com leito móvel (MBBR)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RICHTER, C. A., **Água: Métodos e tecnologias de tratamento**. São Paulo, Blucher, 2009.

RUSTEN, B. **Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors**. Aquacultural Engineering, 2006.

SOUZA, Marcos Eduardo de; VIEIRA, Sônia María Manso. **Uso do reator UASB para tratamento de esgoto sanitário**. Revista DAE, v. 46, n. 145, p. 165-8, 1986.

SPERLING, Marcos V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 1996

TELLES, Dirceu D.; COSTA, Regina H. P. G. (Coords.). **Reuso da Água: Conceitos, Teorias e Prática**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

VERSIANI, Betina Maciel. **Desempenho de um reator UASB submetido a diferentes condições operacionais tratando esgotos sanitários do campus da UFRJ**. 2005. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 77p.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2017, **The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource**. Paris, UNESCO.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Biofilm reactors: WEF manual of practice no. 35**. Alexandria: Mcgraw Hill, 2011. 608 p.