

M E I O A M B I E N T E



S U S T E N T A B I L I D A D E
& T E C N O L O G I A



Editora Poisson

1

Editora Poisson

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia – Volume 1

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Ms. Davilson Eduardo Andrade

Msc. Fabiane dos Santos Toledo

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514

**Meio Ambiente, sustentabilidade e tecnologia
- Volume 1/ Organização: Editora Poisson
Belo Horizonte - MG: Poisson,
2019 - 119p**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-7042-062-6

DOI: 10.5935/978-85-7042-062-6

**Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia**

**1. Meio ambiente 2. Gestão. 3. Tecnologia
I. Título**

CDD-577

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Baixe outros títulos gratuitamente em www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

Sumário

Capítulo 1: Projeto Hortas Escolares: Uma interação entre a Comunidade Escolar e a Educação Ambiental 6

Tatiane Cristina Gutheil, Rodrigo Sasso Rodrigues, Miguel Scott

Capítulo 2: Análise da aderência de uma autarquia federal aos eixos da A3P – Rio de Janeiro/RJ 15

Igor Laguna Vieira, Elmo Rodrigues da Silva

Capítulo 3: Desafios do consumo sustentável: Percepção dos acadêmicos em engenharia ambiental e sanitária de um centro universitário..... 22

Gilberto Lúcio Mendes Júnior, Izabel Cristina de Matos Andrade, Sérgio Ricardo Magalhães, Talilian Joelma Borges

Capítulo 4: Desenvolvimento de interfaces de sistemas de informações geográficas através de tecnologias livres..... 28

Vania Elisabete Schneider, Adriano Gomes da Silva, Mayara Cechinatto, Miguel Ângelo Pontalti Giordani, Odacir Deonísio Gracioli

Capítulo 5: Educação ambiental na práxis pedagógica = interdisciplinaridade, humanização e fonte de renda – Relato de Experiência..... 35

Cisnara Pires Amaral

Capítulo 6: Viabilidade técnica para utilização de água pluvial em torre de resfriamento..... 42

Paula Gonçalves Santos, Ana Cláudia Grazziotin Bihre Thomé, Adriano Giraldi Fisch

Capítulo 7: Processo de ozonização com cal hidratada utilizado no tratamento de águas residuárias de suinocultura 49

Mariana Paiva Batagini Giron, Carina Aline Prado, Wagner Ribeiro da Silva Neto, Helcio José Izário Filho

Capítulo 8: Mudanças climáticas, saúde humana e o ambiente laboral..... 57

Nelci Lurdes Gayeski Meneguzzi, Rodrigo Tonel, Guilherme Hammarstrom Dobler, Daniel Rubens Cenci, Siena Magali Comassetto Kolling

Sumário

Capítulo 9: Avaliação da toxicidade de efluente de cervejaria tratado pelo processo da peroxi-eletrocoagulação 63

Isabella Cristina Dall' Oglio, Fernando Rodolfo Espinoza Quiñones, Aline Roberta de Pauli, Luana Braun

Capítulo 10: Método de coleta de energia com polímeros piezoelétricos 69

Jorge Luís Palácios Felix, Juliano Roberto Alves Garcia, Luana Ruwer Damke

Capítulo 11: Estudos para o dimensionamento do aproveitamento de águas pluviais em uma residência unifamiliar 76

Nicole Mendonça de Freitas, Juliano Rodrigues Gimenez

Capítulo 12: Detecções de focos de calor na Floresta Nacional do Tapajós nos anos de 2006 e 2016. 82

Luana Helena Oliveira Monteiro, Paula Fernanda Viegas Pinheiro, Maria de Nazaré Martins Maciel, Thais Gleice Martins Braga, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo, Orleno Marques da Silva Junior

Capítulo 13: Aproveitamento do bagaço de malte no desenvolvimento de pão de mel..... 91

Adriana Gotthardi, Gabriela Tavares, Letícia Mohr, Silvana Licodiedoff, Luciano André Deitos Koslowski

Capítulo 14: Estudo preliminar da qualidade da água da bacia hidrográfica do Puraquequara-AM na área de confluência de usuários de recursos hídricos..... 95

Elton Alves de Souza Filho, Renato Kennedy Ribeiro Neves, Ieda Hortêncio Batista, Samara Beatriz da Silva Mendonça, Carlossandro Carvalho de Albuquerque

Capítulo 15: O Impacto dos estudos de vazão no dimensionamento de uma ETE. 102

Matheus Alves Silviano, Daniel Moureira Fontes Lima

Autores:..... 109

Capítulo 1

PROJETO HORTAS ESCOLARES: UMA INTERAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE ESCOLAR E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Tatiane Cristina Gutheil

Rodrigo Sasso Rodrigues

Miguel Scott

Resumo: O Projeto Hortas Escolares originou-se para retomar o contato da comunidade escolar com o cultivo de alimentos e outras plantas. Buscando, além da produção em si, que estimula a alimentação saudável, a interação com os componentes, naturais ou não, que podem influenciar todas as formas de vida. A observação dos padrões da natureza, a presença de fatores de restrição ou auxiliares no desenvolvimento das plantas e ecossistemas associados, o ritmo e ciclo de vida das diferentes espécies que se desenvolvem no ambiente da horta e seu entorno, além dos questionamentos sobre os hábitos de consumo e produção mais comuns, formam um amplo campo de trabalho em diferentes áreas do conhecimento, podendo ser trabalhados por diferentes componentes curriculares dentro das hortas escolares. A parceria entre as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Educação e Cultura e Desenvolvimento do Município de Ivoti e EMATER/ASCAR propõem-se que as ações sejam articuladas de modo a garantir a manutenção do projeto em longo prazo. O projeto, iniciado em junho de 2017, já está em desenvolvimento, juntamente com as diversas iniciativas de agricultura ecológica que surgem no município de Ivoti.

Palavras-chave: Horta Escolares, Produção Ecológica, Interação. Vida. Natureza.

1. INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental tem se tornado cada vez mais essencial para que a garantia da vida no futuro. Frente às ameaças à preservação ambiental e considerando os hábitos de consumo e produção atuais, é preciso educar para a sustentabilidade ambiental, preparando as novas gerações para enfrentar os desafios que se vislumbram, entre eles a reversão do amplo processo de fragilização dos serviços da natureza, essenciais para nossa sobrevivência. A integração com os componentes naturais, retomando o contato e o pertencimento ao meio, tem importância fundamental principalmente entre os mais jovens, fortalecendo o enraizamento de hábitos e práticas mais ambientalmente responsáveis.

A busca pela compreensão integral do ambiente e suas relações, assim como o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre as questões ambientais, vinculando vários aspectos, não só ecológicos, mas também sociais, culturais, científicos, econômicos e éticos, é um dos objetivos a que se propõe o Projeto Hortas Escolares. É importante inculcar em nossos jovens conceitos relacionados ao desenvolvimento responsável, minimizando nossos impactos ao ambiente e aproveitando os espaços das escolas. Neste projeto buscaremos utilizar os conhecimentos etnobotânicos das famílias e dos alunos envolvidos em sua etapa inicial, durante o desenvolvimento dos canteiros e princípios da agroecologia e permacultura, valorizando os conhecimentos de pais e familiares sobre as plantas medicinais, alimentares e flores. Segundo Morin (2003), a relação viva entre as gerações encontra-se desgastada ou bloqueada, e precisa ser uma das finalidades da educação ambiental revitalizá-la. A jardinagem e a horta reforçam valores básicos de cuidados e responsabilidade, além de estimular o envolvimento nos processos cíclicos da natureza, reconhecendo o seu próprio papel em longo prazo. Em tempos de retornos imediatos, trabalhar conceitos como espera e respeito aos ciclos, trazem importantes aprendizados. Para Hutchison (2000, p.144), “uma ligação genuína é forjada entre os esforços de jardinagem das crianças e os objetivos morais (relativos ao caráter) de instigar valores ecologicamente sensíveis e habilidades relacionadas à interação das crianças com a natureza.”

A escola é somente uma das instituições e condições sociais que influenciam na vida e na aprendizagem de crianças e adolescentes. O conhecimento e a interação com o ambiente local podem servir como reforço dos vínculos com a comunidade, facilitando a aprendizagem pela prática. Busca-se também mostrar à comunidade como obter uma alimentação saudável de forma econômica, aproveitando as áreas não utilizadas no terreno, tanto através do cultivo de hortaliças, quanto de plantas medicinais. Com a criação de horta ou jardim didático nas escolas, com técnicas agroecológicas e permaculturais e alternativas de plantio, estes podem servir como modelo e incentivo extensivo a toda comunidade escolar.

Essas práticas mostram ao cidadão que é possível obter em sua própria casa um produto de qualidade, saudável, de alto valor nutritivo e medicinal, assim como qualificá-lo para uma nova alternativa de renda. Estimulando a colaboração dos educandos, com o enriquecimento dos seus conhecimentos e aprimoramento de experiência, permitindo a produção em curto espaço de tempo (BIANCO; ROSA, 2002).

2. METODOLOGIA

O município de Ivoti possui aproximadamente 22.000 habitantes, está localizado na Encosta de Serra do Rio Grande do Sul, contava em 2017, com 15 escolas públicas, sendo 13 escolas municipais (incluindo Ensino Infantil e Fundamental) e 2 escolas estaduais, uma de nível médio e a outra de nível fundamental. Durante o ano de 2018, a escola estadual de ensino fundamental foi municipalizada.

A organização administrativa do Projeto cabe à Equipe do CEAMI – Centro de Educação Ambiental do Município de Ivoti. Após apresentação do Projeto aos envolvidos, foi realizado o contato com as equipes diretivas para agendamento de diagnóstico em todas as escolas, sendo posteriormente definidas aquelas que participariam no primeiro ano de implantação. No primeiro momento verificou-se a disponibilidade de espaços, com as equipes diretivas e o professor coordenador. Junto aos envolvidos foi definido, partindo da avaliação do local e as interferências climáticas e ambientais, o melhor estilo para a implantação da horta e o tipo de horta que se pretende desenvolver em cada escola (chá e alimentos, jardim, entre outros), utilizando sempre princípios de permacultura e

agroecologia. Incentivou-se o uso de materiais disponíveis na escola e seu entorno para a estrutura dos canteiros, todavia caso seja necessário, poderá haver previsão de aquisição. Foi necessário o apoio da Secretaria de Obras no transporte do composto orgânico inicial, produzido no CEAMI.

A disponibilidade de horários do Técnico da Emater inclui ao longo do Projeto um turno por semana para capacitação e acompanhamento, além de apoio técnico para eventuais problemas de produção. Esse turno divide-se entre as escolas participantes. A capacitação ocorre em forma de palestras ou oficinas, buscando envolver os alunos, professores e merendeiras. A preparação e execução inicial contam com o apoio dos alunos, professores e, sempre que possível, de voluntários da comunidade escolar, além da equipe do CEAMI, Emater e Técnico do Departamento de Agricultura. A manutenção (reposição de mudas, rega, retirada de inços, colheita...) fica a cargo do professor coordenador e da turma ou turmas envolvidas, a critério da escola.

O acompanhamento das ações é essencial para avaliar a eficácia do projeto. A manutenção do espaço desenvolvido na escola, em longo prazo, independentemente da ação pessoal dos profissionais que estejam à sua frente, será um indicativo de sucesso do Projeto. Outros indicadores poderão ser estabelecidos em conjunto para cada escola.

A avaliação se dará continuamente durante a produção de plantas, inclusive com registros fotográficos. No final de um ano, propõe-se a realização de um seminário municipal, com formato a ser definido conjuntamente, mas com propósito de divulgação dos resultados e troca de experiências. Após esse período pode-se avaliar a continuidade em cada

escola e a inserção de novas escolas para os anos seguintes.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 GERAIS

- Fomentar a criação de hortas pedagógicas nas escolas públicas do município, buscando o envolvimento da comunidade escolar;
- Disseminar conceitos de agroecologia e permacultura, estimulando a criação de hortas urbanas e o pensamento crítico sobre hábitos de consumo e produção.

2.1.2 ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico inicial dos espaços a serem utilizados e a definição do tipo de horta a ser criada de acordo com a realidade da escola;
- Promover a montagem dos espaços (forma e tamanho dos canteiros, composteiras, irrigação...) envolvendo alunos e professores;
- Realizar a capacitação dos envolvidos (alunos, professores, servidores...) e visitas técnicas;
- Utilizar e disseminar os princípios agroecológicos como o respeito aos ciclos naturais, o consórcio de plantas, o controle biológico de pragas, armadilhas, entre outros;
- Promover a segurança alimentar na comunidade através da produção do próprio alimento; além de estimular a discussão sobre o uso de agrotóxicos, alimentação saudável versus industrializada, modelos de consumo e produção, entre outros;
- Organizar e executar o I Seminário Municipal de Hortas Escolares, para apresentação e troca de experiências.

2.2 CRONOGRAMA

Quadro 1 - Cronograma de ações

Ação	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	2017	2018	2019
Elaborar Projeto	X	X									X		
Apresentação da proposta para SEMEC e Equipes Diretivas	X	X									X		
Diagnóstico inicial nas escolas participantes				X	X						X	X	X
Levantamento de insumos e materiais			X	X	X						X	X	X
Execução dos espaços				X	X	X	X	X			X	X	X
Capacitação dos envolvidos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visitas técnicas			X		X		X	X			X	X	X
Manutenção dos espaços			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visitas periódicas de acompanhamento						X	X		X		X	X	X
Avaliação e revisão										X	X	X	X
I Seminário Municipal												X	

3.RESULTADOS

Como o projeto encontra-se em andamento, os resultados são parciais, tendo como objetivo demonstrar a eficácia e a importância do mesmo, e assim incentivando a implantação em mais escolas municipais/estaduais.

Até o final de 2017, considerando os objetivos específicos almejados, das 15 escolas públicas no Município, 11 manifestaram interesse no Projeto e foi realizado o diagnóstico inicial (quatro EMEIs – Escola Municipal de Educação Infantil, cinco EMEFs – Escola Municipal de Ensino Fundamental e uma EEEB – Escola Estadual de Educação Básica). O diagnóstico foi realizado

juntamente com o Técnico da Emater, o técnico agrícola da Secretaria de Desenvolvimento, a equipe do Ceami e a equipe da Escola (professor responsável e equipe diretiva). Nesse encontro foi repassado material impresso de introdução à horta escolar ao Professor responsável. Após o diagnóstico, a partir do interesse das escolas, foram implantadas hortas em 06 escolas, tendo sido promovidas as montagens dos espaços, a preparação dos canteiros e a realização dos plantios de hortaliças, chás, temperos e árvores, dependendo da realidade de cada escola. A seguir se mostram alguns números referentes ao projeto nas escolas em processo.

Quadro 2 - Resultados parciais em 2017

Escola	Alunos envolvidos diretamente	Diagnóstico inicial	Montagem e Plantio	Visita	Número de mudas		
					Chás/ Temperos	Verduras	Árvores
EMEI Bem Querer	-	14/06/2017	-	-			
EMEI Bom Pastor	16	14/06/2017	06/09/2017	07/11/2017	10	40	
EMEI Jardim dos Sonhos	-	28/06/2017	-	-			
EMEI Pedacinho do Céu	14	14/06/2017	29/08/2017	07/11/2017	10	40	
EMEF Aroni Mosmann	91	14/06/2017	31/08/2017	07/11/2017	30	50	
EMEF Concorórdia	20	28/06/2017	09/10/2017	07/11/2017	30	120	
EMEF Eng. Ildo Meneghetti	-	-	-	-	-	-	-
EMEF Guilhermina Mertins	-	18/06/2017	-	-	-	-	-
EMEF Jardim Panorâmico	-	28/06/2017	-	-	10	40	
EMEF Olavo Bilac*	-	31/08/2017	31/08/2017	07/11/2017			13
EMEF 25 de Julho	50	14/06/2017	18/10/2017	07/11/2017		100	
EEEB 19 de Outubro	-	14/06/2017	-	-			
Total	191	11	6	6	93	350	13

Figura 1 – Mudras plantadas nas hortas do projeto em 2017



Como o objetivo constitui-se no fomento das ações, cada escola desenvolve o projeto dentro de suas metodologias e define o público de atuação inicial. Quanto à capacitação dos envolvidos, durante as visitas de diagnóstico, implementação e acompanhamento, os professores e alunos envolvidos em cada etapa receberam treinamento específico de acordo com a situação prática desenvolvida. Foram apresentados os procedimentos de montagem e preparação dos canteiros, incluindo conceitos que envolvem a preparação do solo, a compostagem, a regulação de acidez e os cuidados com o plantio. Durante a prática, surgem momentos espontâneos de aprendizagem, como por exemplo, a observação e a identificação de invertebrados no solo, no qual se aproveita a oportunidade para disseminar conceitos de biodiversidade, interação ecológica, agroecologia, entre outros. Pode-se observar, por exemplo, no registro fotográfico (Figura 3), uma atividade sobre plantas medicinais e aromáticas integrada à preparação dos canteiros. Na Figura 2, antes da atividade de

montagem dos canteiros nas floreiras, vê-se o registro da discussão com os alunos sobre os procedimentos a serem desenvolvidos.

Podemos ainda descrever como parte dos resultados, as ações nas escolas individualmente, em breve relato de como as atividades estão sendo desenvolvidas e o público direto.

EMEI Bom Pastor

Professor responsável: Carla Glaser

Turma envolvida diretamente: Pré – 16 alunos

A turma está desenvolvendo o Projeto "Detetives da Natureza". Além das observações no pátio da escola, a turma realizou visitação ao CEAMI para oficina relacionada à vida no solo, em especial, invertebrados. A criação da horta, os cuidados e a colheita foram realizados ainda no contexto, integrando os dois Projetos. A colheita foi encaminhada à cozinha da escola e dividida entre os alunos durante a merenda escolar.

Figura 2 – Atividade introdutória à montagem da Horta



EMEI Pedacinho do Céu

Professor Responsável: Silvani Mauer

Turma envolvida diretamente: Maternal 3 – 14 alunos

Como se tratam de alunos bem jovens, a montagem contou com a equipe do CEAMI e as professoras. O canteiro foi pensado como um espaço integrado, com árvore nativa próxima, para a realização de atividades ao ar livre e lanches saudáveis. O plantio da horta foi executado com a turma e as professoras. Para valorizar o contato com os elementos naturais e a alimentação saudável, a turma também visitou o CEAMI.

A responsável é a professora de artes no ensino fundamental, envolvendo então quatro turmas na implementação e manutenção da horta. Durante o processo, todas as turmas da escola realizaram atividades que envolveram a horta em algum momento, totalizando 240 alunos. Os alunos trabalharam durante o desenvolvimento do projeto desde a multiplicação de mudas até a decoração de vasos com obras de arte de importância cultural.

O espaço da horta já existia, porém foi necessária sua limpeza, colheita de hortelã e manejo para revitalização. Foi implantada junto à horta, uma composteira.

Figura 3 – Atividade integrada sobre Plantas Medicinais na EMEF Concórdia



EMEF Olavo Bilac

Professor Responsável: Caroline Exner

Essa escola pertence ao Programa “Escolas do Campo” de Ivoti, formado por três escolas localizadas na zona rural. Como essas escolas já possuem hortas, e contam com o auxílio específico de um engenheiro agrônomo, a proposta foi iniciar o plantio de árvores na área adjacente para que se possa criar um espaço amplo e integrado, para a realização de aulas ao ar livre.

A professora responsável é da área de educação física e, juntamente à criação e à manutenção da horta, tem trabalhado questões relacionadas à alimentação saudável. Como a horta da escola já existia e foi mantida no mesmo local, os alunos visitaram o CEAMI para capacitação, onde puderam tirar dúvidas quanto ao manejo e cuidados com composteira e a horta.

No ano de 2018, as escolas que haviam implantado sua horta, mantiveram a manutenção com a equipe de merendeiras, professor responsável e alunos. Sendo abastecidas ao longo do período letivo com insumos (composto, mudas de chás, temperos e hortaliças) e assistência técnica prestada pela equipe do Ceami, sempre que solicitado. No ano de 2018 foram fornecidas às escolas durante o projeto mais de 900 mudas de hortaliças, chás e temperos.

EMEF 25 de Julho

Professor Responsável: Ana Paula Gusson

Turma envolvida diretamente: 6ºs anos – 50 alunos

Os monitores ecológicos, no dia 07/06/2018, na Semana de Meio Ambiente, realizaram a adoção das hortas das EMEIS (quatro unidades escolares), uma vez que a manutenção das mesmas resta prejudicada, pois não é possível mantê-las unicamente

com a ação das turmas, considerando que as escolas comportam alunos de até 5 anos. Nesse momento foi realizada a entrega de Certificado de adoção, um kit com mudas de hortaliças e um espantalho confeccionado pelos monitores com palha de milho.

Figura 4 -Adoção da Horta da EMEI Bem Querer



Para manutenção das hortas foram realizadas mais duas ações em cada EMEI durante o segundo semestre, nas quais os monitores

realizaram a colheita, incorporação de composto, limpeza dos canteiros e plantio.

Figura 5 - Ação de manutenção das hortas nas EMEIS (EMEI Jardim dos Sonhos)



No mês de junho de 2018 foi realizado, em parceria com as Escolas do Campo do Município o I Seminário de Educação Ambiental de Ivoti, cujo foco foi a troca de experiências e apresentação, pelos alunos, das práticas ambientais desenvolvidas em cada escola de ensino fundamental da cidade. Entre as ações, foram descritas, a

implantação e a manutenção das hortas escolares. O Seminário contou com a participação de 46 alunos e 12 professores, de todas as EMEF do Município. Após as apresentações os alunos puderam conhecer a horta da EMEF Nelda Schneck, que foi apresentada pelos alunos que a mantêm.

Figura 6 – 1º Seminário de Educação Ambiental de Ivoti 2018



Figura 7/8 – Horta de EMEF Nelda Schneck – Produção de biofertilizantes e experimentação nas Escolas do Campo, 2018.



A produção orgânica, com seus decretos e Instruções Normativas que disciplinam o processo de Certificação foi um debate que foi promovido nas ações no projeto. O desenvolvimento da agricultura orgânica no município, com especial atenção para a implantação das diferentes políticas públicas, incluindo a Chamada Pública de Agroecologia como ação de Formação, as Políticas da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural, e o Programa Agrícola Municipal de Ivoti, orientaram as práticas à campo. Também foi criada a Lei Municipal nº 3.131 de 26 de julho de 2017 – que institui a Semana Municipal da Alimentação Orgânica e Saudável. O avanço do debate sobre Formação de OCS (Organismo de Controle Social) no município, partindo da Cooperativa dos Agricultores e Agroindústrias de Ivoti (PROAGRIL); as capacitações na utilização de biofertilizantes na Produção de Hortaliças; o

incentivo na utilização de sementes de adubação Verde de Verão e Inverno; adoção de Práticas Conservacionistas de Manejo do Solo; ampliação das Feiras de Produtores locais – Programa de Regionalização do Abastecimento; formação do Grupo Pró-Orgânicos em Ivoti - Sociedade Civil e o estímulo à utilização de Sementes Crioulas; bem como estabelecer, de forma definitiva, o processo de consolidação de um grupo na Cooperativa dos Agricultores debatendo a Certificação Participativa (OCS), considerando as diversas propriedades em Transição de Base Ecológica no município, são também parte desta atmosfera agroecológica no qual este projeto se insere e fomenta, tanto a nível individual, na consolidação de uma horta escolar, como em processos coletivos, organizados e promovidos pelo poder público.

Figura 9: Formação em Hortas domésticas para as merendeiras da Rede Municipal de Ensino, Ivoti, 2018.



4. CONCLUSÕES

Uma horta é um espaço físico construído com o objetivo de se cultivar plantas úteis para as pessoas. Em uma horta podem ser produzidas plantas para fins alimentícios, medicinais, para obtenção de flores ou até mesmo com intuito paisagístico. Portanto, a realização desse projeto é imprescindível para a integração dos alunos jovens, que já não tem o mesmo contato com a natureza como antigamente e para desenvolver na comunidade a importância de criação de hortas em suas próprias residências. Mais do que isso, ao criarmos ambientes novos, que possam ser salas de aula ao ar livre, esses se tornam também, segundo Legan (2009), uma oportunidade de trabalhar em grupo e assumir a responsabilidade por nossas ações, *“se o estudante participa assumindo a responsabilidade de seu próprio conhecimento, ele formará a base de como trabalhar com os outros na vida adulta”*. Considerando esse aspecto, conclui-se que os resultados obtidos até o momento foram satisfatórios uma vez que, das 15 escolas públicas no Município, 11 manifestaram interesse no Projeto e o mesmo foi implantado em seis escolas em 2017. Em 2018 foram implantadas e mantidas as hortas das quatro Escolas Municipais de Educação Infantil, bem

com, instituídas diversas práticas agroecológicas na comunidade e Escolas.

O desenvolvimento da horta escolar é um processo contínuo. O público inicial pode ser restrito, porém, a tendência é que ocorra a expansão do envolvimento da comunidade escolar, seja diretamente ou através da disseminação dos conceitos e práticas aprendidas. Sendo assim, entende-se que um resultado importante a ser perseguido é a participação das demais escolas do Município com a continuidade do Projeto.

A junção do ambiente “escola” e a educação ambiental nunca acaba, pois os alunos sempre estarão em conjunto na construção e manutenção da mesma, onde os mais velhos vão saindo e dando espaço para os mais novos, sempre se renovando com novas ideias e multiplicando os saberes na família e na comunidade. Partindo do princípio de que, em educação ambiental, precisamos trabalhar com envolvimento e sensibilização constantes e que, segundo Capra (2006), pequenas ações podem causar profundas alterações nos hábitos de consumo e de vida, conclui-se que com esse Projeto podemos alcançar significativas mudanças na comunidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Capra, Fritjof et al. Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006. 312 p.
- [2] Hutchison, David. Educação ecológica: ideias sobre consciência ambiental. Porto Alegre: Artmed, 2000. 176 p.
- [3] Bianco, S.; Rosa, A. C. M. da; Instituto Souza Cruz. Hortas escolares: o ambiente horta escolar como espaço de aprendizagem no contexto do ensino fundamental: livro do

professor. 2. ed. Florianópolis: Instituto Souza Cruz, 2002. 77 p.

- [4] Legan, Lucia. Criando habitats na escola sustentável: livro de Educador / Lucia Legan. – Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, Pirenópolis, GO: Ecocentro IPEC, 2009.

- [5] Morin, Edgar; Ciurana, Emilio-Roger; Motta, Raúl Domingo. Educar na era Planetária. O pensamento complexo como Método de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez Editora, 2003.

Capítulo 2

ANÁLISE DA ADERÊNCIA DE UMA AUTARQUIA FEDERAL AOS EIXOS DA A3P – RIO DE JANEIRO/RJ

Igor Laguna Vieira

Elmo Rodrigues da Silva

Resumo: Na gestão ambiental pública é necessária a atuação dos órgãos, não somente regulando e fiscalizando, mas também atuando ativamente na preservação do meio ambiente. Nesse sentido, os governos vêm implantando programas e projetos para estimular os gestores públicos em práticas que incentivem a responsabilidade socioambiental no setor governamental, podendo-se citar a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), criada pelo Ministério do Meio Ambiente. Este artigo apresenta os resultados de um estudo qualitativo que avaliou o grau de aderência de uma autarquia federal aos eixos da A3P. Para tanto foi desenvolvida uma lista de verificação a partir das práticas sugeridas nos documentos de referência da agenda. Após a aplicação da lista, foi obtida uma aderência de apenas 25,78%, o que permite concluir que há deficiência na gestão ambiental da organização, que deve incentivar mais práticas que reduzam possíveis impactos que estão sendo causados pela sua atividade.

Palavras-chave: A3P. Gestão Pública. Desenvolvimento Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

O século XX foi palco de mudanças significativas no modo de vida humana. Com o desenvolvimento econômico e tecnológico, houve o aumento na demanda por recursos naturais e, conseqüentemente, da poluição ambiental. Foi a partir dos anos 1960 que se intensificou a pressão da sociedade para tentar impedir a destruição ao nível planetário, que pode levar, em curto prazo, a destruição da biodiversidade e da própria espécie humana.

A partir da década de 1970, a questão ambiental foi pauta de grandes eventos internacionais, destacando-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em junho de 1972, em Estocolmo, e a conferência posterior, em 1992, popularmente denominada “Rio 92”. Dentre outros fatos importantes nestes eventos, surgiu a Agenda Ambiental para o Século XXI e o conceito de desenvolvimento sustentável, visto como uma forma de desenvolvimento que permita que gerações atuais e vindouras possam ter garantida a qualidade de vida, sem que o novo modelo de produção e consumo adotado a partir do século XX leve necessariamente a uma intensa decadência ambiental (VAN BELLEN, 2004).

As organizações, sejam elas públicas ou privadas, possuem um papel importante nesse contexto voltado para a busca da sustentabilidade ambiental. O setor empresarial, por exemplo, ao otimizar o uso de recursos naturais e tecnologias mais avançadas em seus processos produtivos, podem evitar desperdícios e poluição, contribuindo com uma melhor gestão ambiental. Além disso, tendem a reduzir custos e aumentar a competitividade da organização (DOMENICO et al., 2015). De certa forma, a estratégia dos negócios ditos sustentáveis pode se traduzir na entrega de produtos que buscam atender as necessidades dos consumidores e provoquem menos danos ao meio ambiente.

Na gestão ambiental pública é necessária a atuação de seus órgãos, não somente regulando e fiscalizando, mas também atuando ativamente no processo de preservação do meio ambiente, assumindo um compromisso social e ambiental (CHAVES et al., 2013). O setor governamental deveria ser proativo em relação a questões ambientais, por ser ele responsável pela política e controle ambiental do país.

Nesse sentido, os governos vêm implantando programas e projetos para estimular os gestores públicos em práticas que estimulem a responsabilidade socioambiental no setor governamental. A esse exemplo, pode-se citar a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), criada e desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente, visando à construção de uma nova cultura institucional voltada para uma gestão socioambiental mais responsável (MMA, 2009).

A A3P é aplicável nas três esferas do governo (federal, estadual e municipal) e nos três poderes (executivo, legislativo e municipal), sendo sua adesão voluntária por parte das organizações públicas. Apesar disso, muitas instituições aderiram à agenda ambiental.

Este artigo visa apresentar os resultados de um estudo qualitativo que teve como objetivo avaliar a aderência de uma autarquia federal aos eixos da A3P.

Vieira e Silva (2017) também avaliaram a autarquia aqui analisada, porém utilizaram para tal outro método, o SICOGEA (Sistema Contábil Gerencial Ambiental), instrumento proposto por Pfitscher (2004) e aprimorado por Nunes (2010) e Uhlmann (2011).

Do ponto de vista metodológico, o estudo possui uma abordagem qualitativa e descritiva.

A relevância deste estudo está na possibilidade de contribuir para o aperfeiçoamento da gestão ambiental na instituição estudada, ao propor novos métodos para se avaliar os impactos negativos de suas atividades.

2. METODOLOGIA

Este estudo pode ser classificado como descritivo, quanto aos objetivos; como pesquisa de campo, quanto às fontes de dados; e como estudo de caso, quanto aos procedimentos de coletas de dados. Já a sua abordagem é qualitativa (SANTOS, 2015).

A pesquisa ocorreu na sede de uma autarquia federal, localizada no Rio de Janeiro/RJ. São duas edificações localizadas na mesma rua, com área total edificada de aproximadamente de nove mil m², onde trabalham 385 servidores e 130 trabalhadores terceirizados (manutenção, limpeza, recepção e segurança). O órgão foi escolhido pelo fácil acesso às informações pelos pesquisadores.

Ressalta-se que esse órgão ainda não aderiu à A3P, apesar de sua importância em termos ambientais.

Foi realizada uma pesquisa de campo junto aos setores entrevistados no intuito de verificar as ações de sustentabilidade socioambiental, desenvolvidas pela autarquia, relacionadas com os eixos temáticos da A3P, a qual se estrutura nos seguintes eixos temáticos: uso racional dos recursos naturais e bens públicos; gestão adequada dos resíduos gerados; qualidade de vida no ambiente de trabalho; sensibilização e capacitação dos servidores; compras públicas sustentáveis; e construções sustentáveis (MMA, 2017). Para isso, foram solicitados também dados e documentos aos gestores que pudessem subsidiar tal verificação.

No intuito de avaliar as práticas socioambientais da autarquia conforme os eixos temáticos da A3P foi desenvolvida uma lista de verificação a partir das práticas sugeridas nos documentos de referência da agenda. Teve-se o cuidado de evitar redundâncias quanto às questões formuladas. A lista de verificação possui um total de 65

questões, distribuídas conforme os eixos temáticos da agenda.

Optou-se por atribuir “notas” às questões para quantificar o atendimento às práticas da A3P, não havendo pesos diferentes entre as questões, a fim de evitar enviesamento, além de entender que a A3P não prioriza nenhum tema em detrimento de outro.

A escala de avaliação para a lista de verificação foi de 0 a 2. A opção “Não se Aplica” (NA) está presente.

Dessa forma, com respostas variando de 0 a 2 para cada questão, têm-se:

- 0 - para itens em que não se demonstra atendimento;
- 1 - para itens em que se demonstra atendimento parcial;
- 2 - para itens em que se demonstra atendimento pleno;

Após o preenchimento da lista de verificação, optou-se pelo uso da equação abaixo, analogamente ao método SICOGEA (NUNES, 2010; VIEIRA; SILVA, 2017).

$$\text{Índice geral de sustentabilidade} = \frac{\text{Pontos Alcançados}}{\text{Pontos Possíveis}}$$

Após a obtenção dos resultados, é possível analisá-los conforme o índice geral de sustentabilidade encontrado, de acordo com

o Quadro 1, sugerido por Nunes (2010) quando da proposição do SICOGEA (geração 2):

Quadro 1 - Índice Geral de Sustentabilidade

Resultado	Sustentabilidade	Desempenho: controle, incentivo, estratégia
Inferior a 20%	Péssimo – “P”	Grande impacto pode estar sendo causado ao meio ambiente
Entre 21 e 40%	Fraco – “F”	Pode estar causando danos, mas surgem algumas poucas iniciativas
Entre 41 e 60%	Regular – “R”	Atende somente à legislação
Entre 61 e 80%	Bom – “B”	Além da legislação, surgem alguns projetos e atitudes que buscam valorizar o meio ambiente
Superior a 80%	Ótimo – “O”	Alta valorização ambiental com produção ecológica e prevenção da poluição

Fonte: Nunes (2010)

Ao ser analisado o índice de sustentabilidade ambiental, é verificado qual o comprometido da instituição com a sociedade e o meio ambiente.

3.RESULTADOS

A Tabela 1 mostra a aderência do órgão às práticas consideradas ideais pela A3P. Por

esse método proposto, foi obtida uma aderência de apenas 25,78%, considerado como “Fraco”, utilizando para a avaliação uma referência análoga ao método SICOGEA (Quadro 1), que quer dizer que o órgão “pode estar causando danos, mas surgem algumas poucas iniciativas” para evitá-los ou minimizá-los.

Tabela 1 – Lista de Verificação da aderência do órgão à A3P

Eixos	Pontos Possíveis	Pontos Obtidos	Aderência	
			Resultado	Avaliação
Uso Racional dos Recursos Naturais e Bens Públicos	44	12	27,27%	Fraco
Gestão Adequada dos Resíduos Gerados	22	02	9,09%	Péssimo
Qualidade de Vida no Ambiente de Trabalho	18	00	0,00%	Péssimo
Sensibilização e Capacitação	14	04	28,57%	Fraco
Compras Públicas Sustentáveis	12	06	50,00%	Regular
Construções Sustentáveis	18	09	50,00%	Regular
Total Geral	128	33	25,78%	Fraco

Utilizando o método SICOGEA, Vieira e Silva (2017) obtiveram um total geral de 43,19% (Regular) para o órgão, o que mostra que no caso de adesão à A3P a situação da autarquia estudada é ainda mais problemática.

É possível perceber que a “Gestão Adequada dos Resíduos Gerados” é crítica, pois a autarquia sequer possui coleta seletiva implantada. Observa-se ainda a completa ausência de práticas do eixo “Qualidade de Vida no Ambiente de Trabalho”, o que pode comprometer a motivação dos colaboradores, reduzindo a produtividade no trabalho (MMA, 2009).

O órgão não utiliza papel reciclado e/ou não clorado, bem como a impressão de documentos no modo “frente e verso” não é o padrão. Além da adoção de tais medidas, recomendar-se-ia ainda o uso de “fontes ecológicas”, que reduziriam o consumo de cartuchos de impressora. Outra medida que poderia ser adotada é o modelo de “ilhas de impressão”, com uma impressora para diversos setores, o que facilitaria a fiscalização com relação a impressões pessoais que eventualmente possam estar ocorrendo no órgão. Sugere-se ainda a indicação de metas para fornecimento de papéis por setor, com a criação de um prêmio institucional para o setor que conseguisse atingir a maior redução relativamente ao ano anterior.

Em relação aos copos descartáveis, os mesmos são amplamente distribuídos pelo órgão. Sugere-se estabelecer a redução do fornecimento de copos descartáveis, distribuindo canecas reutilizáveis nos setores. Para eventuais visitantes, poderiam ser fornecidos copos de papel na copa, acabando o fornecimento de copos plásticos pelos corredores.

O órgão utiliza como combustível para seus veículos apenas álcool e gasolina. Poderia ser

realizada adaptação nos veículos de forma que pudessem utilizar ainda o gás natural veicular (GNV), o que reduziria os custos para o órgão, bem como a emissão de gases de estufa.

As lâmpadas instaladas no prédio são do tipo fluorescente. Recomenda-se a substituição gradual por lâmpadas de LED, mais econômicas. Não é plausível a substituição imediata, pois assim seria gerado um número grande de resíduos pelas lâmpadas fluorescentes e reatores eletrônicos. Dessa forma, é sugerido que a troca seja realizada na medida em que as lâmpadas atuais apresentem defeito, respeitando-se a vida útil das mesmas. Sugere-se ainda realizar estudos das instalações elétricas com o diagnóstico das perdas reais e de viabilidade para utilização de energia solar no prédio

Nos banheiros, percebe-se que a luz natural é suficiente para iluminá-lo durante o período diurno. Ainda assim, as luzes permanecem acesas durante todo o expediente. Sugere-se a instalação de sensores de presença fotosensíveis nesses ambientes. Foi tentado ainda, no passado, restringir o uso do ar condicionado a um determinado horário, mas a tentativa foi frustrada, especialmente nos meses mais quentes do ano.

Em relação ao consumo de água, o órgão demonstra possuir controle. São realizadas três leituras diárias do hidrômetro visando rastrear possíveis vazamentos. As torneiras tiveram seus arejadores substituídos por dispersores econômicos. No prédio mais novo as descargas já são todas do tipo econômicas. Sugere-se a expansão desse tipo de descarga para o prédio antigo.

Apenas o prédio mais novo do órgão possui um sistema de captação água da chuva, que é direcionada para os tanques de lavagem. Recomenda-se a extensão do reaproveitamento de águas pluviais para o

prédio antigo (o maior em área), aumentando o uso de águas cinzas na sede da autarquia.

O órgão ainda não possui um programa de coleta seletiva, o que contraria o Decreto nº 5940/06 (BRASIL, 2006). Aconselha-se a imediata instituição de Comissão para tal fim e o contato com cooperativas e associações para realizarem o recolhimento dos resíduos recicláveis. Para o descarte dos papéis, sugerem-se caixas de armazenamento em cada setor, que posteriormente seriam coletados e transformados em blocos de anotações ou direcionados para cooperativas, a depender do estado do papel.

Os resíduos de construção são retirados em caçambas contratadas para esse fim. Recomenda-se que na próxima contratação a empresa responsável pela manutenção predial se encarregue também da destinação adequada desse tipo de resíduo.

Os colaboradores da equipe de limpeza não foram capacitados para coletar e separar corretamente os resíduos, visto que o órgão não realiza a coleta seletiva. Faz-se necessário que os mesmos sejam capacitados para tal fim. O órgão não possui conhecimento exato do volume de resíduos gerados, dado que poderia resultar em melhorias à gestão ambiental, bem como no número de papéis higiênicos e toalhas de papel utilizadas diariamente.

É importante ainda que os servidores participem das ações de uso racional dos recursos naturais e bens públicos, bem como da gestão adequada dos resíduos sólidos, visto que tais atividades não devem ficar a cargo de alguns setores somente, mas devem contar com a participação de todos.

Foram observadas poucas ações destinadas a estimular a participação dos servidores e colaboradores quanto ao uso racional de recursos. Ainda que o órgão não possua uma política voltada para a gestão ambiental, nada impede que algumas atitudes sejam tomadas, como por exemplo: promoção de palestras, publicação de cartazes e comunicações internas. Campanhas com temáticas relacionadas ao uso racional do consumo de água, energia, papel e combustível, além favorecer o meio ambiente, poderiam reduzir as despesas do órgão.

Há a necessidade de o órgão incorporar critérios sustentáveis em suas compras e contratações, de forma mais efetiva, fazendo seu papel de indutor do mercado no aumento

da oferta de produtos e serviços sustentáveis. Outra ação a ser tomada é a inclusão nos instrumentos convocatórios da logística reversa para os resíduos sólidos gerados. Como ponto positivo pode-se apontar que a maior parte das compras do órgão é realizada por sistema *online* (Pregão Eletrônico - Comprasnet).

A contratação das empresas responsáveis pela área de manutenção do órgão não prioriza aquelas que apresentam programas ou projetos ligados à área socioambiental. Sugere-se a revisão do processo de seleção dessas empresas prestadoras de serviços, a fim de que sejam priorizadas as que possuam maior apelo socioambiental.

Observa-se que a arquitetura dos prédios, aliada ao clima da região, não favorece a ventilação natural, o que faz que em boa parte do ano seja utilizado ar condicionado nos setores. A entrada de luz natural também não é suficiente para que as luzes artificiais possam ser apagadas durante o horário de expediente.

O órgão ainda possui espaços que não atendem questões de acessibilidade. Aconselha-se que tais adaptações sejam efetuadas.

Os bens que não serão mais utilizados pela organização são basicamente divididos em dois grupos: recuperáveis e irrecuperáveis. Aqueles considerados recuperáveis são doados a outras instituições. Os bens irrecuperáveis são tratados como "lixo comum", necessitando a instituição definir o método de armazenamento e disposição final adequados.

O órgão possui plano de saúde para os servidores, extensível aos seus dependentes. Além disso, são concedidos auxílios pré-escolar e alimentação.

Dos servidores da autarquia, aproximadamente 28% possuem mestrado e 22% são doutores. O nível de capacitação dos funcionários impacta diretamente na remuneração, pois há uma retribuição por titulação, o que incentiva os servidores a se especializarem.

São raras as ações ligadas à capacitação de servidores destinadas a sensibilizá-los ou a orientá-los quanto à preservação ambiental.

A autarquia não possui em sua Gestão Institucional especialistas da área ambiental. Mesmo se tratando de um órgão público que

não causa impactos expressivos ao meio ambiente, a figura de um profissional especializado nessa área poderia dar suporte à instituição quanto aos seus riscos ambientais. Além disso, tal profissional poderia contribuir na especificação para a aquisição de produtos e serviços mais sustentáveis.

O órgão também não possui implantado nenhum Sistema de Gestão Ambiental, tampouco um plano de “qualidade ambiental”. Ao longo da lista de verificação percebe-se que foram poucas as iniciativas relacionadas às questões ambientais e, até em razão disso, praticamente não houve campanhas de divulgação nessa área. Nessa perspectiva, é necessário que o órgão aprimore os processos sistemáticos de ações de preservação socioambiental envolvendo clientes e a comunidade.

O órgão disponibiliza canais de relacionamento para contato com os clientes. É importante que a gestão do órgão considere sempre o *feedback* de seus clientes, a fim de que os erros e acertos oriundos da execução de suas atividades possam ser avaliados, no intuito de melhorar a comunicação com os usuários.

Pode-se ressaltar ainda a importância de uma política de comunicação sobre a

responsabilidade socioambiental, o que favoreceria a imagem da organização, visto que quando a relação com o meio ambiente é valorizada, sua imagem diante da opinião pública tende a se tornar diferenciada.

4. CONCLUSÃO

Para a lista de verificação da A3P, foi constatada uma aderência de apenas 25,78% para as práticas consideradas ideais pela agenda, resultado considerado “fraco”.

Os resultados mostram a deficiência da gestão ambiental na organização, que deve incentivar práticas que reduzam os possíveis impactos que estão sendo causados pela sua atividade.

Dentre as limitações do método proposto, pode-se exaltar o fato de que a consistência da análise dos dados pelo pesquisador decorre da efetividade das respostas aos questionários, o que pode torná-la subjetiva.

Como sugestão poderiam ser inseridos pelo MMA no futuro mais dois eixos temáticos aos outros seis eixos da A3P, a saber: “Responsabilidade Socioambiental” e “Gestão Institucional”.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Decreto Nº 5.940, de 25 de Outubro de 2006. Brasília, 2006.
- [2] Chaves, Leonardo Corrêa et al. Gestão ambiental e sustentabilidade em instituições de ensino superior: construção de conhecimento sobre o tema. Revista Gestão Universitária na América Latina - Gual, Florianópolis, v. 6, n. 2, p.33-54, 29 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2013v6n2p33>.
- [3] Domenico, Daniela di et al. Análise de sustentabilidade ambiental: estudo de caso em uma indústria de eletrodomésticos. Contexto, Porto Alegre, v. 15, n. 31, p.24-37, set./dez. 2015.
- [4] Mma. Agenda Ambiental na Administração Pública. 5. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 100 p.
- [5] _____. Eixos Temáticos. 2017. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos> >. Acesso em: 11 out. 2017.
- [6] Nunes, João Paulo de Oliveira. Um aporte ao sistema contábil gerencial ambiental: elaboração e aplicação parcial do novo sistema em clínica hospitalar. 2010. 243 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Contabilidade, Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- [7] Pfitscher, Elisete Dahmer. Gestão e sustentabilidade através da contabilidade e controladoria ambiental: estudo de caso na cadeia produtiva de arroz ecológico. 2004. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- [8] Santos, Antonio Raimundo dos. Metodologia Científica: A construção do conhecimento. 8. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015.
- [9] Uhlmann, Vivian Osmani. Contribuições ao desenvolvimento do Sistema Contábil Gerencial Ambiental – geração 2: proposição da terceira geração do método. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Contabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

[10] Van Bellen, Hans Michael. Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 7, n. 1, p.67-88, jan./jun. 2004.

[11] Vieira, Igor Laguna; SILVA, Elmo Rodrigues da. Análise da Aplicação do Sistema

Contábil Gerencial Ambiental (SICOGEA) em uma Instituição Autárquica Federal – Rio de Janeiro - RJ. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 12., 2017, Rio de Janeiro. Anais... . Rio de Janeiro: CNEG, 2017. p. 1 - 17.

Capítulo 3

DESAFIOS DO CONSUMO SUSTENTÁVEL: PERCEPÇÃO DOS ACADÊMICOS EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA DE UM CENTRO UNIVERSITÁRIO

Gilberto Lúcio Mendes Júnior

Izabel Cristina de Matos Andrade

Sérgio Ricardo Magalhães

Talilian Joelma Borges

Resumo: O presente estudo tem como objetivo expor ações e atitudes cotidianas dos acadêmicos em Engenharia Ambiental e Sanitária de um Centro Universitário da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, demonstrando como o entendimento e a percepção de suas escolhas interfere diretamente na qualidade de vida, modificando o equilíbrio do meio ambiente, podendo ser esse problema minimizado pela prática do consumo sustentável. A metodologia empregada baseou-se em revisão de literatura e aplicação de questionário semiestruturado com questões relacionadas ao consumo, sustentabilidade e educação ambiental para acadêmicos das turmas de Engenharia Ambiental do Centro Universitário a fim de se perceber como esses tratam o tema consumo sustentável. Os resultados demonstraram que os acadêmicos vivenciam certas atividades que contribuem para a minimização de efeitos no meio ambiente, no entanto há muito que ser feito no campo da conscientização e educação ambiental.

Palavras-chave: Consumo. Sustentabilidade. Educação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Consumir é um ato concernente da vida humana, baliza as relações sociais e faz parte do movimento da economia, no entanto, o padrão consumista da sociedade contemporânea tem conduzido os indivíduos a um consumo desnecessário, ostentatório, excessivo e perdulário. Os objetos não são adquiridos exclusivamente por sua utilidade, mas aliam o prestígio simbolizado por sua posse. As identidades dos cidadãos se configuram no consumo e o status muitas vezes pode ser medido pelo que se consome.

O ato de consumir pode contribuir tanto para a satisfação de necessidades, melhorando a qualidade de vida e favorecendo o desenvolvimento local, quanto para a exploração dos recursos naturais e o aumento da desigualdade social. O consumo sustentável configura-se como uma das possibilidades de tratamento da questão dos impactos gerados pelo consumismo.

A noção de consumo sustentável prevê um compromisso com a moralidade pública, através de ações coletivas, e implementação de políticas multilaterais de controle, tanto da produção quanto do consumo. Ele envolve mudanças de atitude aliadas à necessidade de transformação do sistema de valores e atitudes dos cidadãos.

Esse estudo tem como objetivo conhecer a percepção dos acadêmicos em Engenharia Ambiental e Sanitária de um Centro Universitário Metodista da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais sobre consumo sustentável e demonstrar a importância desse tipo de consumo e como as ações e atitudes diárias, o entendimento e a percepção das nossas escolhas enquanto seres humanos interferem diretamente na nossa qualidade de vida e no meio ambiente.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi caracterizada como sendo de caráter quantitativo, com pesquisa exploratório-descritiva, aplicada em pesquisa de campo. De acordo com Lakatos e Marconi (2001), estudos exploratórios são investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar

conceitos. Uma pesquisa exploratória, conforme Gil (2002) tem como objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Onde pesquisas desta natureza objetivam principalmente “o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições”.

A presente pesquisa configurou-se a partir da revisão da literatura quanto à temática sobre desafios do consumo sustentável com coleta de dados secundários realizados por meio de consultas a internet, livros e artigos científicos publicados em periódicos da área. Aplicou-se também um questionário semiestruturado, que consistiu na pesquisa em campo, com questões relacionadas ao consumo, sustentabilidade e educação ambiental para os acadêmicos das turmas de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário em estudo, matriculados entre o 1º e 10º período, no primeiro semestre de 2016. Por envolver participação de seres humanos, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, sendo aprovada. Os acadêmicos participantes assinaram o do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e tiveram a garantia do sigilo da participação. A análise dos resultados foi realizada através de leitura e interpretação das respostas obtidas no questionário semiestruturado e consequente tabulação das informações em gráficos em Excel a fim de facilitar a discussão.

3. RESULTADOS OBTIDOS

A aplicação do questionário ocorreu entre os dias 31/03/2017 a 04/04/2017. Os acadêmicos matriculados do 1º ao 10º períodos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária no 1º semestre de 2014 (exceto o 2º período que não tinham alunos matriculados no semestre em questão) receberam a visita do entrevistador com explicações sobre os objetivos da pesquisa e apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Num universo de 232 (duzentos e trinta e dois) acadêmicos matriculados no curso em questão no referido semestre (conforme informações da secretaria acadêmica), apenas 89 (oitenta e nove) consentiram em participar da pesquisa, o que representou um total de 38% da amostra de acadêmicos participantes.

O questionário semiestruturado continha 11 (onze) questões tendo como eixos

norteadores: dados gerais e perfil do acadêmico, consumo sustentável, educação ambiental, economia de água, economia de energia, economia de alimentos, reciclagem, resíduos e poluição ambiental.

Os resultados após tabulados e analisados demonstraram em relação ao perfil dos acadêmicos participantes que 57% eram do sexo feminino e 43% do sexo masculino. Quanto à idade dos participantes 64 (sessenta e quatro) acadêmicos, ou seja, 72% dos entrevistados possuíam idade entre 17 e 26 anos, 24% tinham idade entre 27 e 36 anos e 4% apresentaram idade acima de 36 anos. Tal perfil sugere uma parcela do público que frequenta o curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária na instituição pesquisada são na maioria mulheres com idade até 26 anos.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2006), o modo de vida das sociedades modernas não tem contribuído para a sustentabilidade: “o contrário, tem sido responsável pela aceleração do processo de aquecimento global, cujos efeitos já são visíveis, por exemplo, na elevação das temperaturas médias anuais e em alterações na frequência e intensidade de fenômenos como chuvas, períodos de estiagem”.

Dessa forma o questionário abordou questões de hábitos simples que fazem parte de uma cultura sustentável, como o uso de copos de vidro ou xícaras no lugar dos descartáveis. Dentre os entrevistados, 62% responderam que possuem sua própria xícara no local de trabalho, já os 38% restantes disseram que não têm tal utensílio e usam em média 2,5 copos por dia. Mesmo dentro do grupo dos usuários que possuem xícaras no serviço, observou-se que 16 (dezesesseis) acadêmicos usavam também copos descartáveis ao longo do dia, média de 2,1 copos por dia.

Versando sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), consoante ao princípio dos 3R's: Reduzir, Reutilizar e Reciclar – o documento tem regulado desafios práticos quanto à reciclagem no Brasil para o estabelecimento e fortalecimento de consumo sustentável.

Segundo o INPE (2006) a reciclagem é uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista social como ambiental. Por meio de ações simples cotidianas é possível praticar o consumo sustentável: reduzir significa

consumir menos produtos e preferir aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade. Reutilizar é, por exemplo, usar novamente as embalagens. Exemplo: os potes plásticos de sorvetes servem para guardar alimentos ou outros materiais. Reciclar envolve a transformação dos materiais, por exemplo fabricar um produto a partir de um material usado. Podemos produzir papel reciclando papéis usados. Papelão, latas, vidros e plásticos também podem ser reciclados [...]. (INPE, 2006).

Com isso, foram notadas as seguintes práticas positivas entre os acadêmicos: 84% responderam que “sempre” fecham a torneira quando escovam os dentes diariamente, 12% “às vezes” o fazem e 2% que “nunca” procedem desta maneira.

Quanto ao quesito reutilizar, 56% respondeu que reutilizam o verso das folhas de papéis já utilizadas, 43% “às vezes” usam e 3% “nunca” usam.

Para Edwards (2008), os conceitos - consumo consciente, ético e sustentável - devem ser inseridos nos valores da sociedade para se tornarem efetivos, “a chave está na educação, desde a escola primária até os cursos de pós-graduação”. Um exemplo disso são as campanhas de conscientização para o descarte correto de resíduos, que têm como objetivo o exercício contínuo da atividade. Essa prática entre os acadêmicos corresponde a 72%, ou seja, na faculdade ou no trabalho os estudantes disseram que “sempre” descartam lixo no local correto, 29% relataram que “às vezes” e 1% disse que “nunca” o faz. É importante ressaltar que no Centro Universitário em estudo não existe incentivo para realização da coleta seletiva e tampouco coletores destinados à segregação dos resíduos gerados por tipo.

Ainda em relação à reutilização das embalagens dos produtos, apenas 16% dos alunos responderam que “sempre” realizam tal prática em suas residências. O restante, 56% dos acadêmicos disseram reutilizar as embalagens “às vezes”, 28% “nunca” reutilizam.. Outro ponto observado entre os participantes da pesquisa é que 39% deles “nunca” separam o que pode ser reciclado em casa, somado aos 46% que “às vezes” realizam o ato, o que demonstra que muito deve ser feito ainda para minimização dos problemas ambientais por meio de práticas sustentáveis simples. Apenas 12% “sempre”

separam produtos recicláveis em casa e 5% mostraram-se indiferentes quanto à atividade.

Outra realidade apresentada foi de que 55% dos acadêmicos “sempre” planejam suas compras, ou seja, pensam no pagamento à vista ou parcelado ou o financiamento de suas compras, contra 39% “às vezes”, 4% “nunca” e 2% “indiferente”. Relacionado ao tema do dado anterior 82% dos entrevistados disseram comprar produtos piratas ou sem nota fiscal e 9% “nunca” compraram. A procedência dos produtos pode ser consultada evitando-se assim o uso de artigos prejudiciais ao meio ambiente.

A necessidade de consumo não tem sido eficiente em prover, mesmo para os incluídos, uma vida boa e digna. “A felicidade e a qualidade de vida têm sido cada vez mais associadas, reduzidas e dependentes da quantidade de consumo, provocando um ciclo de supertrabalho para manter um superconsumo ostentatório, que reduz o tempo dedicado a lazer e as demais atividades e relações sociais” (SCHOR apud PORTILHO, 2010).

Arrolado a este pensamento foi questionado se antes de comprar algo ou consumir, o entrevistado pensa sobre como este produto foi fabricado, o material utilizado, mão de obra, preço e local de origem. Os resultados apresentados foram de que apenas 4% “sempre” refletem sobre esses quesitos, contra 35% que “nunca” o fazem. Já 55% “às vezes” pensam a respeito e 6% estão “indiferentes”. Dos 55% que “às vezes” pensam a respeito da procedência de suas compras, 25% disseram “sempre” comprar produtos de material reciclado, 65% “às vezes”, 6% “nunca”. Separadamente, quando perguntado quanto à compra de produtos reciclados o percentual do conceito “às vezes” sobe para 71% entre os estudantes. Percebeu-se com esses resultados que existe uma grande diferença entre pensar em comprar produtos reciclados e efetivamente realizar a compra dos mesmos.

Uma pesquisa do Instituto Akatu (2006) apresenta o consumo sustentável como um fenômeno social novo e em fase de desenvolvimento. Conforme considerações do estudo este conceito está entre duas primeiras fases de um longo processo histórico, destacado de cinco fases, no qual a ‘idéia’ deve passar até se consolidar como conceito e os indivíduos adotarem como posturas estáveis, baseada numa hierarquia

racional de escolhas. “A primeira destas fases caracteriza-se pela aparição do fenômeno e pelo primeiro contato do público com ele. Nesta fase, o comportamento do público tende a apresentar reações mais imediatas, não sendo caracterizado por condutas genuínas e sendo muito influenciado pela forma como a mídia e os outros agentes disseminadores o divulguem. A segunda fase é a de familiarização do público com o tema a partir da regularidade com que o assunto passa a figurar na agenda da mídia. O público é mais receptivo e começa a se identificar com preferências e orientações relacionadas ao tema, mas ainda de maneira passiva. Nesta fase, os comportamentos e os princípios anda não convergem” (AKATU, 2006, p.47).

Uma das questões da pesquisa abordava o conhecimento dos acadêmicos quanto à marca, produto ou produção de materiais reciclados durante a fabricação e as respostas foram diversas. Natura foi a marca mais lembrada, mencionada por 10 (dez) acadêmicos seguida pela marca Guaraná Antártica lembrada por 08 (oito), Coca-Cola, 04 (quatro) e Ambev 04 (quatro). Chamex, Fiat e Grenn Co. foram mencionadas por 03 (três) acadêmicos, assim como também as vassouras de PET. Um dado preocupante foi a constatação de que 35 % dos acadêmicos entrevistados disseram não conhecer nenhum produto reciclado.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os resultados obtidos pode-se observar que o conhecimento da realidade vivenciada pelos acadêmicos pode proporcionar reflexões acerca do desenvolvimento local sustentável. Franco (2002) defende que o elemento principal do capital humano, do ponto de vista do desenvolvimento local integrado e sustentável, não reside simplesmente no nível de escolaridade, mas na capacidade das pessoas de fazer coisas novas, exercitarem a imaginação criadora, entendida, neste contexto, como o seu desejo, sonho e visão. E se mobilizar para desenvolver atitudes e adquirir conhecimentos necessários capazes de permitir a materialização do desejo, a realização do sonho e a viabilização da visão.

Os resultados mostraram também que algumas práticas, na verdade poucas, são realizadas pelos acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro

Universitário pesquisado. É possível verificar uma atuação mediana dos acadêmicos quanto à sustentabilidade no dia a dia. Esses preocupam-se com a conservação ambiental apenas no momento da decisão do consumo, mas na prática é bem diferente. Um dos motivos pode ser os preços elevados dos produtos “ecologicamente corretos”.

Ainda é desafiador transformar a idéia de consumo sustentável em ação e prática diária dos cidadãos, promover a reflexão dos hábitos de consumo da população e buscar o equilíbrio entre a satisfação pessoal e da sociedade com o bem estar, também, da natureza, a manutenção de seus recursos naturais e com menor impacto ambiental.

Em uma pesquisa nacional de opinião realizada pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012) com o título “o que o brasileiro pensa do meio ambiente e consumo sustentável” ficou claro que o conhecimento dos brasileiros sobre consumo sustentável e desenvolvimento sustentável difere muito pouco conforme a escolaridade e sexo. Dados da pesquisa em questão demonstraram que 53% dos entrevistados, de uma amostra composta por 2.201 (duas mil duzentas e uma) entrevistas com a população adulta (a partir de 16 anos) residente em áreas urbanas e rurais do Brasil desconhecem o conceito de desenvolvimento sustentável e 66% dos entrevistados desconhecem o conceito de consumo sustentável.

A chave para o desenvolvimento sustentável é a participação, a organização, a educação e o fortalecimento das pessoas. O desenvolvimento sustentado não é centrado na produção, e sim no seu capital humano. Deve ser apropriado não só aos recursos e ao meio ambiente, mas também a cultura, história e sistemas sociais do local onde ele ocorre.

A sobrevivência da humanidade vai depender da educação, não somente ecológica, mas também da capacidade o ser humano compreender os princípios básicos da ecologia e viver de acordo com eles. Isso significa que a educação tem de se tornar uma qualificação essencial de políticos, líderes empresariais e profissionais de todas as áreas e principalmente, da sua comunidade local, e tem que ser um dos assuntos mais importantes das educações primária, secundária e superior. Deve ser tratado de forma interdisciplinar em todas as

áreas do conhecimento, sem privilégios. O corpo docente deve ser o propulsor dos alunos, na busca incessante de pesquisa e estudo, de modo a inovar e criar alternativas que propiciem o consumo sustentável. Trabalhar as áreas do conhecimento de forma multidisciplinar é o meio para promover o debate constante, no dia-a-dia da sala de aula, visando criar a cultura entorno da problematização.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do estudo demonstraram que os acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário em estudo vivenciam certas atividades que contribuem para a minimização de efeitos no meio ambiente, no entanto há muito que ser feito no campo da conscientização e educação ambiental. Mesmo cursando uma graduação na área ambiental percebeu-se que muitos conceitos parecem estar enraizados na cultura da sociedade brasileira, o que dificulta novas perspectivas e discussões.

Embora o impacto criado por consumidores individuais seja muito pequeno, é de conhecimento também que o resultado coletivo dos consumidores é significativo tendo em vista que a produção em massa é o um dos maiores símbolos do sucesso das economias capitalistas. Todos habitantes do planeta usufruem dos recursos ambientais, com isso, a vida só será sustentável se combinar todas as ações em prol do futuro, da continuidade do progresso tecnológico e evolução humana. A sustentabilidade é um dos empreendimentos para o consumo, relevante para toda a sociedade, uma vez que pode ser praticada em casa, nas empresas, e pelo poder público.

A natureza constitui a diretriz da sustentabilidade, sendo aplicada de diversas formas: “a ideia de crescimento e de bem-estar social deve ser equilibrada com a conservação dos recursos ambientais pelas gerações presentes em benefício das gerações futuras” (EDWARDS, 2008).

Para que sejam consumidores responsáveis em relação ao ambiente, as pessoas precisam de informações sobre as conexões entre suas atitudes e opções como consumidores e a degradação do meio ambiente. Geralmente, os consumidores são mal informados sobre as consequências, para

o ambiente, das escolhas de consumo e estilo de vida. Assim Sachs (2002), sugere que o “uso produtivo não necessariamente precisa prejudicar o meio ambiente ou destruir a diversidade, se tivermos consciência de que todas as nossas atividades econômicas estão solidamente fincadas no ambiente natural”.

REFERÊNCIAS

[1] Akatu. Pesquisa nº 7: como e por que os brasileiros praticam o consumo consciente? São Paulo, 2006.

[2] Brasil Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

[3] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável. Pesquisa nacional de opinião: principais resultados. Rio de Janeiro: Overview, 2012.

[4] Edwards, Brian. O guia básico para a sustentabilidade. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

[5] Franco, Augusto de. Pobreza e desenvolvimento local. Brasília: ARCA Sociedade do Conhecimento, 2002.

Diante desses resultados faz-se necessário rever as reflexões sobre o consumo sustentável nas discussões providas nas aulas e estudos promovidos nas universidades e centros universitários, numa tentativa de ampliar as possibilidades de transformação do comportamento de consumo dos acadêmicos.

[6] Gil, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[7] Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O futuro que queremos. Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em 28/09/2013.

[8] Lakatos, Eva Maria. Marconi, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

[9] Portilho, Fátima. Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania. São Paulo: Cortez, 2010, 255p.

[10] Sachs, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

Capítulo 4

DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS ATRAVÉS DE TECNOLOGIAS LIVRES

Vania Elisabete Schneider

Adriano Gomes da Silva

Mayara Cechinatto

Miguel Ângelo Pontalti Giordani

Odacir Deonísio Gracioli

Resumo: Este trabalho tem em vistas apresentar o desenvolvimento do lado cliente de um Sistema de Informações Geográficas, cuja finalidade é manipular dados geográficos através da inserção, remoção, alteração e exibição de pontos, como ferramenta de auxílio na tomada de decisões relacionadas a diversas áreas, entre elas se destaca a ambiental. A implementação da aplicação cliente se deu utilizando a linguagem de programação Javascript, com o auxílio de bibliotecas gratuitas, a linguagem de marcação HTML e a linguagem de definição de estilos CSS. Sua interface se divide em: área de inserção de dados, ao topo, o mapa, ao centro e uma tabela jqGrid na parte inferior, para auxiliar na consulta dos dados exibidos no mapa, os quais são armazenados no navegador do usuário. Por fim, este trabalho pretende servir de suporte para o posterior desenvolvimento do lado servidor da aplicação, o que engloba a implementação dos modelos a serem aplicados sobre os dados do webmapa e o banco de dados.

Palavras Chave: Sistema de informações geográficas, Gestão Ambiental, Tecnologias Livres.

1. INTRODUÇÃO

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) tem por objetivo analisar, armazenar e manipular dados em que as características atreladas ao seu estudo envolvam uma localização geográfica (CÂMARA, 1996; VILLACRESES et al., 2017). Um SIG comporta desempenhar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA, 1996). Tais dados são representados por pontos, linhas e áreas nos quais são associados atributos e características de cada representação (LEITE et al., 2012). Pela possibilidade de aplicação a diversas tarefas e resolução de diferentes problemas, é considerado um sistema de uso geral (GEERTMAN e STILLWELL, 2004).

Como ferramenta de gestão, um SIG permite a tomada de decisões de maneira mais efetiva, facilitando a visualização de critérios sociais, culturais, econômicos e ambientais de uma região, tendo entre suas capacidades mais importantes a agregação espacial de dados para modelagem, a escolha de terreno e a análise de adequação da terra (VILLACRESES et al., 2017; ARABSHEIBANI, SADAT e ABEDINI, 2016). Suárez-Vega e Santos-Peñate (2013) utilizam um SIG como um sistema de apoio à decisão na alocação de novas filiais de uma empresa em expansão, visando resolver o problema de redes competitivas em localização. Em Miller e Shaw (2015) são abordadas questões que abrangem a otimização de rotas. Já Nóbrega et al. (2013) aplica a análise multicritérios acoplada a um SIG para apoiar as decisões em transportes, integrando informações, procedimentos e regras de decisão de forma coordenada e organizada, com vistas a avaliar propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários.

Este trabalho tem em vistas apresentar o desenvolvimento do lado cliente de um SIG, cuja finalidade é manipular pontos geográficos através da inserção, remoção, alteração e exibição de pontos, limites e resultados de modelos aplicados a determinados pontos, como ferramenta de auxílio na tomada de decisões relacionadas a diversas áreas, entre elas se destaca a ambiental. Yue e Wang (2006) utilizaram um SIG como ferramenta de auxílio para determinar com precisão locais para a alocação de fontes de energia renovável conforme a utilização do solo, buscando a melhor implementação destes recursos.

Arabsheibani, Sadat e Abedini (2016) utilizaram uma abordagem híbrida de critérios múltiplos em conjunto com um SIG para a avaliação da sustentabilidade do solo para a implantação de parques industriais. Na aplicação de modelos em SIGs, Duran-Fernandez e Santos (2014) implementaram e aplicaram um modelo com a finalidade de calcular o menor caminho entre duas localizações pertencentes a rede nacional de estradas do México. Randall e Baetz (2015) utilizaram um modelo aplicado a um SIG para mensurar o uso do solo na expansão de bairros suburbanos, no Canadá. Gigović et al. (2017) aplicou um modelo que combina um SIG com métodos de análise para selecionar locais adequados para implantar parques eólicos na Sérvia. Entre outros trabalhos que aplicam ou combinam modelos a SIGs (TÜRKÖZ E TOSUN, 2010; SACHELLI, MEO E PALETTO, 2013; MADANI E NIYAZI, 2015; NEH, 2015).

A necessidade do desenvolvimento de um SIG genérico o suficiente para atuar como uma ferramenta de gestão ambiental, que abrangesse a manipulação de dados e aplicação de modelos voltados a resolução de problemas pertinentes aos SIGs, com a utilização de software livre, surgiu, neste contexto, com base nas possíveis aplicações de um SIG e na ausência de ferramentas online que possuam tal caráter genérico. A apresentação ao usuário foi desenvolvida com o intuito de interatividade e pontualidade na exibição das informações pertinentes ao mesmo em relação ao sistema, bem como a manipulação destas, com vistas a ser utilizado na resolução de problemas determinados pelo usuário, conforme sua necessidade, desde que sejam utilizados os modelos disponíveis no sistema ou a ele sejam acoplados novos modelos, devidamente desenvolvidos e testados.

2. METODOLOGIA

Dentre as possíveis abordagens para um SIG, utilizou-se neste trabalho a abordagem *toolbox*, que trata um SIG como sendo um conjunto de ferramentas e algoritmos para manipulação de dados geográficos (CÂMARA, 1996). O desenvolvimento incremental é definido, na engenharia de software, como uma prática onde as atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas como uma série de versões onde cada uma adiciona novas

funcionalidades a versão anterior (Sommerville, 2011). Em conjunto com o desenvolvimento incremental, para a engenharia do sistema, o padrão cliente-servidor pode ser caracterizado como a organização em conjuntos de serviços e servidores associados a clientes que utilizam os serviços (Sommerville, 2011). Tais foram as abordagens empregadas no desenvolvimento do sistema, em seu lado cliente, onde este possui o processamento da informação, sua exibição e manipulação através da interface e do *webmapa*, armazenando-as localmente para serem enviadas ao servidor posteriormente.

A implementação da aplicação cliente se deu utilizando a linguagem de programação Javascript, a linguagem de marcação HTML e a linguagem de definição de estilos CSS, com o auxílio das seguintes bibliotecas gratuitas para a linguagem Javascript: JQuery, Openlayers, Papaparse, Bootstrap, Alpaca Forms e jqGrid. A biblioteca JQuery serve de base para algumas operações que possuem mais complexidade quando implementadas apenas através de Javascript, como é o caso do envio e requisição de dados de um servidor. Para o *webmapa*, a biblioteca Openlayers foi utilizada, a qual permite a exibição de dados vetoriais, incluindo pontos, provenientes de quaisquer fontes. A biblioteca Papaparse disponibiliza funcionalidades que auxiliam na leitura de arquivos no formato JSON e CSV, permitindo assim a utilização de arquivos em ambos os formatos para a exibição de dados no *webmapa*. Para a modelagem da interface de usuário, em conjunto com HTML e CSS, foi utilizado o Bootstrap, framework que tem em vistas oferecer soluções para a implementação de aplicações que necessitem de responsividade em sua exibição, ou seja, se adequem visualmente a diversas plataformas de acesso, permitindo que a informação exibida seja acessível independente de qual plataforma será utilizada para acessar o sistema. No âmbito da criação de formulários dinâmicos, foi utilizada a biblioteca Alpaca Forms. Ela remove a necessidade de implementação de um formulário estático para

cada uma das operações disponíveis sobre o mapa, pois faz uso da leitura de configurações para a montagem dos formulários. Junto ao *webmapa*, na interface de usuário, os dados projetados sobre ele são carregados em uma tabela, pela biblioteca jqGrid, para facilitar a visualização e seleção de pontos pelo usuário. Ao selecionar um registro na tabela, o ponto ao qual aquele registro faz referência é centralizado no mapa.

O armazenamento dos dados inseridos no SIG é realizado localmente, através do método *localStorage*, disponível nas versões mais recentes dos navegadores que estão de acordo com os padrões do HTML5 (W3C, 2017). Entretanto, esta forma de armazenamento de dados é volátil, pois sua implementação ocorre apenas em lado Cliente, o que gera a necessidade de um banco de dados em lado servidor para comunicar-se com a aplicação de modo a fornecer consistência e disponibilidade dos dados entre diversas plataformas Cliente.

3. RESULTADOS

A interface está subdividida em uma área de inserção de dados, ao topo, o mapa, ao centro e uma tabela jqGrid na parte inferior, para auxiliar na consulta dos dados exibidos no mapa, como disposto na Figura 1. Ao selecionar um registro na tabela, o ponto ao qual aquele registro faz referência é centralizado no mapa. É possível inserir limites para uma determinada área e pontos de diferentes tipos, a serem identificados, bem como a exibição dos resultados dos modelos aplicados no SIG, a exemplo das Figuras 2 e 3, respectivamente. A inserção pode ser feita manualmente ou através de arquivos em formato JSON, de acordo com o formato GeoJSON (Butler et al., 2008), e CSV, com a única restrição de que, na nomenclatura do arquivo, exista a identificação se é um arquivo de pontos, limites ou linhas. O mapa permite, sobre os pontos, operações relativas à inserção, consulta, atualização e remoção.

Figura 1 - Tela principal do SIG

Nome	Latitude	Longitude	Tipo
Cerro Dos Narcisos (224)	-29.6866455078125	-52.0700759887695	2
Estancia Mariante (1720)	-29.7112638212109	-51.9776175356488	2
Isabel (1008)	-29.5008847462592	-52.3024088236581	2
Santa Emilia (2064)	-29.5236759185791	-52.2152671813965	2

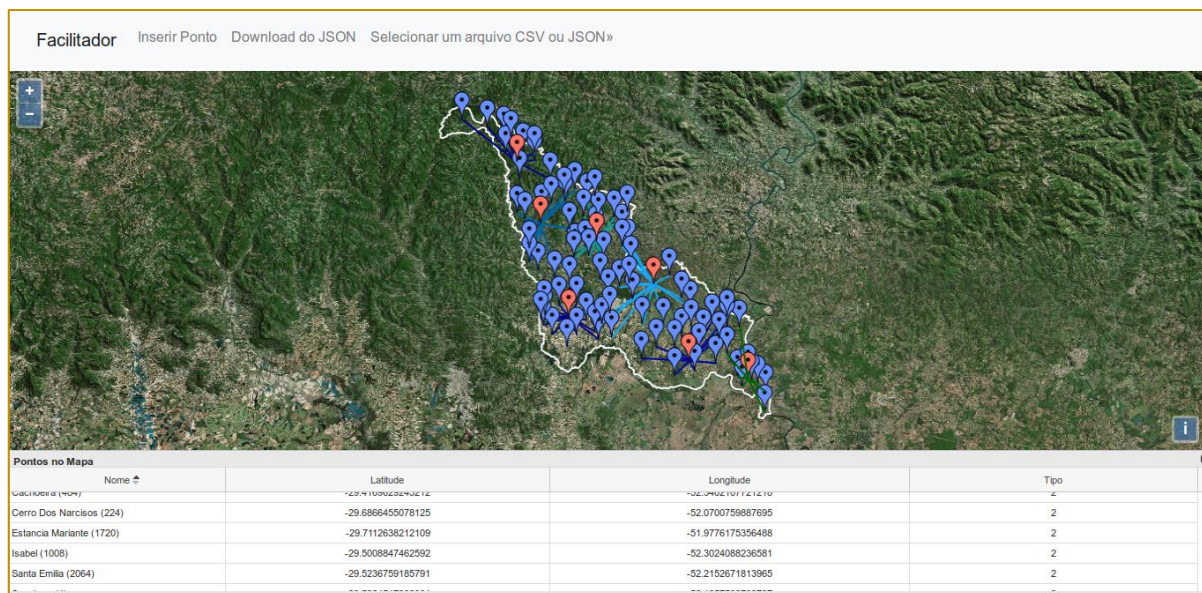
Fonte: O autor.

Figura 2 - Inserção de Ponto

Nome	Latitude	Longitude	Tipo
Cerro Dos Narcisos (224)	-29.6866455078125	-52.0700759887695	2
Estancia Mariante (1720)	-29.7112638212109	-51.9776175356488	2
Isabel (1008)	-29.5008847462592	-52.3024088236581	2
Santa Emilia (2064)	-29.5236759185791	-52.2152671813965	2

Fonte: O autor.

Figura 3 - Exibição de resultados em formato de linha



Fonte: o autor.

A importação dinâmica de dados e sua exibição no webmapa fornecem a possibilidade de utilização do SIG como um facilitador em questões pertinentes a análise geográfica relacionada a visualização de resultados de modelos aplicados sobre dados, permitindo que ele seja utilizado como ferramenta de apoio à decisão na gestão ambiental (YUE E WANG, 2006; SILVA NETO, 2014; ARABSHEIBANI, SADAT E ABEDINI, 2016; GIGОВI ET AL., 2017).

4. CONCLUSÃO

As diversas funcionalidades e utilizações de um SIG corroboram sua aplicabilidade como um sistema de auxílio à decisão na gestão ambiental. Estas, geram a necessidade de uma ferramenta genérica o suficiente para permitir que sejam extraídas as funcionalidades explicitadas de modo prático. A implementação do sistema cliente descrito neste trabalho teve em vistas esta abordagem genérica.

O uso da metodologia de desenvolvimento incremental permite um retorno constante sobre os requisitos do sistema e que alterações no projeto de implementação sejam realizadas, diminuindo a necessidade de evolução prematura do software enquanto o sistema estiver em produção, ou seja, disponível ao público. A necessidade de evolução se dá quando uma nova funcionalidade para o sistema é proposta.

Isso requer que seja alocado tempo para sua implementação, ao ser aprovada. Esta metodologia, aplicada ao desenvolvimento da aplicação, gerou um sistema conciso, apto a receber novas funcionalidades mesmo após sua implantação e a exportação de suas funcionalidades para outras ferramentas, se necessário. Uma possível extensão de sua utilização é no desenvolvimento do lado servidor do SIG abordado.

Em lado servidor serão implementados futuramente modelos matemáticos adequados à resolução de problemas que se apliquem a SIGs e possam ser executados sobre os dados espaciais carregados no SIG cliente. Além da implementação dos modelos, caso seja necessária a persistência de informações aplicadas ao SIG, recomenda-se o desenvolvimento de um banco de dados, em lado servidor, que compreenda dados relacionais, a exemplo, o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL e seu módulo PostGis, voltado para o armazenamento e consulta de objetos espaciais (POSTGIS, 2017). Após o processamento, a exibição dos resultados em lado cliente como objetos aplicáveis ao mapa ou relatórios é crucial para facilitar no auxílio à tomada de decisão interativa (O'BRIEN E MARAKAS, 2013).

Este trabalho pretende servir de suporte para a implementação dos modelos a serem aplicados sobre os dados do webmapa e, se necessário, ao desenvolvimento do banco de dados, ambos relacionados ao lado servidor,

forneendo ao sistema desenvolvido funcionalidades genéricas além das já implementadas, lhe atribuindo ainda mais valor para ser utilizado no meio acadêmico

como ferramenta de auxílio à tomada de decisão em diversos âmbitos, dentre eles o da gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

- [1] ARABSHEIBANI, Reza; SADAT, Yousef Kanani; ABEDINI, Abbas. Land suitability assessment for locating industrial parks: a hybrid multi criteria decision-making approach using Geographical Information System. *Geographical Research*, [s.l.], v. 54, n. 4, p.446-460, 18 jan. 2016. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1745-5871.12176>.
- [2] Butler, H., Daly, M., Doyle, A., Gillies, S., Schaub, T., and C. Schmidt, "The GeoJSON Format Specification", June 2008.
- [3] CÂMARA, G. et al. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. 193 p. 1996. (Disponível on-line em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>).
- [4] DURAN-FERNANDEZ, Roberto; SANTOS, Georgina. A GIS model of the National Road Network in Mexico. *Research In Transportation Economics*, [s.l.], v. 46, p.36-54, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.004>.
- [5] GEERTMAN, Stan; STILLWELL, John. Planning support systems: an inventory of current practice. *Computers, Environment And Urban Systems*, [s.l.], v. 28, n. 4, p.291-310, jul. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715\(03\)00024-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715(03)00024-3).
- [6] GIGOVIĆ, Ljubomir et al. Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, [s.l.], v. 103, p.501-521, abr. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.057>.
- [7] LEITE, Marcos Esdras et al. Sig Aplicado a Roteirização do Transporte Público Exclusivo para Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, S.i, v. 14, n. 8, p.129-142, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/17083/9470>>. Acesso em: 07 nov. 2017.
- [8] MADANI, Ahmed; NIYAZI, Burhan. Groundwater potential mapping using remote sensing techniques and weights of evidence GIS model: a case study from Wadi Yalamlam basin, Makkah Province, Western Saudi Arabia. *Environmental Earth Sciences*, [s.l.], v. 74, n. 6, p.5129-5142, 2 jun. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-015-4524-2>.
- [9] MILLER, Harvey J.; SHAW, Shih-lung. Geographic Information Systems for Transportation in the 21st Century. *Geography Compass*, [s.l.], v. 9, n. 4, p.180-189, abr. 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/gec3.12204>.
- [10] NEH, Akenji Victorine et al. DRASTIC-GIS model for assessing vulnerability to pollution of the phreatic aquiferous formations in Douala-Cameroon. *Journal Of African Earth Sciences*, [s.l.], v. 102, p.180-190, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.11.001>.
- [11] NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque et al. Inteligência geográfica para avaliação de propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários. *Transportes*, [s.l.], v. 24, n. 4, p.75-84, 1 dez. 2016. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v24i4.1077>.
- [12] O'BRIEN, James A.; MARAKAS, George M.. Administração de Sistemas de Informação. 15. ed. São Paulo: Bookman, 2013. Tradução de: Rodrigo Dubal.
- [13] POSTGIS. About PostGIS. Disponível em: <<http://postgis.net/>>. Acesso em: 27 nov. 2017.
- [14] RANDALL, Todd A.; BAETZ, Brian W. A GIS-based land-use diversity index model to measure the degree of suburban sprawl. *Area*, [s.l.], v. 47, n. 4, p.360-375, 25 mar. 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/area.12182>.
- [15] SACCHELLI, Sandro; MEO, Isabella de; PALETTO, Alessandro. Bioenergy production and forest multifunctionality: A trade-off analysis using multiscale GIS model in a case study in Italy. *Applied Energy*, [s.l.], v. 104, p.10-20, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.038>.
- [16] SILVA NETO, João Cândido André da. Zoneamento Ambiental como subsídio para o ordenamento do território da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra, Serra Da Bodoquena – MS. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, [s.l.], v. 32, p.119-142, 8 jun. 2014. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v32i0.33263>.
- [17] SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
- [18] TÜRKÖZ, Murat; TOSUN, Hasan. A GIS model for preliminary hazard assessment of swelling clays, a case study in Harran plain (SE Turkey). *Environmental Earth Sciences*, [s.l.], v. 63, n. 6, p.1343-1353, 3 nov. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-010-0805-y>.
- [19] VILLACRESES, Geovanna et al. Wind farms suitability location using geographical information system (GIS), based on multi-criteria

decision making (MCDM) methods: The case of continental Ecuador. *Renewable Energy*, [s.l.], v. 109, p.275-286, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.041>.

[20] YUE, Cheng-dar; WANG, Shi-sian. GIS-based evaluation of multifarious local renewable energy sources: a case study of the Chigu area of southwestern Taiwan. *Energy Policy*, [s.l.], v. 34, n.

6, p.730-742, abr. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2004.07.003>.

[21] W3C. HTML5: A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/html5/>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

Capítulo 5

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PRÁXIS PEDAGÓGICA = INTERDISCIPLINARIDADE, HUMANIZAÇÃO E FONTE DE RENDA – RELATO DE EXPERIÊNCIA

Cisnara Pires Amaral

Resumo: O presente trabalho é fruto de uma ação pedagógica interdisciplinar entre a disciplina de Ciências e Artes, foi realizado em uma escola pública, com 6º ano, envolvendo 25 discentes. Teve como objetivo proporcionar aos alunos durante 12 horas/aulas uma oficina de reciclagem de latinhas de refrigerantes utilizadas na escola, ocorrendo à sensibilização, discussão de conceitos envolvidos na reciclagem e sua fonte de renda. Para isso utilizou-se de um documentário para abordar a importância da reciclagem, o excesso de lixo produzido pela sociedade, o consumismo e as questões sociais envolvidas. Dessa forma, aplicou-se um questionário quali-quantitativo referente ao entendimento da reciclagem no contexto socioeconômico e como fonte de renda. Após realizou-se a oficina onde foi desenvolvida a pintura e a produção de flores utilizadas como ímãs de geladeira, sendo que cada discente produziu 5 ímãs de geladeira para vender em sua comunidade. Notou-se que a prática ambiental é fundamental para desenvolver nos discentes a humanização, o interesse e o conhecimento em relação à reciclagem e os agentes relacionados no processo. Além de proporcionar satisfação, entretenimento, utilizamos o aluno como agente disseminador de informações, auxiliando-os na construção de valores, na sustentabilidade do meio onde vivem, compreendendo que a Educação Ambiental se faz através de práticas simples, que exijam ressignificação de conceitos.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Interdisciplinaridade. Conhecimento. Área Temática: Educação Ambiental

1. INTRODUÇÃO

É notório que práticas ambientais são fundamentais em nossas escolas, principalmente nos anos fundamentais, pois estaremos auxiliando a tomada de decisões, as escolhas e o desenvolvimento da criticidade. Barros (2009) observa que a educação ambiental se faz presente quando incorpora a preocupação com a qualidade de vida e investiga as relações interdependentes dos elementos do ambiente, relacionando o conhecimento com a complexidade das questões sociais e ambientais.

Para conseguir atrelar as questões sociais e ambientais é essencial utilizar a interdisciplinaridade para desenvolver uma relação dialógica entre diferentes disciplinas, proporcionando a investigação, atuação e disseminação de informações.

O caráter interdisciplinar é a base para a inserção da educação ambiental nas escolas. Dessa forma, será essencial a todas as disciplinas, incorporada ao cotidiano escolar. (BARROS, 2009).

Para Carvalho (2004) a interdisciplinaridade com a educação ambiental trata de convidar a escola para a aventura de transitar entre saberes e áreas disciplinares, deslocando-a de seu território já consolidada rumo a novos modos, enfatizando o compreender, ensinar e aprender.

Nesse contexto, se encontram os professores, mediadores de conhecimento, formadores de opiniões, capazes de desenvolver práticas que auxiliem a criticidade em relação às desigualdades sociais, consumismo desenfreado, reaproveitamento de materiais e agentes envolvidos nesse processo. Entendemos que todos esses fatores contribuem para o esgotamento de recursos do meio, precisamos estimular disseminadores de conhecimento e informações, compreendendo que as crianças poderão ser aliadas na busca do equilíbrio dos recursos do planeta.

Loureiro (2004) cita que atualmente, se percebem inúmeras contradições causadas pelo esgotamento sem precedentes dos recursos naturais, com efeitos degradantes para gerações futuras e uma crise ambiental marcada principalmente pelo acúmulo e geração de lixo, o que obriga à sociedade a elaborar políticas adequadas para o reaproveitamento, a revalorização, a reciclagem e a destinação correta de

resíduos.

Assim sendo, não existem receitas prontas para práticas pedagógicas, a linguagem está na capacidade de expressar, de simbolizar e comunicar ideias utilizando a escola como espaço para explorar essa pluralidade, desenvolvendo a reflexão; compreendendo as relações que se estabelecem no meio.

1.1 HUMANIZAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Segundo Rios apud Dalla Costa, Zaro e Silva (2015) a expressão “educação humanizadora” poderia ser considerada um pleonismo – toda a educação é um ato de humanizar. Mas, apesar disso, constatamos que nem toda a educação é humanizadora, no sentido do que se procura explorar. Nesse sentido, podemos nos questionar sobre as questões intra e interpessoais que se estabelecem em nossa sociedade e que nem sempre são carregadas de humanização, construídas de cidadania, socialização e partilha de conhecimentos e valores.

Coêlho, 2009, p.16 observa:

[...] imaginar (a escola) como espaço e organização encarregada de transmitir e socializar o saber sistematizado, a ser apropriado pelos alunos, preparando-os para a continuidade dos estudos, o mundo do trabalho e a vida é empobrecê-la e fragiliza-la pela perda de sua autonomia, sentido e razão (...). O que justifica, dá vida e sentido à escola, à relação pedagógica, ao trabalho de docentes e discentes, são o processo de formação humana que aí se realiza e a relação de professores e estudantes com acultura, com o pensamento, com o saber vivo, instigante e que a cada momento se produz, se interroga e se recria.

Nota-se a importância de conseguirmos angariar disseminadores no processo de reciclagem, entendendo a importância dessa prática para o meio, realizando a conscientização sobre os inúmeros cidadãos que vivem da reciclagem, conhecidos como “catadores” retiram do meio, produtos jogados fora que servirão para manter sua renda.

São inúmeros os trabalhos de educação ambiental nas escolas: Medeiros et al (2011) destacam a discussão acerca da importância dos educadores das séries iniciais em empenhar-se em utilizar a educação

ambiental para mudanças de hábitos e atitudes.

Azevedo & Fernandes (2010) relatam a importância da educação ambiental e os saberes docentes, enfatizando o trabalho no ensino fundamental em relação ao meio ambiente, destacando a receptividade das crianças em aprender novos hábitos e valores relacionados à realidade ambiental.

Narcizo (2009) realiza análise sobre a importância de trabalhar a educação ambiental nas escolas, elencando que a função do professor é de ser facilitador do processo.

A educação ambiental nas escolas contribui para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem a atuarem na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar. (MEDEIROS et al, 2011). Para isso, é importante, que mais que informações e conceitos, a escola se disponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores e com mais ações práticas do que teóricas.

Contribui Dalla Costa et al (2017) construir o ser humano implica constitui-lo como alguém que participa de uma sociedade e que aí exerce seus direitos. Esse é o caráter político da vida social. Não vivemos sozinhos – fazemos parte de uma *polis*, uma sociedade organizada de uma determinada maneira. E somos educados para nela desempenharmos uma multiplicidade de papéis.

2.METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma escola pública do município de Santiago/RS, apresentado no 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, com turma da professora proponente do trabalho, 6º ano do ensino fundamental, envolvendo 25 discentes, durante dois meses. Primeiramente, entrou-se em contato com a coordenação pedagógica para enfatizar o intuito do trabalho, após ocorreu contato com a professora de artes para que o trabalho apresentasse caráter interdisciplinar. As oficinas ocorreram nas aulas de ciências e artes envolvendo 6 horas aulas de ciências e 6 h/aulas de artes.

Para a atividade, os alunos começaram a ser questionados sobre o excesso de lixo produzido, sobre a importância dos catadores e suas relações com a sociedade e sobre a

prática da reciclagem. Durante 1 h/aula da disciplina os alunos assistiram partes de um vídeo produzido em 2005, vencedor de 25 prêmios nacionais e internacionais “ESTAMIRA”. Após eram questionados sobre a relação da catadora, o ambiente onde vivia, as relações intra e interpessoais, a aceitação da catadora no meio social, estabelecendo a importância da reciclagem como fonte de renda. Durante as aulas de artes produziam desenhos e trabalhos que enfatizavam o filme, a reciclagem e o meio ambiente.

Nas aulas seguintes os alunos foram informados que faríamos uma oficina com a utilização das latas de refrigerantes recolhidas no bar da escola e na sua comunidade, para isso cada aluno precisava de dez latinhas. Os alunos então recolheram no bar da escola e nos seus bairros as latas durante um mês. Quando todos os alunos apresentavam suas latas, as professoras de artes e ciências recortaram suas latinhas e durante as aulas de ambas ocorriam às práticas. Durante a prática os alunos foram orientados a passar duas demãos de primer para preparação das superfícies. Após a secagem com secador usou-se duas demãos de tinta marrom e salpicou-se tinta bege, com a utilização de uma escova de dentes, para que ocorresse sobreposição de tintas. Depois os alunos receberam os moldes das flores, deveriam riscar nas superfícies pintadas, sendo que todos os recortes foram feitos pelas professoras com auxílio das supervisoras do turno. Ocorreu à união das pétalas da flor e para fixá-las usou-se um prego, martelo e arame, unindo-as. Utilizou-se cola cascorez para a fixação de imãs de geladeiras. Cada aluno pintou 5 flores para vendê-las.

O material utilizado foram rolinhos para pintura, cinco tubos de primer, uma lata de tinta para mdf nas cores bege e marrom, arame, tesoura e secador de cabelo e um tubo de cola cascorez. Todo o material foi comprado em parceria com a escola.

Para a avaliação da atividade utilizou-se questionário quali-quantitativo, observado os seguintes itens: Você achou as atividades prazerosas? Você acredita que é possível realizar essa atividade em sua casa e fazer dela uma fonte de renda extra? Você acredita que essa forma de reciclagem colabora com o meio ambiente? Qual sua opinião a respeito da atuação dos catadores em nossa cidade? Em todas as perguntas os discentes deveriam responder o por que da resposta utilizada.

Para a análise ocorreu à tabulação dos dados e produção de tabelas para identificar o resultado preliminar das atividades.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi aplicado após a atividade

prática e constava de 5 perguntas. Os discentes poderiam realizar anotações em relação a cada pergunta, acaso não encontrassem a resposta mais viável. Referente à primeira pergunta que abordava se o discente achou a atividade prazerosa.

Tabela 1- Relaciona o prazer em realizar as atividades propostas

Item	Quantidade	Percentual
Vídeo e discussões	20	80%
Ativ. aulas de arte	22	88%
Oficina de flores	25	100%

Fonte: adaptado de Mays (1996 apud GREENHALG, 1997)

Conforme a tabela observa-se que 100% dos alunos acharam a atividade de pintura e confecção de flores a mais prazerosa, seguida pelas atividades das aulas de artes, que representaram 88%. Notou-se o envolvimento das crianças durante a oficina de reciclagem, o interesse, a satisfação em realizar as pinturas. As aulas se tornaram motivadoras, os alunos contavam o dia para os encontros durante as aulas de ciências e arte. Outro fato a destacar é que todos conseguiram as suas dez latinhas, que foram recolhidas tanto no bar da escola, quanto em suas comunidades.

Também não podemos deixar de considerar que os fragmentos do vídeo transmitidos foram bem aceitos, ocorreu à sensibilização para a vivência e a importância dos catadores em nosso município, tentando demonstrar seu papel no contexto social. Compreendemos que a criança é capaz de dialogar, refletir e

pensar criticamente sobre os fatos que a cercam, desde que seja estimulada e orientada. Dalla Costa et al (2017) cita que os sujeitos da educação precisam entender a escola como algo vivo, onde se vivenciam valores, onde se interage, se aprende, se constrói conhecimento de maneira dialógica, envolvente, onde se aprende fazendo, interagindo, sentindo.

Corroboram Azevedo & Fernandes (2009) a efetivação dessa prática pedagógica de cunho humano e ambiental, que pode potencializar uma mudança individual e social a partir da educação ambiental reside nesta relação social e envolve as motivações e crenças dos professores e de seus alunos.

Conforme questão dois que abordava a realização da atividade em casa e a tendência fazer desta atividade tornar-se uma fonte de renda.

Tabela 2- Faz referência à atividade ser realizada em casa e tornar-se fonte de renda

Item	Quantidade	Percentual
Sim	7	72%
Não	18	28%

Fonte: adaptado de Mays (1996 apud GREENHALG, 1997)

A tabela mostra 72% dos discentes concordaram que não poderiam realizar a atividade em casa e 28% conseguiriam realizar. Ao analisar os questionários foi observado que em relação às respostas negativas os alunos elencaram que não conseguiriam realizar as atividades sozinhos, que não teriam dinheiro para comprar os materiais utilizados e que seus pais não deixariam que recortassem as latinhas, sem auxílio de um adulto. Em praticamente todos

os questionários encontramos o desejo das crianças de que suas mães aprendessem a realizar a técnica, pois assim poderiam auxiliá-las, vendendo os produtos produzidos.

As respostas enfatizaram o gosto pela atividade, e a tentativa de tornar a atividade disponível a um responsável, pois todos os alunos conseguiram vender seus imãs de geladeira. Percebe-se mais uma vez que as crianças passam a ser disseminadoras de

informações, pois ao vender seus produtos acabavam explicando como foram feitas demonstrando total conhecimento sobre a prática realizada. Deve-se elencar que as tintas e produtos utilizados não possuem um valor comercial muito alto, portanto a prática torna-se totalmente viável, desde que orientada por um adulto.

De acordo com Knorst (2010) as escolas são responsáveis pela transformação da sociedade. Então, estudar as questões ambientais nas aulas é contribuir para a formação de discentes conscientes, responsáveis e críticos. Um bom educador precisa utilizar estratégias de ensino para a prática de educação ambiental que estimulem o aluno a preservar o meio ambiente, além de promover a integração entre a escola e a comunidade, objetivando a proteção ambiental em harmonia com o

desenvolvimento sustentável (KNORST, 2010).

Dessa maneira, por que as escolas não podem fornecer a comunidade escolar uma fonte de renda extra? Por que não poderemos trabalhar com o aluno e seus pais viabilizando uma prática que possa colaborar na manutenção de suas rendas?

Sato (2004) constata que o aprendizado ambiental é um componente vital, pois oferece motivos que levem os alunos se reconhecerem como parte integrante do meio em que vivem, fazendo pensar nas alternativas para soluções ambientais e econômicas, ajudando a manter os recursos para as futuras gerações.

Em relação à tabela três que apresenta a reciclagem como estratégia para colaborar com o equilíbrio do meio ambiente.

Tabela 3- Faz referência à reciclagem como estratégia para equilibrar a homeostase do meio

Item	Quantidade	Percentual
Sim	23	92%
Não	2	8%

Fonte: adaptado de Mays (1996 apud GREENHALG, 1997)

Identifica-se que 92% dos discentes possuem consciência que a reciclagem é uma estratégia que ajudará o reaproveitamento dos materiais, sendo uma das formas de limpeza e manutenção do meio. Em suas respostas deixaram claro, que dessa forma não encontrariam latinhas espalhadas e amassadas nas ruas ou arredores da escola, não provocariam o entupimento dos boeios como já ocorreu em nossa cidade. Também elencaram que muitos "catadores" já limpam as cidades retirando as latinhas do lixo e vendendo, utilizando os materiais como fonte de renda.

Conforme Barros (2012) o reaproveitamento de materiais ou de energia evidentemente é louvável e deve ser estimulado, posto que poupa recursos naturais, diminui as quantidades de resíduos que vão para os aterros (aumenta sua vida útil) e contribui para a melhoria das condições ambientais.

Neste quesito consideramos que as crianças

além da preocupação ambiental, serão cidadãos críticos capazes de desenvolver opiniões acerca da problemática ambiental, colaborando para que em sua casa ocorra situações que auxiliem o ambiente, como a separação do lixo ou realizando a compostagem de resíduos.

É mister imbuir as crianças de informações para que sejam disseminadores das questões ambientais. A primeira estratégia de minimização de resíduos é a redução na fonte, que se consegue através de modificações dentro dos processos produtivos por alterações de matérias-primas e de tecnologia, e por mudanças de comportamentos dos produtores de lixo, quais sejam as pessoas físicas ou estabelecimentos (BARROS, 2012).

Em alusão a questão quatro referente à opinião dos discentes em relação à profissão "catadores"

Tabela 4 – Referência a importância dos catadores no município

Item	Quantidade	Percentual
Sim	20	80%
Não	5	20%

Fonte: adaptado de Mays (1996 apud GREENHALG, 1997)

Constata-se 80% dos discentes reconhece a importância social dos catadores no município, pois elencaram em suas respostas o fato de limparem nossas ruas, utilizarem da reciclagem como sua renda, porém observam que esses “cidadãos” remexem nos lixos, sujam as calçadas, trabalham sem luvas, entram dentro dos containers para buscar materiais, ficam expostos a sujeira e materiais contaminantes e muitas vezes trabalham a noite.

Percebe-se que apesar de muito jovens, os alunos conseguem descrever as situações que ocorrem frente as nossas casas, porém essa é uma questão de políticas públicas, como o lixo é considerado um achado valioso pela população carente, os catadores constituem-se em uma comunidade de risco, não apenas para sua própria integridade física e de saúde, como também são submetidos a uma condição de marginalidade social e econômica, que muitas vezes se confunde com o próprio conceito de lixo.

Entendemos que esse quesito não depende apenas da atuação do poder público, mas de uma série de fatores, inclusive da própria população em realizar a separação do lixo para que os cidadãos que trabalham com a reciclagem não vasculhem o lixo em busca de recicláveis.

Segundo Barbosa, Quintaneiro & Rivero (2012) sempre estamos aprendendo de que maneira devemos atuar, sentir ou pensar, em distintas situações. Isto é: somos socializados durante toda a nossa vida. Assim, podemos compartilhar, com os demais membros de

nossas sociedades, valores morais ou estéticos, gostos, linguagens e sentimentos, e acompanhar as mudanças pelas quais eles vão passando.

O modelo socioeconômico atual induz ao desemprego, a falta de oportunidades no mercado de trabalho, aliada a condição econômica e analfabetismo fatores geradores de condições propícias para que os menos favorecidos trabalhem na reciclagem, promovendo seu sustento e de sua família.

4. CONCLUSÃO

Com este trabalho conclui-se que as crianças poderão atuar como disseminadores, que realizam as atividades com muita satisfação, que apreciam atividades diferenciadas, como pintura e confecção de flores em latinhas. Identificou-se a dificuldade dos discentes realizarem a prática sozinhos, mas o entendimento da importância da reciclagem como fonte de renda para muitas famílias. Notou-se que a prática ambiental é fundamental para desenvolver nos discentes a humanização, o interesse e o conhecimento em relação à reciclagem e os agentes relacionados no processo. Além de proporcionar satisfação, entretenimento, utilizamos o aluno como agente disseminador de informações, auxiliando-os na construção de valores, na sustentabilidade do meio onde vivem, compreendendo que a Educação Ambiental se faz através de práticas simples, que exijam ressignificação de conceitos.

REFERÊNCIAS

- [1] Azevedo, D.S.; Fernandes, K.L.F. Educação Ambiental na Escola: um estudo sobre os saberes docente. Rev. Educação em Foco. V.14, n 2, p.95 -119, 2009.
- [2] Barbosa, M.L.O.; Quintaneiro, T.; Rivero, P. Conhecimento e Imaginação: Sociologia para o Ensino Médio. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.
- [3] Barros, M.L.T. Educação Ambiental no cotidiano da sala de aula: um percurso pelos anos iniciais. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2009.
- [4] Barros, R.T.V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.
- [5] Carvalho, I.C.M. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.
- [6] Coêlho, I. M. Filosofia, educação e formação: Uma introdução. In: . (org.)
- [7] Educação, cultura e formação: o olhar da filosofia. Goiânia: Ed. PUC Góias, 2009.
- [8] Dalla Costa, A. A.; Zaro, J.; Silva, J. C.; Educação Humanizadora e os Desafios Éticos na Sociedade Pós-Moderna. In: VI Congresso Internacional de Educação, Santa Maria, 2015. Anais ... Santa Maria: Biblos, 2015.
- [9] Dalla Costa, A. A.; Silva, J.C.; Miola, A.; Kuhnen, R. Hauschildt, G.Z.T.
- [10] Educação Humanizadora: valorizando a vida na sociedade contemporânea. In: VII Congresso Internacional de Educação, Santa Maria, 2017. Anais ... Santa Maria: Biblos, 2017.
- [11] Maria: Biblos, 2017.

- [12] Greenhalgh, T., Taylor, R. 1997. Papers go beyond numbers (qualitative research).
- [13] British Medical Journal, London, v.315,n.7110, p.740-743.
- [14] Knorst, P. A. R. Educação Ambiental: um desafio para as unidades escolares. Joaçaba,
- [15] Rev. Unoesc & Ciência – ACHS v. 1, n. 2, p. 131-138, 2010.
- [16] Loureiro, C. F. B. Trajetória e fundamentos da educação ambiental. São Paulo: Cortez, 2004.
- [17] Medeiros, A.B.; Mendonça, M.J.S.L.; Sousa, G.L.; Oliveira, I.P. A importância
- [18] da educação ambiental na escola nas séries iniciais. Revista Faculdade Montes Belos, v.4, n.1, p. 1 -17, 2011.
- [19] Narcizo, K.R.S.. Uma análise sobre a importância de trabalhar Educação Ambiental nas escolas. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambiental. v.22, p. 86 -94, 2009.
- [20] Sato, M. Educação Ambiental. São Carlos: Rima, 2004.

Capítulo 6

VIABILIDADE TÉCNICA PARA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM TORRE DE RESFRIAMENTO

Paula Gonçalves Santos

Ana Cláudia Grazziotin Bihre Thomé

Adriano. Giraldi Fisch

Resumo: A água é um recurso natural de grande valor econômico e sua eminente escassez tem conduzido o setor industrial a buscar alternativas para reduzir o consumo e investir em práticas para sua reutilização. Torres de resfriamento são equipamentos comuns em plantas industriais químicas e petroquímicas com necessidade elevada de reposição de água para seu funcionamento. O presente estudo avalia a viabilidade técnica para utilização de água pluvial como parte da água de reposição de uma torre de resfriamento, instalada em uma empresa petroquímica, localizada no Polo Petroquímico do Sul. Os resultados analíticos mostram que a utilização de água pluvial é factível, não acarretando em necessidade de tratamento químico extra a água de recirculação. É também evidenciado uma economia energética para o caso estudado.

Palavras-chave: Reaproveitamento, Torres de resfriamento, Água pluvial.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a disponibilidade mundial da água vem exigindo uma nova consciência em relação à utilização deste recurso. Estudos apontam que 97 % da disponibilidade mundial de água está nos oceanos. Sendo salina, a água dos oceanos é imprópria para o consumo humano, a não ser que passe por um processo de dessalinização, o que requer um investimento alto. Apenas 3 % da água disponível é doce, própria para consumo. Desse montante, 77 % aparecem sob a forma de gelo, nas regiões polares. Outros 22 % são água subterrânea e 1 % está em rios e lagos (REIS et al., 2012). Os problemas com a escassez da água, trazem à tona a discussão de medidas que utilizem o conceito do desenvolvimento sustentável aliado à otimização do consumo de recursos naturais como melhor prática a ser adotada. Um ponto forte a ser evidenciado é a grande demanda de recursos hídricos utilizados pelo setor industrial, fazendo-se necessário o desenvolvimento de projetos visando à redução do consumo de água e a sua reutilização. A prática do reuso em sistemas industriais proporciona benefícios ambientais significativos, pois permite que um volume maior de água permaneça disponível para fins mais nobres (DURANTE, 2014).

É possível destacar, o setor petroquímico como um grande consumidor de água no mundo. Nas mais variadas plantas petroquímicas, a água é utilizada nas unidades de processo, sistemas de geração de vapor, torres de resfriamento, em reservatório de combate a incêndio e também fins potáveis (HANSEN, 2016). Torres de resfriamento são equipamentos para transferência de calor de correntes de água vindas do processo industrial para o ar atmosférico, com conseqüente resfriamento da água e seu retorno para o processo em um circuito fechado (MELLO, 2008). É bastante utilizada em indústrias químicas e petroquímicas, devido à necessidade de resfriamento de elevadas vazões de água. As perdas de água na torre ocorrem por evaporação, purga e respingo e, devido ao processo ocorrer em circuito fechado, necessita de reposição de água equivalente para manter o volume necessário no sistema de resfriamento. De forma típica, a água de

reposição advém da captação direta nos mananciais com posterior tratamento para uso ou através da compra deste insumo diretamente de empresas distribuidoras de água.

Com objetivo de reduzir o consumo de água nas torres de resfriamento, é possível empregar água pluvial captada na própria planta como uma alternativa sustentável a água de reposição. Considerando essa possibilidade, o presente trabalho analisa a viabilidade técnica para utilização de água pluvial coletada na área industrial, como parte da água de reposição de uma torre de resfriamento, instalada em uma empresa petroquímica, localizada no Polo Petroquímico do Sul, no município de Triunfo. A água de reposição da torre de resfriamento estudada é composta de 65 % de água de condensado de vapor e 35 % de água clarificada, que é comprada da distribuidora de águas do polo petroquímico. O teste piloto contempla a redução da parcela de água clarificada para 30 % ao invés dos 35 %, substituindo, então, aproximadamente 15 % do volume atual de água clarificada por água pluvial.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em etapas: caracterização da água pluvial, caracterização da água clarificada, instalação do sistema de reaproveitamento da água da chuva, avaliação da água de recirculação do sistema de resfriamento e taxas de corrosão.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL, ÁGUA CLARIFICADA E ÁGUA DE RECIRCULAÇÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO

As caracterizações das águas envolvidas neste processo foram realizadas conforme a Tabela , segundo os métodos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1996). Em 2015, foram estudadas separadamente as correntes de água pluvial, água clarificada e água de recirculação sem adição da água da chuva. Em 2016, avaliamos a água de recirculação com adição da água pluvial como água de reposição do sistema de resfriamento.

Tabela 1 – Lista de parâmetros para caracterização da água pluvial, clarificada e de recirculação do sistema de resfriamento.

Parâmetro	Pluvial	Clarificada	Recirculação
pH	x	x	x
Alcalinidade Total	x	x	x
Dureza Total	x	x	x
Dureza Cálcio	x	x	x
Dureza Magnésio	x	x	x
Cloretos	x	x	x
Condutividade	x	x	x
Sulfato	x	x	x
Sílica Solúvel	x	x	x
Alumínio Total	x	x	x
Matéria-orgânica	x	x	x
Ferro Total	x	x	x
Contagem de Bactérias Totais	x	x	x
Turbidez	x	x	x
Sólidos Suspensos	-	x	x

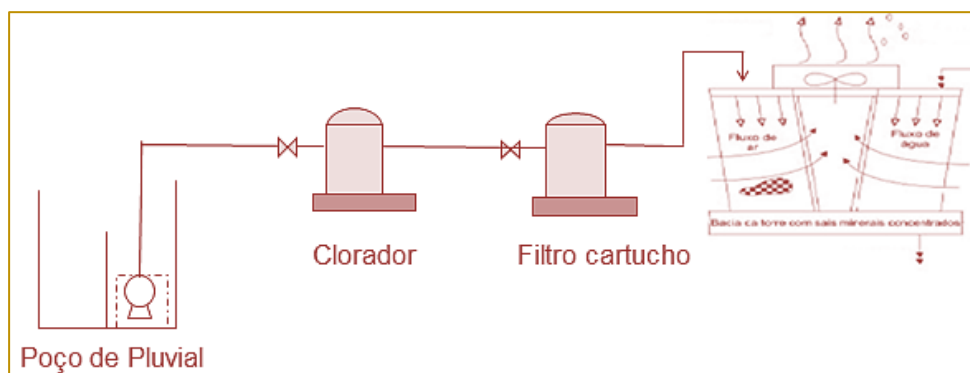
Fonte: Próprio autor.

2.2 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL EM TORRE DE RESFRIAMENTO

Nos primeiros dois meses de 2016, o sistema de reaproveitamento de água da chuva foi instalado em uma indústria do Polo Petroquímico do Sul. A água pluvial passou a ser armazenada em um poço de acúmulo e transferida através de uma bomba submersa até a torre de resfriamento. Como pré-

tratamento, antes de abastecer a torre de resfriamento, a água da chuva passa por um clorador e por um filtro cartucho de 15 µm, para redução e remoção da matéria-orgânica. A Figura 1 traz um esquema que ilustra a captação da água da chuva até o abastecimento da torre de resfriamento como água de reposição.

Figura 1 – Processo de utilização de água da chuva em torre de resfriamento.



2.3 AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE CORROSÃO

A corrosão pode ser explicada como a deterioração do material metálico que se inicia na sua superfície por ação química ou eletroquímica de um meio oxidante. Em um sistema de resfriamento este processo deve ser totalmente inibido, pois causa danos irreversíveis aos equipamentos que possuem

contato com a água de resfriamento. Desta forma, para qualquer alteração de processo, como a adição de uma nova corrente de reposição, a taxa de corrosão deve ser avaliada. Muitos métodos são utilizados para avaliar a corrosão e neste trabalho utilizamos a metodologia ASTM 2688. Destes, os mais conhecidos e provavelmente os mais aceitos pela indústria são os ensaios de exposição à

névoa salina e por imersão. A taxa de corrosão avaliada neste estudo foi obtida da perda de espessura de um cupom de metal imerso na água de resfriamento por unidade de tempo, apresentada em milésimo de polegada por ano (mpy).

3. RESULTADOS

A utilização da água pluvial coletada na área industrial como parte da água de reposição de uma torre de resfriamento depende das características físico-químicas da água coletada e estocada. De forma pragmática, a comparação direta dos resultados analíticos

entre água pluvial e a água de reposição atualmente utilizada (água clarificada) é uma forma direta de avaliação da possibilidade de uso da água pluvial coletada.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL

Foram coletadas 60 amostras de água pluvial, no ponto de captação de água da chuva (ver Figura 1). Os resultados analíticos dos parâmetros avaliados estão mostrados na Tabela 2. As análises foram feitas com periodicidade semanal, durante o ano de 2015, visando abranger todas as estações do ano.

Tabela 2 – Planilha com resultados das análises da água pluvial.

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Unidade
pH	7,3	0,3	-
Alcalinidade Total	38	12	ppm
Dureza Total	42	10	ppm
Dureza Cálcio	26	6	ppm
Dureza Magnésio	16	6	ppm
Cloretos	20	5	ppm
Condutividade	117	20	µS/cm
Sulfato	10	6	ppm
Sílica Solúvel	13,5	7,2	ppm
Alumínio Total	0,02	0,02	ppm
Matéria-orgânica	9,4	1,5	ppm
Ferro Total	0,9	0,5	ppm
Contagem bacteriológica Total	4000	4365	UFC/mL
Turbidez	11,8	12,7	NTU

Fonte: Próprio autor.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA

Foram coletadas e analisadas 60 amostras de água clarificada, utilizada na reposição da torre de resfriamento de uma das plantas petroquímicas do complexo. As análises foram feitas com periodicidade semanal,

durante o ano de 2015, visando abranger todas as estações do ano. Conforme a Tabela 3, as características físico-químicas e microbiológicas da água clarificada e da água da chuva analisada no mesmo período não diferem significativamente. Esse resultado indica que a utilização da água pluvial é possível.

Tabela 3 – Comparação da água da clarificada com água pluvial.

Parâmetro	Água Clarificada	Água Pluvial	Unidade
pH	7,1	7,3	-
Alcalinidade Total	36	38	ppm
Dureza Total	55	42	ppm
Dureza Cálcio	36	26	ppm
Dureza magnésio	19	16	ppm
Cloretos	21	20	ppm
Condutividade	174	117	µS/cm
Sulfato	26	10	ppm
Sílica Solúvel	23	13,5	ppm
Alumínio Total	0,1	0,02	ppm
Matéria-orgânica	6,2	9,4	ppm
Ferro Total	0,2	0,9	ppm
Contagem bacteriológica Total	-	4000	UFC/mL
Turbidez	-	11,8	NTU

Fonte: Próprio autor.

Importante ressaltar que a água clarificada utilizada na reposição da torre é produzida por tratamento convencional (gradeamento, coagulação/floculação, decantação, cloração) de água de rio. Os gastos energéticos associados apenas com esse tratamento equivalem a 0,65 Kw/m³. Esse mesmo gasto para o caso de água pluvial é estimado em 0,15 Kw/m³. Dessa forma, uma redução no gasto energético de aproximadamente 77 % é obtida.

3.3 AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE RECIRCULAÇÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO

Em 2015, foram analisadas 99 amostras da água de recirculação da torre de resfriamento sem adição de água da chuva como parte da reposição. Comparativamente, em 2016, foram analisadas 99 amostras da água de recirculação da torre de resfriamento utilizando uma água de reposição composta por 65 % de água de condensado de vapor, 30 % de água clarificada e 5 % de água da chuva coletada.

Na Tabela 4 é apresentado um comparativo da água de recirculação da torre de

resfriamento nas duas situações, isto é, sem (em 2015) e com (em 2016) água da chuva como parte da água de reposição. Para comparação, o limite máximo dos respectivos índices analisados é também indicado na Tabela 4. Conforme os resultados, a utilização da água pluvial na composição da água de reposição não descaracterizou significativamente a água de reposição a ponto de afetar a qualidade água de recirculação além dos limites máximos das respectivas análises. Inclusive, os resultados das análises permitem manter, do ponto de vista quali- e quantitativo, o tratamento químico dispensado a torre de resfriamento. Frente a esses dados, o uso da água pluvial é uma alternativa a água clarificada. As diferenças encontradas entre as diferentes análises podem ser atribuídas às divergências no ciclo de concentração da torre ocorridos entre os anos de 2015 e 2016.

O consumo anual (compra) de água clarificada na empresa foi reduzido em 24000 m³ no ano de 2016, em comparação a 2015, com o emprego da água pluvial como parte da água de reposição da torre. A partir dessa economia o retorno do investimento no sistema de captação e tratamento (cloração e filtração) ocorreu em 24 meses.

Tabela 4 – Comparação da água da clarificada com água pluvial.

Parâmetro	ARsem água da chuva	ARcom água da chuva	Limite máximo	Unidade
pH	7,9	8,0	8,0	-
Alcalinidade Total	85	97	100	ppm
Dureza Total	255	265	350	ppm
Dureza Cálcio	185	170	250	ppm
Dureza magnésio	70	95	100	ppm
Cloretos	435	495	1000	ppm
Condutividade	1692	2168	3000	µS/cm
Sulfato	90	95	800	ppm
Sílica Solúvel	110	105	200	ppm
Alumínio Total	0,11	0,16	0,20	ppm
Matéria-orgânica	9,7	9,0	25	ppm
Ferro Total	0,5	0,6	1	ppm
CBT	10 ³	10 ³	10 ⁴	UFC/mL
Turbidez	25	25	25	NTU
Sólidos Suspensos	23	23	25	-

Fonte: Próprio autor.

3.4 AVALIAÇÃO DA TAXA DE CORROSÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO

As taxas de corrosão encontradas nos períodos de 2015 e 2016 estão na Tabela 5. No caso de cobre, não se observou mudança na taxa devido ao emprego da água da chuva, mantendo-se em 0,2 mpy. Já no caso do aço carbono, a taxa de corrosão aumentou, mas ficou dentro do limite máximo especificado. Esse aumento não pode ser explicitamente relacionado a nenhum

parâmetro analítico descrito na Tabela 4. Outros estudos devem ser realizados para avaliar esta diferença. Por outro lado, não houve qualquer relato de problemas relacionados à corrosão em equipamentos do processo que utilizam água da torre de resfriamento, mesmo após uma inspeção de manutenção (com abertura de equipamentos) realizada em 2017.

Tabela 5 – Resultados das taxas corrosão (mpy).

Ano	Cobre		Aço carbono	
	Taxa de corrosão	Limite	Taxa de corrosão	Limite
2015	0,2	0,2	0,2	0,5
2016	0,2	0,2	0,4	0,5

Fonte: Próprio autor.

4. CONCLUSÕES

A partir dos dados analíticos e do teste piloto é possível concluir que a utilização da água pluvial coletada diretamente na planta como parte da água de reposição de torres de resfriamento é tecnicamente viável. A substituição da água clarificada pela água pluvial resultou na redução direta de água de recurso natural (rio) e, conseqüentemente, na redução do consumo de energia utilizado no seu tratamento. Além disso, a economia financeira devido à redução de volume de

água clarificada comprada do fornecedor permitiu recuperar o investimento no sistema de captação da água de chuva em 24 meses. Assim, pode-se concluir que a substituição de parte da água clarificada pela água pluvial é uma alternativa sustentável. Considerando que somente 15 % da água clarificada foi substituída por água pluvial neste teste piloto, os ganhos ambientais e financeiros podem ser considerados mínimos e potencialmente ampliados ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

- [1] American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, 1996.
- [2] Astm Internacional. D2688-11: Standard Test Method for Corrosivity of Water in the Absence of Heat Transfer - Weight Loss Method.
- [3] Durante, L.V. et al. Reuso de Efluentes em Torre de Resfriamento. Universidade Estadual de Maringá. IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.
- [4] Hansen, Everton. Balanço Hídrico, Caracterização e Reuso de Água do Setor Petroquímico. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2016.
- [5] mello, Lilian Cardoso de. Influência de variáveis de Processo no Desempenho de Torre de Resfriamento. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2008.
- [6] Reis, L. B. dos.; Fadigas, E. A. F. A.; Carvalho, C. E. Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável. Barueri: Manole, 2012. 440 p.

Capítulo 7

PROCESSO DE OZONIZAÇÃO COM CAL HIDRATADA UTILIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA

Mariana Paiva Batagini Giron

Carina Aline Prado

Wagner Ribeiro da Silva Neto

Helcio José Izário Filho

Resumo: Os dejetos suínos são caracterizados pelo elevado teor de sólidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo), substâncias patogênicas, cor e odor. Se não forem corretamente tratados, tornam-se um poderoso poluidor ambiental, podendo acarretar risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente. Neste contexto, um tratamento híbrido físico e químico são métodos eficientes para a sua respectiva degradação ou adequação para tratamentos posteriores. Este trabalho visa um tratamento preliminar à mineralização dos compostos orgânicos de águas residuárias da suinocultura, por meio de processo de ozonização na presença de Cal hidratada utilizada em construção civil. Foram avaliados fatores como quantidade de cal, quantidade de floculante polimérico e tempo reacional, com resultado de 43,7% para redução de COT e 42,9% para DQO. O resíduo sólido obtido com o tratamento, rico em macro nutrientes e com rigor controle microbiológico, podendo ser utilizado como fertilizante.

Palavras-chave: Águas Residuárias de Suinocultura, Processo Oxidativo Avançado, Ozonização, Cal Hidratada.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira passou por diversas mudanças tecnológicas nas últimas décadas, visando o aumento de produtividade e redução dos custos de produção. Em razão de ser concentradora de dejetos em pequenas áreas, gera vultosos volumes de águas residuárias com grande potencial poluidor, pois se trata de efluente rico em sólidos em suspensão e dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo, dentre outros), agentes patogênicos, metais pesados e sais diversos, o que tem gerado problemas de manejo, armazenamento, distribuição, tratamento ou disposição no solo. (MAGALHÃES et al., 2006). Esses dejetos são comumente utilizados como fertilizante agrícola, e, se não tratados, podem gerar um grande risco de poluição ambiental.

Desta forma é de grande valia o estudo do tratamento em efluentes de suinocultura, sendo necessário recorrer a tecnologias avançadas de tratamento. Os processos avançados de oxidação têm sido extensivamente estudados, devido ao seu potencial oxidativo dos diversos mecanismos, como alternativa ou complemento aos processos convencionais de tratamento de efluentes, uma vez que os radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$) gerados são altamente reativos e pouco seletivos, sendo mais efetivos no tratamento de compostos recalcitrantes. Gottschalk et al. (2000), afirmam que, normalmente, em condições ácidas ($\text{pH} \leq 4$) o

mecanismo direto (reação de ozonólise) predomina, e acima de $\text{pH} 10$ ele se torna predominantemente indireto (reações radicalares).

No projeto em estudo foram realizados experimentos utilizando a combinação do processo de precipitação com o processo oxidativo avançado, especificamente o ozônio como reagente oxidante na presença da cal hidratada, para obter um efluente tratado com máxima biodegradabilidade e maior eficiência do processo de degradação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A suinocultura é uma atividade pecuária presente em todas as regiões do Brasil e vem crescendo fortemente nas últimas décadas, produto dos investimentos em ampliações e também de uma grande evolução na produtividade das granjas.

Pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental, a suinocultura é apontada como uma atividade de grande potencial poluidor, devido ao elevado número de contaminantes presentes nos seus efluentes, cuja prática combinada ou individual corresponde uma fonte potencial de contaminação e de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (OLIVEIRA, 2003). A Tabela 1 apresenta algumas características dos dejetos de suínos.

Tabela 1 - Algumas características dos dejetos de suínos em unidade de crescimento e terminação manejados em fossas de retenção.

Parâmetros	Média	Coefficiente de Variação
pH	6,94	2,45
Sólidos Totais (%)	9,00	27,33
Sólidos Voláteis (%)	75,05	5,86
Nitrogênio Total (%)	0,60	8,33
Fósforo (%)	0,25	28,00
Potássio (%)	0,12	33,33
DBO ₅ (g L ⁻¹)	52,27	22,71
DQO (g L ⁻¹)	98,65	17,32

Fonte: Konzen (1983).

Segundo Konzen (1983), a composição completa dos resíduos de suínos se encontra na fase de crescimento e terminação, quando os animais pesam de 25 a 100 kg.

A composição química dos dejetos de suínos é muito variada. Se tratando de águas residuárias, essa variação é ainda maior, pois

depende da forma que os dejetos são manejados e da quantidade de água incorporada a eles.

Pela Legislação Ambiental (Lei 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais. Artigo 2º) o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente

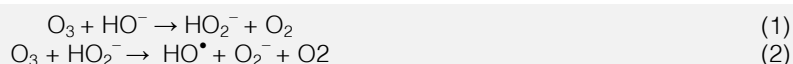
e à saúde dos homens e animais (BRASIL, 1998).

Tratamentos baseados em processos biológicos são comumente utilizados pois permitem a transformação de compostos orgânicos tóxicos em CO_2 e H_2O , nos processos aeróbios, ou CH_4 e CO_2 , nos anaeróbios; com custos relativamente baixos. Entretanto, tratam-se de procedimentos que exigem um longo tempo de operação para que o efluente atinja os padrões exigidos (FERRER et al., 1992).

Dentre os novos métodos desenvolvidos, destacam-se os processos oxidativos avançados com o objetivo de degradar e/ou remediar efluentes industriais (LEGRINI et al., 1993). Estes métodos se fundamentam na

oxidação da carga orgânica, principalmente pela geração do radical hidroxila ($\bullet\text{OH}$), que possui características fortemente oxidantes

A ozonização é um processo oxidativo, no qual o agente oxidante utilizado é o ozônio (O_3). As vantagens deste tratamento estão no elevado potencial de oxidação, o aumento da concentração de oxigênio dissolvido na água e a alta eficiência quando combinado com demais técnicas; sob outra perspectiva, apresenta moderado custo, alta reatividade e toxicidade, baixa seletividade e ainda alta instabilidade, por isso deve ser gerado “*in situ*” (DEZOTTI, 2008). O ozônio depende sobretudo do pH reacional, pois a decomposição do mesmo é acelerada na presença de íons hidroxila, conforme mostram as Equações 1 e 2 (VON GURTEN, 2003).



A ferramenta de planejamento de experimentos pode ser aplicada em diferentes áreas, desempenhando um importante papel no desenvolvimento de processos e garantindo previsibilidade nos resultados, visando menores custos e maior produtividade (PRADO, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1 LOCAL E ANIMAIS

Para a realização deste projeto foi utilizado o efluente proveniente do Laboratório de Suinocultura fornecido pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro, campus de Pinheiral-RJ. Os experimentos e as determinações analíticas foram realizados na Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP), no laboratório do LOB (Departamento de e Ciências Básicas e Ambientais) seguindo os protocolos de ensaios vigentes. O Laboratório de Suinocultura tem capacidade para 150 animais, sendo dotada de 30 baias, das quais estão sendo utilizadas apenas 17, cujos dimensionamentos variam de 3 a 30 m^2 .

Os animais foram introduzidos na granja, sendo distribuídos, num total de 17 baias, perfazendo um total de 98 porcos, sendo 35 deles já adultos com média de 63 a 65 kg. São separados por fase: nascimento e amamentação, desmama, crescimento e terminação; alimentados com ração fabricada

no próprio instituto de acordo com a fase de crescimento do animal, sendo substituída de acordo com a necessidade.

3.2 TRATAMENTO

As amostras foram coletadas diretamente das canaletas de descarte do Laboratório de Suinocultura, armazenadas em recipientes de plástico e mantidas congeladas em freezer, a fim de minimizar alterações nas características físico-químicas do efluente. Buscou-se sempre condicionar à temperatura ambiente a quantidade suficiente para processar os experimentos possíveis em um dia.

Para o processo de tratamento por meio da ozonização com cal (hidratada) foi utilizado solução de polímero floculante (aniônico) a 0,1 % m/v e cal hidratada comercial utilizada para construção civil a 10 % m/v.

Para a formação do ozônio, utilizou-se o ar atmosférico como fonte de O_2 para o ozonizador, através de um compressor de ar, visando reduzir o custo do processo, e usando a mesma potência de 86 W no ozonizador, formando aproximadamente 0,40 $\text{g O}_3 \text{ min}^{-1}$. A vazão de ar atmosférico no compressor foi de aproximadamente 2,0 L min^{-1} (pressão de 8 kgf cm^{-2}).

A remoção de carga orgânica pelo processo de ozonização catalítica é influenciada por

diversos fatores, tais como tempo de tratamento, dose de ozônio aplicada (potência), vazão de oxigênio e pH.

O primeiro planejamento fatorial fracionado 2^{3-1} foi realizado para o processo de ozonização com cal hidratada utilizando o efluente com pH *in natura*, composto de três fatores em dois níveis, em duplicata. Os fatores avaliados

foram concentração de cal (A), volume de flocculante (B) e tempo (C) do meio reacional. As concentrações de cal: $2,0 \text{ g L}^{-1}$, $4,0 \text{ g L}^{-1}$ e $6,0 \text{ g L}^{-1}$ para 1 L de efluente. Os volumes de polímero flocculante a 0,1 % m/v: 2,0; 3,0 e 4,0 mL e os tempos de reação: 30, 45 e 60 min. A Tabela 2 apresenta as variáveis com os respectivos níveis.

Tabela 2 - Parâmetros e respectivos níveis da matriz experimental para o tratamento de oxidação do efluente de suinocultura.

Fator	Simbologia	Nível		
		Baixo (-)	Central (0)	Alto (+)
Cal (g L^{-1})	A	2,0	4,0	6,0
Polímero (mL)	B	2,0	3,0	4,0
Tempo	C	30	45	60

Fonte: Próprio Autor

Após constatar os melhores resultados para a ozonização com cal hidratada, realizou-se novos experimentos a fim de encontrar a melhor concentração de cal para o tratamento do efluente de interesse, utilizando o método da trajetória de máxima inclinação. Neste planejamento foram utilizados o fator A (concentração de cal) nas concentrações de $6,0 \text{ g L}^{-1}$, $8,0 \text{ g L}^{-1}$ e $10,0 \text{ g L}^{-1}$ e os fatores B e C dos experimentos anteriores ajustados no nível baixo: 1,0 mL de Polímero e 30 minutos de reação, respectivamente.

4.RESULTADOS

Na Tabela 3, são apresentados os percentuais de redução do COT e DQO, das condições experimentais no tratamento por ozonização com cal hidratada para o efluente de suinocultura, realizados aleatoriamente. Obteve-se uma variação máxima de 38,7 % para COT, com todos os fatores ajustados no nível alto, e variação máxima de 31,0 % para DQO, com o fator A no nível alto e fatores B e C no nível baixo.

Tabela 3 - Percentuais de redução de COT e DQO para o tratamento de efluente de suinocultura por ozonização com cal hidratada.

Ensaio	Fator			% Red. COT	% Red. DQO
	A	B	C		
1	1	-1	-1	37,3	31,0
2	-1	1	-1	18,6	17,7
3	1	1	1	23,7	22,6
4	1	-1	-1	31,7	29,5
5	0	0	0	21,4	22,1
6	0	0	0	24,1	25,2
7	1	1	1	26,0	21,6
8	-1	1	-1	19,8	20,9
9	-1	-1	1	23,4	22,4
10	-1	-1	1	24,6	22,4

Fonte: Próprio Autor

A tabela ANOVA é uma ferramenta estatística que analisa a significância dos resultados, sendo capaz de indicar quais fatores são ou não significativos. Para isto, utiliza-se de um teste de hipóteses em que se rejeitam a

hipótese nula quando o valor-p for menor que 0,05. As Tabelas 4 e 5 representam a análise de variância para COT e DQO, respectivamente.

Tabela 4 - Análise de variância para a variável resposta de COT para os fatores de concentração de Cal (A), Polímero (B) e Tempo (C).

Fonte	Grau de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados Ajustada	Quadrados Médios (SSQ/GL)	Valor F	Valor-P
Modelo	4	259,91	64,978	13,88	0,006
Linear	3	246,57	82,191	17,55	0,004
A	1	130,41	130,411	27,85	0,003
B	1	104,40	104,401	22,30	0,005
C	1	11,76	11,761	2,51	0,174
Curvatura	1	13,34	13,340	2,85	0,152
Erro	5	23,41	4,682		
Total	9	283,32			

Fonte: Próprio autor.

Tabela 5 - Análise de variância para a variável resposta de DQO para os fatores de concentração de Cal (A), Polímero (B) e Tempo (C).

Fonte	Grau de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados Ajustada	Quadrados Médios (SSQ/GL)	Valor F	Valor-P
Modelo	4	132,774	33,1935	14,37	0,006
Linear	3	132,744	44,2479	19,15	0,004
A	1	56,711	56,7113	24,55	0,004
B	1	63,281	63,2812	27,39	0,003
C	1	12,751	12,7512	5,52	0,066
Curvatura	1	0,030	0,0303	0,01	0,913
Erro	5	11,550	2,3100		
Total	9	144,324			

Fonte: Próprio autor.

A tabela ANOVA indica que os fatores Cal e Polímero são significativos na remoção de DQO e COT no tratamento do efluente de suinocultura. O fator Tempo não apresentou significância, presumivelmente pelos valores dos níveis estarem em regiões otimizadas e não apresentarem acentuadas diferenças.

Deste modo, o tempo em nível menor (30 min) foi suficiente para a reação em questão.

Após constatar os melhores resultados para a ozonização, realizou-se novos experimentos utilizando as seguintes concentrações de cal: 6,0 g L⁻¹, 8,0 g L⁻¹ e 10,0 g L⁻¹ e também 1,0 mL de Polímero em 30 minutos de reação.

Tabela 6 - Percentuais de redução de COT e DQO da trajetória de máxima inclinação para o tratamento de efluente de suinocultura por ozonização com cal hidratada.

Ensaio	Cal (g L ⁻¹)	% Red. COT	% Red. DQO
1	6,0	27,8	25,5
2	8,0	43,7	42,9
3	10,0	42,4	42,0

Fonte: Próprio Autor

Com os resultados da Tabela 6, observa-se que o percentual de redução de COT e DQO, obteve uma variação máxima de 43,7 % para

COT e variação máxima de 42,9 % para DQO. Os resultados se mostraram satisfatórios para um pré-tratamento.

Figura 1 - Efluente de suinocultura antes (A), durante (B) e após o tratamento por meio da ozonização com cal hidratada não filtrado (C) e filtrado (D).



Fonte: Próprio Autor

Os parâmetros analisados na caracterização do efluente de suinocultura antes e após o

tratamento com ozonização com cal hidratada estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Características físico-químicas do efluente de suinocultura, antes e após o tratamento, com os valores permitidos pelas legislações para descarte.

Parâmetro	<i>In Natura</i>	Tratado	Redução (%)	CETESB	CONAMA
Cor Aparente (mg Pt-Co L ⁻¹)	3751	26,6	99,3	-	-
COT (mg L ⁻¹)	380,1	223,1	41,3	-	-
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	2049	405	80,2	60 ou Remoção de 80%	Remoção de 60%
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	1588	889	44,0	-	-
Ca (mg L ⁻¹)	301,6	140,2	53,5	-	-
N-NH ₃ (mg L ⁻¹)	1,2	0,37	69,2	-	20
N-org (mg L ⁻¹)	293,6	118,5	59,6	-	-
Óleos e Graxas (mg L ⁻¹)	1101	461	58,1	100	70 ^[1]
P (mg L ⁻¹)	163,3	6,27	96,2	-	0,02
Coliformes Totais / 100mL (NMP) ^[2]	>10 ⁸	<3,0	100	-	-
<i>E. Coli</i> / 100mL (NMP) ^[2]	>10 ⁸	<3,0	100	-	-
pH	7,6	11,88	-	5,0-9,0	5,0-9,0
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	6549	1308	80,0	-	-
Sólidos Totais Fixos (mg L ⁻¹)	1898	850	55,2	-	-
Sólidos Totais Voláteis (mg L ⁻¹)	4651	455	90,2	-	-
K (mg L ⁻¹)	303,5	124,5	59,0	-	-
Turbidez (NTU)	5380	31,8	99,4	-	-

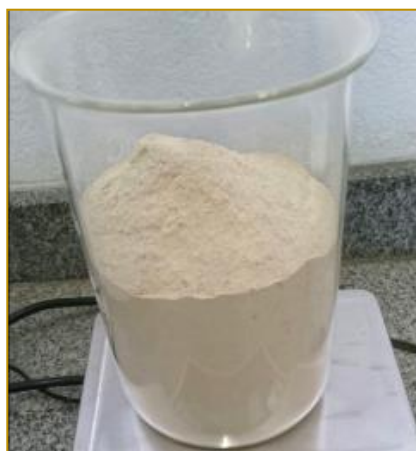
(-) parâmetros não listados. [1] soma de óleos vegetais e gordura animal (50 mg L⁻¹) e óleos minerais (20 mg L⁻¹), [2] NMP - número mais provável. Fonte: Próprio autor.

Além da remoção da matéria orgânica, é possível notar uma considerável diferença entre a cor aparente e turbidez do efluente *in natura*, comparado com os mesmos fatores do efluente após o tratamento. Os Coliformes Totais e os Termotolerantes (*E. Coli*) apresentaram valores menores que 3,0 NMP

em 100 mL, ou seja, uma redução de praticamente 100 %.

O resíduo sólido do tratamento foi filtrado e seco em estufa (Figura 2) e a quantidade de filtrado formado por litro tratado foi de aproximadamente 14,4 g L⁻¹.

Figura 2 - Resíduo sólido do efluente tratado.



Fonte: Próprio Autor

A Tabela 8 apresenta a concentração máxima permitida no fertilizante, segundo a Instrução Normativa 27, de Junho de 2006, que admite os seguintes teores máximos de metais pesados tóxicos em fertilizantes fornecedores

de micronutrientes por ponto percentual da somatória de micronutrientes. A caracterização do produto foi realizada via ICP-OES.

Tabela 8 - Caracterização dos elementos metálicos no resíduo seco do efluente de suinocultura após o tratamento.

Parâmetro	Valores Médios	IN 27 / 2006
Alumínio (mg Kg ⁻¹)	1065	-
Arsênio (mg Kg ⁻¹)	<0,005	500,0
Bário (mg Kg ⁻¹)	29,92	-
Boro (mg Kg ⁻¹)	20,27	-
Cádmio (mg Kg ⁻¹)	<0,005	15,0
Cálcio (mg Kg ⁻¹)	222490	-
Chumbo (mg Kg ⁻¹)	<0,005	750,0
Cobalto (mg Kg ⁻¹)	<0,001	-
Cobre (mg Kg ⁻¹)	121,62	-
Cromo total (mg Kg ⁻¹)	7,72	500,0
Estanho (mg Kg ⁻¹)	<0,01	-
Ferro Total (mg Kg ⁻¹)	1475,9	-
Lítio (mg Kg ⁻¹)	1,93	-
Magnésio (mg Kg ⁻¹)	146622	-
Manganês (mg Kg ⁻¹)	175,67	-
Merúrio (mg Kg ⁻¹)	<0,0001	10,0
Níquel (mg Kg ⁻¹)	<0,005	-
Potássio (mg Kg ⁻¹)	1268,4	-
Prata (mg Kg ⁻¹)	<0,015	-
Sódio (mg Kg ⁻¹)	965,25	-
Zinco (mg Kg ⁻¹)	334,94	-
Fósforo (mg Kg ⁻¹)	9465,3	-

(-) parâmetros não listados; Fonte: Próprio autor.

Para o resíduo sólido, todos os parâmetros analisados encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela IN 27/2006, existindo a possibilidade deste ser utilizado como fertilizante. Os Coliformes Totais e os Termotolerantes (*E. Coli*) apresentaram

valores menores que 3,0 NMP em 100 mL, ou seja, é um potencial fertilizante que não apresenta riscos biológicos para quem o manipular.

5. CONCLUSÕES

Existem tratamentos biológicos para efluentes com características biodegradáveis, como o da suinocultura. Entretanto, para que este seja eficaz, é preciso uma grande área e um longo período de tempo (detenção hidráulica) e vazões controladas. Desta forma, o tratamento com a ozonização se torna iminente e relevante, pois demanda um curto período de tratamento (horas), comparado com os tratamentos biológicos (dias), e uma área também menor.

O planejamento realizado por meio da ozonização com cal hidratada, apresentou resultados significativos na remoção da matéria orgânica do efluente apresentando,

para o melhor experimento, remoção de aproximadamente 43 % de COT e DQO. Apesar de ser uma média redução, este deve ser considerado como um pré-tratamento e, posteriormente, pode ser tratado biologicamente ou quimicamente, pois apresentou características favoráveis à biodegradabilidade. Ademais, os processos de ozonização se mostraram eficazes nas remoções da carga orgânica, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E. Coli*.

O filtrado apresenta altos teores de macro nutrientes, isto é, um potencial fertilizante tendo a excelente vantagem de não apresentar riscos biológicos para quem o manipular.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Artigo 2. Disponível em: <http://www.mp.pe.gov.br/uploads/w7n4z89ifZPiatL04N29Wg/555YXTcbTq2vKELjmveq2A/Lei_9605-98_Crimes_Ambientais.doc>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- [2] Dezotti, M. C. Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 360 p. (Série Escola Piloto de Engenharia Química, v. 5).
- [3] Ferrer, I.; Esposito, e.; Durán, N. Enzyme Microb. Technol. 1992, 14, 402.
- [4] Gottschalk, C.; Libra, A. J.; Saupe, A. Ozonation of water and wastewater, WILEY-VCH, 2000 p. 189.
- [5] Konzen, E. A. Manejo e utilização de dejetos suínos. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA, CNPSA. Circular Técnica, 6).
- [6] Legrini, O.; Oliveros, E. & Braun, A.M. (1993a). Photochemical process for water treatment. Chemical Reviews 93, 671-698. ISSN 1520-6890.
- [7] Magalhães, M. A. et al. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.466-471, 2006.CAMPOS et al., 2005;
- [8] Oliveira, P.A.V. Impacto ambiental causado pela suinocultura. In: Congresso Internacional de Zootecnia, V. Congresso Nacional de Zootecnia, XII, 2003, Uberaba. Anais. Uberaba – MG, Zootec, p.143-161, 2003.
- [9] Prado, C. A., Combinação dos processos de precipitação e ozonização no tratamento de efluente da indústria farmacêutica. 2017. 158p. Qualificação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena 2017.
- [10] Von Gurten, U. Ozonation of drinking water: part I – Oxidation kinetics and product formation. Water Research, v.37, p.1443-1467, 2003.

Capítulo 8

MUDANÇAS CLIMÁTICAS, SAÚDE HUMANA E O AMBIENTE LABORAL

Nelci Lurdes Gayeski Meneguzzi

Rodrigo Tonel

Guilherme Hammarstrom Dobler

Daniel Rubens Cenci

Siena Magali Comassetto Kolling

Resumo: O mundo passa por inúmeras modificações diariamente, muitas delas envolvem diretamente a saúde do trabalhador e o meio ambiente em que é desenvolvida a atividade laboral, tais fatores atingem seu modo de trabalho assim como a saúde do trabalhador. Este breve estudo tem por objetivo discutir algumas questões relacionadas à saúde no ambiente de trabalho entrelaçando os direitos à vida, ao trabalho e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, associado às mudanças que o clima ocasiona àqueles trabalhadores que desenvolvem suas atividades expostos ao tempo. Tentar-se-á unir o direito ao trabalho digno ao direito à saúde no meio ambiente em que este é desenvolvido. Será necessário, ainda, analisar as garantias ao meio ambiente do trabalho equilibrado e sadio, atrelado às mudanças que o clima tem apresentado em todo o planeta nas últimas décadas, ocasionando efeitos na saúde daqueles que desenvolvem suas atividades profissionais expostos ao tempo.

Palavras-chave: Clima. Meio Ambiente. Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

O modo como às pessoas vivem altera-se ao longo do tempo, com consequências das formas de organização da sociedade, o que vai transformar as condições de adoecer e de manter ou recuperar a saúde. Esses processos de organização social e interação com o ambiente vão ser fatores determinantes das condições de saúde e de suas variações ao longo do tempo. O homem sempre viveu e ainda deverá viver sob os riscos de exposição a doenças das mais diversas vertentes.

O clima envolve todo o contexto para a vida na Terra, as mudanças climáticas globais e as oscilações que vem sendo apresentadas afetam todos os aspectos da vida. O clima está mudando muito rapidamente e a comunidade científica alerta para uma mudança mais abrupta e maior num futuro muito breve (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS, 2009).

Todas essas modificações trazem consigo a preocupação com eventos climáticos de grande monta e ao mesmo tempo imprevisíveis, mas altamente destrutivos exigindo do setor da saúde pública um posicionamento preventivo e ao mesmo tempo eficaz, no momento em que tal venha a ocorrer.

2 METODOLOGIA

Este artigo decorre de uma análise bibliográfica através de livros escritos por autores respeitáveis sobre o assunto, tais como Fernando Estenssoro Saavedra; Anthony Giddens; Annette Prüss-Üstün; Moacyr Scliar, dentre outros. Assim como todo o tipo de material e instrumentos disponíveis na Internet. Seu objetivo é debater a questão das mudanças climáticas e seus impactos gerados em detrimento a saúde do trabalhador no meio ambiente laboral. Além disso, buscamos demonstrar a importância de valorizar o cuidado pela vida do trabalhador, ressaltando a necessidade de prevenir as doenças que estão surgindo em decorrência das alterações no clima.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudanças climáticas estão entre as maiores ameaças aos direitos humanos de nossa geração, colocando em risco os direitos fundamentais da vida, saúde, alimentação e o adequado padrão de vida

dos indivíduos e comunidades em todo o mundo. A tecnologia desempenha um importante papel nas sociedades atuais, porém, sem um forte envolvimento político e institucional. As consequências das mudanças climáticas tais como, estiagens, degradação de ecossistemas, aumento do nível do mar, aumento de temperaturas, entre outras, afetam a produção de alimentos, as cadeias produtivas, a segurança habitacional e as condições sanitárias e de saúde, interferindo diretamente na vida de cada cidadão.

3.1 TECENDO CONSIDERAÇÕES SOBRE O DIREITO À SAÚDE, À VIDA E O TRABALHO

De acordo com Scliar (2007, p. 36 e 37), a saúde é o completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doenças. A amplitude desse conceito torna-o praticamente inexecutável, isso por conter um forte componente de idealização, porém o caráter associativo da saúde à própria defesa da vida em sua plenitude o faz suficientemente forte e importante. Isso levamos a crer na saúde como um valor universal, assim também o entendendo quem defenda a vida.

Essa dualidade no entendimento sobre a saúde evidencia-se no paradoxo de que tanto pode ser objetivada como um valor universal, quanto sua realização no mundo real implica na necessidade de politização para que além de orientação ético-normativa, torne-se política pública que faça esse direito efetivamente universal.

Isto porque a partir do momento em que o Estado toma para si a responsabilidade de suprir as necessidades de saúde, assume também o risco de não conseguir torná-lo efetivo universalmente porque os recursos públicos podem não ser suficientes.

Outro aspecto a se questionar é a expressão bem-estar, esta envolve a subjetividade humana individualizada, que dificilmente poderá ser quantificável, na forma exata para cada caso.

Entretanto, esses questionamentos são considerações que poderiam ser longamente tecidas sem que, provavelmente, se chegasse a um denominador universal o que não é, em princípio, o objetivo deste breve artigo.

É evidente, no entanto, que a saúde juntamente como o trabalho e o ambiente,

fazem parte do sistema social, em que encontramos-nos fazendo parte: sistema da vida. Pode-se dizer então que a saúde é um subsistema e o trabalho é outro subsistema que coexistente dentro de um sistema mais amplo que é a vida, e com este interage constantemente. Pensa-se que nem a saúde, nem o trabalho, nem o ambiente, nem a vida podem ser conceituados de forma estática. Há uma interação inegável e inexplicável entre um e outro e para que um exista é necessário que o outro esteja pleno, caso contrário todos estarão comprometidos.

Os seres humanos vêm sofrendo, junto com o planeta, as pressões das alterações do clima e das consequências da devastação da natureza expondo-os às ameaças físicas e ao bem-estar humano e a capacidade das pessoas a lidar com tais ameaças.

As ameaças podem surgir de uma combinação de processos sociais e físicos. A vulnerabilidade humana, então, integra várias questões ambientais. Como todos, de algum modo, são vulneráveis às ameaças ambientais, a questão atinge ricos e pobres, urbanos e rurais, do Hemisfério Norte e do Hemisfério Sul e pode comprometer todo o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.[...] Muitos fenômenos naturais representam ameaças, incluindo eventos extremos como inundações, secas, incêndios, tempestades, maremotos, avalanches, erupções vulcânicas, terremotos e ataques por enxame de insetos. As atividades humanas têm contribuído para essa lista com ameaças [...]. (PNUMA, 2002, p.326).

Parafrazeando Confalonieri (2007), é de particular importância os efeitos da mudança climática global sobre a saúde humana, os mecanismos de ação vão desde efeitos diretos dos fatores do clima, como as altas temperaturas durante episódios de ondas de calor, até efeitos indiretos, como as modificações ambientais causadas pelo clima e outros fenômenos de ordem social e demográfica, provocados por fatores climáticos que modificam o estado de saúde das populações humanas.

Os impactos que os fatores ambientais trazem para a saúde humana são bastante significativos, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, pelo menos oitenta e cinco categorias de doenças tiveram sua carga de incidência modificada pelo ambiente alterado pelas mudanças no clima. Estima-se que o

número apresentado pela OMS seja ainda maior, porém devido a complexidade de se estabelecer uma ligação entre a alteração ambiental e o surgimento de uma doença é bastante complexo.

[...] Por ejemplo, se cuantificó la malnutrición asociada a las enfermedades transmitidas por el agua y la carga de morbilidad relacionada con aspectos de La inactividad física atribuibles a factores ambientales (por ejemplo, la planificación urbana). Sin embargo, en otros casos la carga de morbilidad no era cuantificable, a pesar de que los efectos en la salud fueran claramente visibles. Por ejemplo, la carga de morbilidad asociada a la alteración, la degradación o el agotamiento de los ecosistemas no se cuantificó. Entre las enfermedades con la mayor carga absoluta atribuible a factores ambientales modificables figuraban: la diarrea, las infecciones de las vías respiratorias inferiores, «otras» lesiones accidentales, y el paludismo. (PRÜSS-ÜSTÜN, 2006, p.5).

Segundo o entendimento do Mynaio e Miranda (2002), a emergência e reemergência de doenças no mundo atual estão fortemente potencializadas pela interação dos fenômenos da degradação socioecológica, dos interesses econômicos, da deterioração dos programas de saúde, da globalização e da transformação rápida de padrões de comportamento social. Como resultado disso tudo, o aparecimento de doenças e a exposição da população a riscos antes não existentes, são aspectos a serem tidos em conta para análise do contexto da interação entre meio ambiente e saúde.

A intervenção do homem no meio ambiente aliados às mudanças de características epidemiológicas das doenças estão interligadas as novas situações de vida de segmentos populacionais e às alterações do clima propiciam alterações no processo saúde e doença. As alterações no clima, assim como no meio ambiente pelo homem faz com que os mais diversos segmentos sejam atingidos, especialmente, a saúde humana.

O que se pode observar é que o direito à saúde é um dos mais completos direitos do homem, sua não efetividade compromete todos os outros direitos a ele vinculados. Isto porque de acordo com Schwartz e Gloeckner (2003, p. 89), "o direito à saúde [...] pode ser caracterizado como direito humano, ligado

principalmente à vida; como um direito político, visto que a todos deve ser concedido o acesso aos serviços públicos e, por fim, um direito econômico, social e cultural.”

É preciso, no entanto, reconhecer que o tema saúde do trabalhador no meio ambiente do trabalho é um assunto ainda novo em termos de maturidade institucional e administrativa, é o que abordar-se-á na sequência.

3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE HUMANA

Passa-se a analisar alguns dos principais efeitos das mudanças climáticas, especialmente àqueles que têm maior chance de comprometer a saúde humana ou podem ser fatores determinantes para o aspecto saúde/doença.

Segundo Anthony Giddens (2015), as mudanças climáticas podem ser consideradas irreversíveis, pois não dispomos, no momento, de tecnologias capazes de retirar da atmosfera os gases poluentes e causadores do efeito estufa. Este fato tem consequências sobre o destino do planeta, o destino da vida e destino da civilização industrial na medida em que esta se expande sobre a face da Terra.

No entanto, avaliar os impactos das mudanças climáticas na saúde humana não é um processo fácil, é necessário levar-se em conta diversos fatores. Os impactos sobre a saúde que as mudanças climáticas podem produzir são diversos, têm-se os impactos que podem ser percebidos de modo direto, como às ondas de calor ou eventos extremos como furacões, inundações e tsunamis. E, por outro lado, outros somente serão percebidos de modo indireto, como a alteração de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, que podem aumentar a incidência de doenças infecciosas, mas também doenças não transmissíveis, que incluem a desnutrição e doenças mentais.

Deve-se ressaltar, no entanto, que nem todos os impactos das mudanças climáticas poderão ser negativos. Há que se destacar que no aspecto da saúde, por exemplo, a alta na mortalidade que se observa nos invernos poderia ser reduzida com o aumento das temperaturas (BRASIL, 2008). Além disso, com relação à produção e cultivo de alimentos a alteração climática “[...] também engloba o aproveitando máximo de quaisquer

potenciais de oportunidades benéficas associadas às alterações climáticas (por exemplo, estações mais longas para o cultivo ou aumento de produtividade em algumas regiões).” (NASA, 2016, n.p., tradução nossa).

Entretanto, em geral considera-se que os impactos negativos serão mais intensos que os positivos. Fatores que pesam nesta questão têm relação com as situações de emergência desencadeadas pelos eventos extremos por ser necessário levar em conta as profundas desigualdades sociais, isto porque essas variações produzem alterações sazonais como a maior incidência de algumas doenças nos períodos mais quentes e outros nos períodos mais frios, ou seja, a dinâmica das doenças pode ser afetada pelos eventos extremos do clima. (BRASIL, 2008).

A exposição dos seres humanos às alterações climáticas, quer diretamente, devido a instabilidade dos padrões de tempo, mais intensa de eventos extremos e frequentes, e indiretamente, por alterações em relação à qualidade da água, ar e quantidade de alimento, os ecossistemas, a agricultura, meios de vida e infra-estrutura. Como o número considerável de pessoas que possam ser afetados de desnutrição e falta de água, que poderiam ser grandes consequências para a saúde. Populações com altas taxas de doença e deficiência enfrentam com menos sucesso tensões de qualquer natureza, em especial aqueles relacionados as alterações climáticas (BATES, 2008).

O mundo está passando por um período de muitas incertezas, sobre como as mudanças climáticas podem afetar o bem estar humano, e em reconhecer estas incertezas faz com que se pense de amplamente sobre o futuro da sobrevivência humana isto porque as mudanças climáticas podem agravar muitas das ameaças que pesam sobre a humanidade, especialmente em locais de limitados recursos, dentre essas ameaças incluem a escassez de água e comida devido às condições meteorológicas extremas, ondas de calor, a propagação de doenças transmitidas por vetores e água.

Tanto a temperatura elevada como a diminuição brusca da temperatura trazem reflexos na saúde humana, as temperaturas extremas, altas ou baixas, podem causar distúrbios fisiológicos e danos a vários órgãos, causando doença ou morte em seres humanos.

A consequência mais segura e mais direta da mudança climática para a saúde é um aumento na morbidade e na mortalidade humana, em tempos de extremos climáticos, como ondas de calor. O potencial letal de uma onda de calor aumenta ainda mais se ocorrer no início do verão, ocasião em que a população e o organismo das pessoas ainda não conseguiram acostumar-se com o calor, se ocorrer em longo prazo e se houver temperaturas noturnas elevadas esse potencial só aumenta.

Percebe-se então a introdução de um fator sócio-econômico de fundamental importância na abordagem da questão do aumento do clima, tendo em vista que a limitação de recursos financeiros também pode ser um fator decisivo no processo saúde e doença interligada com as alterações do clima.

Essa abordagem merece atenção, pois além de não haver como esquivar-se das intempéries do clima, ainda a questão econômico-social tem papel de importância, uma vez que logo se chega à conclusão que a população mais carente financeiramente estará mais propensa a sofrer com as doenças provocadas pelo aumento da temperatura do planeta.

Neste sentido Fernando Estenssoro Saavedra (2010, p. 61), traz sua contribuição teórica, afirmando que:

En la medida que se ha desarrollado la conciencia de que nuestro mundo constituye un único y gran ecosistema, en donde una determinada acción o impacto de deterioro ambiental en un lugar del planeta puede repercutir en otro muy distantes y/o sobre el conjunto de la biósfera, también ha crecido la importancia del tema medioambiental en la agenda política mundial. En este sentido el tema relativo al aumento de la temperatura media del planeta, en la medida que se considera en extremo peligroso, ha venido cobrando creciente importancia en la geopolítica global ya que, como señaló el informe Stern, no sólo afectará gravemente a la economía mundial, sino que además implicará la propia existencia para muchas sociedades actuales, siendo las más pobres las que primero se verían afectadas.

Outro ponto que merece atenção é a poluição atmosférica. Esta também provoca uma série de consequências graves para a saúde, aliada a um aumento na temperatura, pode ampliar a formação de poluentes secundários como o ozônio na troposfera - baixa

atmosfera. As alterações climáticas poderão provocar um aumento na frequência de períodos muito quentes combinados com altas concentrações de poluentes levando a uma sinergia entre os efeitos negativos de ambos os fenômenos. Ainda, a prolongada presença do calor também pode causar um aumento na propagação de mofo e pólen, aumentando assim as reações alérgicas e asma.

A ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas e inundações têm sérios impactos na saúde humana, associado à vulnerabilidade da população a esses eventos tendo em vista o aumento do crescimento demográfico, a elevação nos assentamentos humanos e a pobreza, demonstra que o resultado dessa soma não é nada bom (UNEP, 2015).

As alterações no clima podem propiciar a proliferação no surgimento ou maior incidência de alguns tipos de doenças. O clima tem um papel fundamental nas doenças transmitidas por vetores tais como: mosquitos, carrapatos, pulgas, moscas e outros insetos, esses chamados vetores de sangue frio, são extremamente sensíveis aos efeitos diretos do clima, temperatura, precipitação e os padrões de vento. Além disso, há a influência do tempo no comportamento, desenvolvimento e reprodução, então se a mudança climática aumenta a longevidade, aumenta a reprodução e a frequência das picadas de insetos podendo haver um aumento no número de pessoas infectadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento que se tem é que o trabalho tem por finalidade dignificar a vida humana e não degradá-la, isso acontece porque todo local de trabalho possui peculiaridades e para com aqueles que desenvolvem suas atividades à sorte das mudanças do clima, não pode esquivar-se desta regra.

Fazer surgir à consciência de que há que se respeitarem alguns limites no desenvolvimento econômico para garantir a saúde do ambiente e do trabalhador garantindo assim a vida com qualidade, equilibrada e sadia é nosso dever. O meio ambiente do trabalho é fator de relevância inegável, por isso mesmo é preciso que este seja livre de fatores prejudiciais à saúde integral do trabalhador. A promoção da saúde no local de trabalho, não serve somente para

melhorar os resultados de desempenho e rendimentos do trabalhador, mas também para gerar o bem-estar global dos mesmos e garantir-lhe a saúde.

Portanto deve-se primar pela saúde do trabalhador, voltar o enfoque para as alterações que vem ocorrendo com o meio ambiente, na potencialização do cuidado pela vida, gerando uma cultura inspirada nos conceitos de saúde pública, ou seja, de prevenção às doenças e valorização da vida do trabalhador em seu sentido mais amplo.

O caráter difuso dos direitos à saúde, à vida, ao trabalho e ao meio ambiente faz com que se perceba que sua degradação atinge a todos, e que imediatamente atrai para toda a legitimidade e competência para sua preservação, especialmente àqueles envolvidos diretamente.

Do mesmo modo, quando pontuamos as questões relativas às mudanças climáticas,

sabemos que as ações de países mais ricos podem trazer graves consequências aos países mais pobres. Por isso, imprescindível provocar o debate acerca da geopolítica mundial (SAAVEDRA, 2010).

De acordo com Anthony Giddens (2009), a chave do problema é a dificuldade que as pessoas têm de aceitarem que os riscos relacionados aos fenômenos climáticos são reais e urgentes. Desta forma, o obstáculo que se sustenta é o de que, sem esta consciência, o uso de combustíveis fósseis se dá de forma despreocupada, se tornando, em alguns casos, extremamente difícil virar uma sociedade cujo modo de vida é construído basicamente em torno da mobilidade e do consumo exagerado de energia proveniente de fontes fósseis.

Portanto, a tarefa é imensa e não há solução mágica, é necessário o envolvimento de todos, porém esta missão não é fácil, então se lança o desafio.

REFERÊNCIAS:

- [1] Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra Eds., 2008.
- [2] Brasil. Ministério da Saúde. Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil / BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.
- [3] Confalonieri, Ulisses Eugenio. Mudanças Climáticas, Ecossistemas e Doenças Infecciosas. In: Clink Carlos (coord.), Quanto mais quente, melhor: Desafiando a sociedade civil a entender as mudanças climáticas. São Paulo: Pierópolis; Brasília. DF: IEB – Instituto Internacional de Educação do Brasil, 2007.
- [4] Giddens, Anthony. The politics of climate change – Lord Anthony Giddens 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qojkUqbdQ>>. Acesso em: 30 jan. 2016.
- [5] Minayo, M. C., Miranda, A. C. (Orgs.) Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.
- [6] Nasa. Responding to Climate Change: Mitigation and adaptation. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>>. Acesso em: 01 fev. 2016.
- [7] Organização Pan-Americana da Saúde - Opas. Enfoques ecossistêmicos em saúde - perspectivas para sua adoção no Brasil e países da América Latina. / Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.
- [8] Pnuma (Programa das Nações Unidas sobre o meio ambiente). Perspectivas do Meio Ambiente Mundial GEO-3 Presente. Brasília: IBAMA, 2002.
- [9] Prüss-Üstün, Annette. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente: resumen de orientación. Organización Mundial de la Salud, 2006
- [10] Saavedra, Fernando Estenssoro. Crisis ambiental y cambio climático en la política global: Un tema crecientemente complejo para América Latina. Revista UNIVERSUM, vol. 2, 2010, Universidad de Talca. Disponível em: <http://www.scielo.cl/pdf/universum/v25n2/art_05.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.
- [11] Scliar, Moacyr. História do Conceito de Saúde. Revista PHYSIS: Ver. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 17(1): p.29 a 41, 2007.
- [12] Schwartz, Germano. Gloeckner, Ricardo Jacobsen. A Tutela Antecipada no Direito à Saúde. A aplicabilidade da Teoria Sistêmica. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor, 2003.
- [13] Unep. Climate change and human rights. Unon Publishing Services Section, Nairobi: Kenya, 2015. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/Climate_Change_and_Human_Rights%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Climate_Change_and_Human_Rights%20(1).pdf)>. Acesso em: 30 out. 2016

Capítulo 9

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE DE CERVEJARIA TRATADO PELO PROCESSO DA PEROXI-ELETROCOAGULAÇÃO

Isabella Cristina Dall' Oglio

Fernando Rodolfo Espinoza Quiñones

Aline Roberta de Pauli

Luana Braun

Resumo: Neste trabalho, a remoção de matéria orgânica e a toxicidade de um efluente de cervejaria, tratado pelo processo de peroxi-eletrocoagulação (PEC), foram avaliadas. O efluente foi tratado pela técnica da PEC nas condições de pH de 5,23, densidade de corrente elétrica de 50 A m^{-2} , tempo de eletrólise fixo de 60 minutos e concentrações de peróxido de hidrogênio de 500 mg L^{-1} e 1000 mg L^{-1} . O efluente bruto e tratado foi caracterizado quanto aos parâmetros demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono inorgânico dissolvido (CID). A maior remoção de DQO foi de aproximadamente 50%. Na avaliação da toxicidade, foram empregados como bioindicadores cistos de *Artemia salina*. Para tanto, foram empregadas 10 larvas de *Artemia salina*, em triplicata, considerando as frações de 20 a 100% de efluente, incluindo os de controle. Após a realização do bioensaio determinaram-se as concentrações letais médias (CL_{50}) das amostras, verificando-se que, com uma CL_{50} de 30-35%, ainda é necessário remover entre 65-70% dos poluentes para este tornar-se atóxico. A toxicidade reduz com o tratamento, porém, nas concentrações mais altas de efluente os efeitos letais foram observados. Tais resultados indicam a necessidade de utilizar condições de tratamento melhores para que a redução da toxicidade seja efetiva.

Palavras-chave: Efluente de cervejaria. Peroxi-eletrocoagulação. Toxicidade.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água e a contínua descoberta de novas fontes de contaminação, consequências dos avanços socioeconômicos, evidenciam a necessidade de pesquisas que contribuam para a manutenção da saúde humana e do meio ambiente (MIRALLES-CUEVAS et al., 2017). Um dos principais efeitos de tais avanços é industrialização e a conseqüente geração de águas residuais industriais, que requerem tratamento antes de serem liberadas para o meio ambiente (BAKARE et al., 2017). Nesse contexto, a indústria cervejeira está entre as indústrias com maiores consumos de água, gerando grandes quantidades de efluentes, que apresentam elevada carga orgânica e de nutrientes biológicos, necessitando um tratamento prévio a seu descarte em corpos hídricos. Tais características indicam uma alta toxicidade desse efluente (SIMATE et al., 2011), que necessita ser avaliada.

Existem diversos métodos disponíveis para o tratamento de efluentes industriais, como os métodos físicos, químicos e biológicos. No entanto, diversos autores já reportaram que um único processo não é efetivo na remoção de poluentes, focando-se assim na combinação de dois ou mais processos (AZIZ et al., 2016). Entre esses processos encontram-se os Processos Oxidativos Eletroquímicos Avançados (POEA), que ao utilizar agentes oxidantes combinados a processos eletroquímicos, removem uma grande faixa de poluentes orgânicos e inorgânicos (PILLAI et al., 2009; AZIZ et al., 2016).

A peroxi-eletrocoagulação (peroxidação eletroquímica ou eletro-Fenton, quando utilizados eletrodos de ferro) se trata de uma reação Fenton com Fe(II) sendo gerado eletroquimicamente e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) sendo adicionado manualmente ao reator (BRILLAS et al., 2009). No processo de peroxidação eletroquímica, o Fe^{2+} gerado *in situ* e o H_2O_2 adicionado reagem na célula eletroquímica para gerar espécies reativas, particularmente OH, que ataca de forma não seletiva as moléculas orgânicas e as quebra em compostos simples e mais biodegradáveis (MOUSSAVI & AGHANEJAD, 2014).

Apesar deste processo possuir elevada eficácia no tratamento de efluentes, há a possibilidade de haver poluentes recalcitrantes no efluente de cervejaria tratado, requerendo uma avaliação do grau

de toxicidade previamente a seu descarte. Entre os variados bioensaios existentes, encontra-se o que utiliza a *Artemia salina* como bioindicador. Os cistos eclodidos de *A. salina* destacam-se como organismo de resposta, pois são de baixo custo e facilmente encontrados no comércio, além de permanecerem viáveis por anos no estado seco (MEYER et al., 1982).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de matéria orgânica e a toxicidade do efluente de cervejaria coletado em uma indústria cervejeira do oeste do Paraná, tratado pelo processo da peroxi-eletrocoagulação em diversas condições teste, utilizando a espécie *Artemia salina* como bioindicador, sendo o grau de toxicidade para cada tratamento inferido pela determinação estatística da concentração letal mediana, CL_{50} .

2. METODOLOGIA

Foram coletados 100 litros de efluente de uma cervejaria localizada na cidade de Toledo, Paraná. As amostras de efluente foram preservadas sob refrigeração a 4°C. Foram medidos, logo após a coleta, os seguintes parâmetros: temperatura, pH, e condutividade elétrica utilizando um medidor multiparâmetros (Hanna, modelo HI 9828).

Para realizar o tratamento do efluente, foi construído um reator de eletrocoagulação (EC) com volume efetivo de um litro, constituído de um sistema de seis placas de ferro de tamanho (10 cm x 15 cm x 2 mm) paralelas e equidistantes em 2 cm, totalizando uma área efetiva de placa 300 cm². Uma fonte de corrente contínua com tensões máximas de 30 V e corrente elétrica de até 10 A (Instrutemp DC Power Supply, modelo FA 1030) foi utilizada. Para os experimentos utilizando o processo de peroxi-eletrocoagulação (PEC), H_2O_2 foi adicionado manualmente e um agitador magnético foi empregado, afim de manter os reagentes homogêneos durante todo o processo. Foram utilizadas as concentrações de peróxido de 500 mg L⁻¹ e 1000 mg L⁻¹, tempo de eletrólise de 60 minutos e corrente elétrica de 1,5 A (densidade de corrente elétrica de 50 A m⁻²). Para o teste com aeração uma bomba de ar foi utilizada. Durante os tratamentos foi feita a inversão da polaridade a cada 15 minutos, como forma de evitar a passivação dos eletrodos e a perda de efetividade. O efluente foi tratado em pH

natural.

Como indicadores de eficiência do tratamento do efluente, empregou-se as análises de demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono inorgânico dissolvido (CID). Para a determinação da quantidade de carbono orgânico e inorgânico, as amostras foram diluídas e filtradas em membrana de fibra de vidro (0,45 μm) devido a concentração máxima de análise ser de 100 mg L^{-1} e devido a presença de particulados no efluente. A quantidade de carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono inorgânico dissolvido (CID) foi medida num analisador de COT (Shimadzu, modelo TOC-L) equipado com um mostrador OCT-L. A DQO foi medida pelo método do refluxo fechado, segundo metodologia descrita pelo Standard Methods (APHA, 2005). Foi realizada a análise de sólidos totais, segundo Standard Methods (APHA, 2005).

O teste de toxicidade empregando a *Artemia salina* foi realizado segundo a metodologia descrita por Meyer *et al.* (1982). Os cistos de *Artemia salina*, foram eclodidos em uma

solução nutritiva salina, sendo o tempo necessário para a eclosão de 48 horas. O efluente bruto e os tratados foram avaliados nas diluições de 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, em triplicata para cada condição. Na realização do bioteste foram depositadas 10 larvas de *A. salina* em tubos de ensaio contendo 5 mL da diluição, os quais foram posteriormente mantidos sob a presença de luz em capela de fluxo laminar pelo período de 24 horas. Foi registrado o número de artemias vivas em cada solução e estimou-se a concentração letal média (CL_{50}), utilizando o software Trimmed Spearman-Kärber Method, versão 1.5 (HAMILTON & RUSSO, 1977).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do efluente de cervejaria foi realizada e pode ser observada na Tabela 1. O efluente foi caracterizado quanto a pH, condutividade elétrica, temperatura, DQO, COD, CID e sólidos totais. O desvio padrão das medidas de DQO, carbono orgânico e inorgânico e sólidos totais não foi maior que 10%.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do efluente de cervejaria.

Parâmetro	Valor
pH	5,23
Condutividade elétrica	112 $\mu\text{S cm}^{-1}$
Temperatura	24,1 $^{\circ}\text{C}$
DQO	3690,4 mg L^{-1}
COD	1536,8 mg L^{-1}
CID	5,2 mg L^{-1}
Sólidos Totais	1276,6 mg

Pode ser observado que a quantidade de DQO apresentou-se na ordem de 4 $\text{g O}_2 \text{ L}^{-1}$ assim como a quantidade de carbono orgânico dissolvido foi de 2 g C L^{-1} , evidenciando um elevado índice de matéria orgânica no efluente bruto. Tais valores, assim como a quantidade de sólidos totais no efluente bruto de aproximadamente 1 g, são representativos das características do efluente de cervejaria, conforme reportado no levantamento realizado por Arantes *et al.* (2017).

A condutividade elétrica da solução é um parâmetro importante como observado por Chou *et al.* (2009), sendo que neste trabalho a condutividade medida foi relativamente baixa, insuficiente para a passagem de intensidade de corrente durante o tratamento de

eletrocoagulação e peroxi-eletrocoagulação. No intuito de melhorar este parâmetro, acrescentou-se 0,5 g de eletrólito NaCl por litro de solução a ser tratada

Após a caracterização, foram realizados experimentos para avaliar o efeito da peroxi-eletrocoagulação na remoção de matéria orgânica do efluente. Como comparativo foram realizados testes empregando apenas o oxidante peróxido de hidrogênio no efluente, assim como o processo da eletrocoagulação, sem acréscimo de agentes oxidantes. Todos os tratamentos foram realizados no tempo de eletrólise de 60 minutos, utilizando o mesmo reator. A aeração foi testada como um mecanismo de agitação. O pH do efluente não foi alterado para os experimentos. A Tabela 2 descreve os ensaios realizados e o

efeito na remoção de DQO, COD e CID e a Figura 1 ilustra os percentuais de remoção

desses parâmetros.

Tabela 2 – Valores de DQO, COD e CID em cada tratamento.

	DQO (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	CID (mg L ⁻¹)
Efluente Bruto	3690,4	1536,8	5,2
Peróxido	2998,8	1409,0	5,0
EC	2045,7	1171,0	4,7
PEC 500 mg L ⁻¹	1903,7	1304,0	5,0
PEC 1000 mg L ⁻¹	1822,8	1108,3	4,2
PEC 1000 mg L ⁻¹ + Aeração	1845,4	1019,7	4,7

Os maiores percentuais de remoção pela PEC foram alcançados com a maior concentração de peróxido de hidrogênio (Figura 1), no entanto, na melhor remoção ainda resta aproximadamente 50% de matéria orgânica, indicando que as condições de tratamentos podem ser otimizadas. Segundo reportado por Espinoza-Quiñones et al. (2012) em processos de eletrocoagulação, existe uma forte dependência com o pH do efluente. Li et al. (2011) reportaram que a remoção de matéria orgânica se torna mais eficiente em pH por volta de 7,0. No entanto, no caso da peroxi-eletrocoagulação, que utiliza o princípio de reação Fenton, o pH deve ser abaixo de 4 (MOUSSAVI & AGHANEJAD, 2014), podendo-se dizer que o pH utilizado nos tratamentos não favoreceu a reação Fenton.

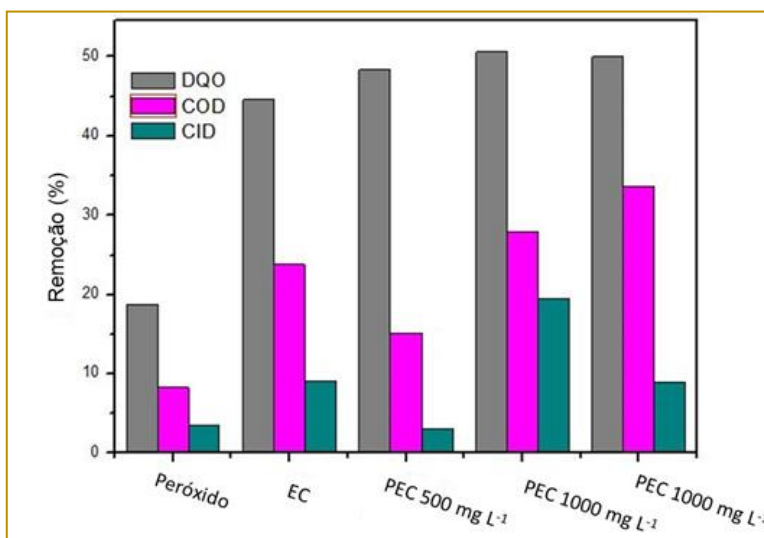
Esse residual de matéria orgânica justifica a necessidade da realização de testes de toxicidade. Dessa forma, a partir dos dados de mortalidade das *Artemias salinas* em diferentes diluições, estimou-se a

concentração letal média (CL₅₀) e seu respectivo intervalo de confiança (95%), como mostrado na Tabela 3.

Os primeiros tempos de tratamento foram não avaliados (NA) quanto a concentração letal média, pois mais de 50% dos organismos não resistiram às condições tóxicas apresentadas pelo meio. O efluente bruto é muito tóxico como evidenciado pela total mortalidade (100%) das larvas de *A. salina*.

Observando os dados da Tabela 3, verifica-se que as variações dos tratamentos possuem a capacidade de reduzir a toxicidade do efluente bruto, no entanto, a toxicidade dos tratamentos por peroxi-eletrocoagulação mostrou-se maior, sendo o tratamento apenas com peróxido e apenas por eletrocoagulação menos tóxicos, com concentrações letais medias de aproximadamente 46% e 55%, respectivamente. Nas concentrações maiores de efluente pode-se observar que a toxicidade foi total, havendo mortalidade de todos os indivíduos.

Figura 1 – Gráfico de barras do percentual de remoção de DQO, COD e CID.



No caso dos tratamentos por peroxi-eletrocoagulação, como não estão sendo empregadas as condições ótimas de tratamento, pode estar havendo a formação de compostos intermediários que juntamente com a quantidade de matéria orgânica restante torna esses tratamentos mais tóxicos

quando comparados com a eletrocoagulação, por exemplo. Seria necessário ainda remover aproximadamente 70% da quantidade de poluentes do efluente tratado pela PEC para reduzir drasticamente a toxicidade de 100 para 50%.

Tabela 3 – Frações de mortalidade das 30 populações saudáveis de *Artemia salina* expostas a cinco diferentes diluições em amostras de efluente tratadas, bem como os valores médios de CL_{50} e seus intervalos de confiança a 95%.

Tratamento	Mortalidade em cinco diferentes diluições					CL_{50}	Intervalo de Confiança (95%)
	20%	40%	60%	80%	100%		
Bruto	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	NA	NA
Peróxido	1/20	12/30	17/30	30/30	30/30	45,8	39-54
EC	0/30	9/30	11/20	10/20	30/30	55,3	48-64
PEC 500 mg L ⁻¹	1/30	18/30	27/30	30/30	30/30	35,6	31-41
PEC 1000 mg L ⁻¹	2/30	30/30	30/30	30/30	30/30	27,8	NA
PEC 1000 mg L ⁻¹ + Aeração	25/30	30/30	30/30	30/30	30/30	NA	NA

NA: não avaliado. Amostras onde a mortalidade ultrapassa 50% da população, não sendo possível avaliar a concentração letal média e/ou intervalo de confiança.

4. CONCLUSÕES

O processo de peroxi-eletrocoagulação é um processo promissor no tratamento de efluente com elevada carga orgânica, como observado pelas análises de DQO e COD, possuindo também potencial para remoção de compostos inorgânicos. O tratamento por PEC reduz a toxicidade do efluente de cervejaria, porém quando consideradas as maiores concentrações de efluente observa-se a mortalidade total das *Artemias salinas*. Observa-se também que ainda seria necessário remover aproximadamente 70% da quantidade de poluentes para a redução drástica da toxicidade. A remoção de matéria orgânica para o efluente tratado por peroxi-eletrocoagulação foi de aproximadamente 50%, ou seja, necessita-se remover ainda outros 50% para que o tratamento seja efetivo.

Isso pode ter se dado pela presença de compostos recalcitrantes e conversão de alguns compostos orgânicos em suas formas mais tóxicas, devido ao pH utilizado nos tratamentos ser maior do que 4, sendo este o pH indicado para tratamentos que envolvem reação Fenton.

AGRADECIMENTO E CONSIDERAÇÃO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Este trabalho foi apresentado na forma de pôster no 6º Congresso Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] Apha - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington: APHA, p. 1220. 2005.
- [2] Arantes, M. K.; Alves, H. J.; Sequinel, R.; Silva, E. A. "Treatment of brewery wastewater and its use for biological production of methane and hydrogen". International Journal of Hydrogen Energy, v. 42, p. 2624-2656. 2017.
- [3] Aziz, A. R. A.; Asaithambi, P.; Daud, W. M. A. B. W. "Combination of electrocoagulation with

advanced oxidation processes for the treatment of distillery industrial effluent". Process Safety and Environmental Protection, v. 99, p. 227-235. 2016.

- [4] Bakare, B. F.; Shabangu, K.; Chetty, M. "Brewery wastewater treatment using laboratory scale aerobic sequencing batch reactor". South African Journal of Chemical Engineering, v. 24, p. 128-134. 2017.

- [5] Brillas, E.; Sirés, I.; Oturan, M. A. "Electro-Fenton process and related electrochemical technologies based on Fenton's reaction

chemistry". *Chemical Reviews*, v. 12, n. 109, p. 6570-6631. 2009.

[6] Chou, W. L.; Wang, C. T.; Chang, S. Y. "Study of COD and turbidity removal from real oxide-CMP wastewater by iron electrocoagulation and the evaluation of specific energy consumption". *Journal of Hazardous Materials*, v. 168, p. 1200-1207. 2009.

[7] Espinoza-Quiñones, F. R.; Módenes, A. N.; Theodoro, P. S.; Palácio, S. M.; Trigueros, D. E.; Borba, C.E.; Abugderah, M. M.; Kroumov, A. D. "Optimization of the iron electro-coagulation process of Cr, Ni, Cu, and Zn galvanization by-products by using response surface methodology". *Separation Science and Technology*, v. 47, n .5, p. 688-699. 2012.

[8] Hamilton, M. A.; Russo, R. C.; Thurston R.V. "Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays". *Environmental Science and Technology*, v. 11, 1977, p. 714–719.

[9] Li, X.; Song, J.; Guo, J.; Wang, Z.; Feng, Q. "Landfill leachate treatment using electrocoagulation". *Procedia Environmental Sciences*, v. 10, p. 1159 – 1164. 2011.

[10] Meyer, B. N.; Ferrigni, N. R.; Putnam, J. E.; Jacobsen, L. B.; Nichols, D. E.; Mclaughlin, J. L.

"Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents". *Planta Medica*, v.45, p. 35- 34, 1982.

[11] Miralles-Cuevas, S.; Oller, I.; Agüera, A.; Pérez, J. A. S.; Malato, S. "Strategies for reducing cost by using solar photo-Fenton treatment combined with nanofiltration to remove microcontaminants in real municipal effluents: Toxicity and economic assessment". *Chemical Engineering Journal*, v.318, p.161–170. 2017.

[12] Moussavi, G.; Aghanejad, M. "The performance of electrochemical peroxidation process for COD reduction and biodegradability improvement of the wastewater from a paper recycling plant". *Separation and Purification Technology*, v. 132, p.182–186. 2014.

[13] Pillai, K. C.; Kwon, T. O.; Moon, I. L. S. "Degradation of wastewater from terephthalic acid manufacturing process by ozonation catalyzed with Fe²⁺, H₂O₂ and UV light: direct versus indirect ozonation reactions". *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 91, p. 319–328. 2009.

[14] Simate, G. S.; Cluett, J.; Iyuke, S. E.; Musapatika, E. T.; Ndlovu, S.; Walubita, L. F.; Alvarez, A. E. "The treatment of brewery wastewater for reuse: state of the art". *Desalination*, v. 273, p. 235-247. 2011.

Capítulo 10

MÉTODO DE COLETA DE ENERGIA COM POLÍMEROS PIEZOELÉTRICOS

Jorge Luís Palácios Felix

Juliano Roberto Alves Garcia

Luana Ruwer Damke

Resumo: Neste trabalho apresenta a análise experimental da coleta de energia limpa e renovável em pequena escala através do uso de materiais polímeros piezoelétricos PVDF-LDT0-028K de MEAS, cujas vibrações foram geradas pelo fluxo do vento, produzidas por um ventilador de mesa de seis pás, com velocidades aproximadas de 3,0 até 5,6 m/s. Para melhorar a deformação do piezoelétrico e a captura do vento foram utilizados diferentes formatos geométricos de folha laminada de PVC: 12 x 08 cm (CG1); 15 x 07 cm (CG2); e 15 x 04 cm (CG3) fixando-as na extremidade livre do material piezoelétrico e na posição ao meio. Os resultados experimentais mostram as melhoras saídas de potenciais elétricos aproximadamente entre 20 e 250 microwatts correspondentes ao modelo de acoplamento do piezoelétrico com a folha laminada de PVC com dimensões 10 x 08 cm.

Palavras-chave: Energia limpa e renovável. Piezoelétricos. Polímeros. Coleta de energia.

1. INTRODUÇÃO

Recentemente surge um novo conceito da geração ou coleta de energia através de uma árvore artificial cujas folhas seriam os materiais piezoelétricos PVDF tendo como fonte de energia o vento. Em laboratório de pequeno porte foram propostos materiais piezoelétricos PVDF com diferentes extensões geométricas de folhas laminadas cujas vibrações foram induzidas pelo túnel de vento. Li & Lipson (2009) estudaram o desenvolvimento do material piezoelétrico PVDF de modelo LDT1-028K/L acoplado no seu extremo livre com folhas laminadas de formato triangular. Cujos resultados experimentais das vibrações do piezoelétrico em duas posições de direção horizontal e vertical sujeita ao fluxo do vento com velocidades variando entre 2 e 8 m/s mostraram diversas saídas de potenciais elétricos entre 20 e 300 μW . Similarmente, Deivasigamani et al. (2013), estudaram o mesmo piezoelétrico LDT1-028K/L com saídas potenciais elétricos entre 20 e 90 μW utilizando um resistor de 5,6 $M\Omega$ e com velocidades do vento entre 3 e 8 m/s. Enquanto, Karthikeyan et al. (2014), sugerem que o arvore de piezoelétricos estejam sujeitas as vibrações produzidas pela passagem de autos da estrada.

Nos últimos dez anos, a comunidade científica tem buscado diversos estudos e ensaios experimentais laboratoriais, com a finalidade de se obter novos métodos de geração ou coleta de energia elétrica a partir das vibrações e deformações de materiais piezoelétricos de tipos cerâmica piezoelétrica Titanato Zirconato de Chumbo PZT, compósito de Macro Fibras (Macro Fibre composite ou MFC) e Fluoreto de Polivinilideno PVDF. (ANTON & SODANO, 2007; COOK et al., 2008; ERTURK & INMAN, 2009; ALMEIDA, 2013; SUNDARARAJAN et al., 2012; ORREGO et al., 2017; DEMIR & ANUTGAN, 2017).

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo

de analisar experimentalmente em laboratório sobre a coleta de energia a partir do vento utilizando um sistema vibrante de material polímero piezoelétrico PVDF-LDT0 de MEAS (THORNTON, 2011) com acoplamento, no extremo livre, de folhas laminadas retangulares de PVC sendo induzida pelo fluxo de vento de um ventilador de seis pás com velocidades aproximadas entre 3,0 e 5,6 ms^{-1} . Estas folhas laminadas foram utilizadas com finalidade de captura do vento e melhorar deformação do piezoelétrico com os seguintes formatos geométricos das seguintes dimensões: 10 x 08 cm (CG1); 15 x 07 cm (CG2); e 15 x 04 cm (CG3).

2. METODOLOGIA

A Figura 1 mostra uma plataforma de laboratório sobre a qual ocorreu coleta de energia no laboratório de Eletromagnetismo e Óptica da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo- RS. Esta plataforma consiste de um pórtico rígido de pequeno porte que serve de suporte para uma viga de alumínio na posição vertical e esta a sua vez faz de suporte ao polímero piezoelétrico PVDF (Fluoreto de Polivinilideno) LDT0 paralelo ao pórtico e com característica de tipo viga engastada flexível da MEAS – SPEC.COM, como mostra a Figura 2.

Nos ensaios experimentais, o piezoelétrico foi forçado a vibrar através do fluxo de ar produzido por um ventilador comercial de mesa de seis pás. Neste caso, foram feitas medições do fluxo do vento com três controles de velocidade do ventilador (fraca, médio e forte) com um anemômetro digital (MDA - 20, Ininipa) a uma distância de 30 e 45 cm entre o piezoelétrico e o gerador de fluxo de ar. Foram visualizadas e medidas as voltagens em função de tempo através de um osciloscópio digital (GW INSTRUMENTS, GDS – 1072 A – U, MemoryPrime), como mostra a Figura 3.

Figura 1 – Protótipo da geração de energia elétrica

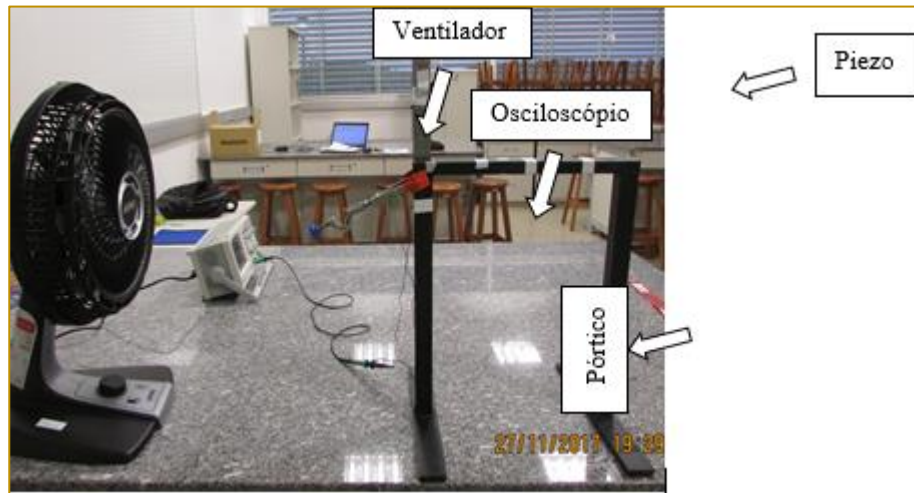


Figura 2 – Material Polímero Piezoelétrico PVDF LDT0 028K

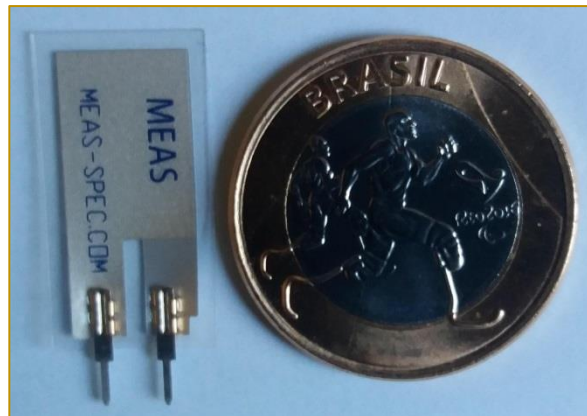
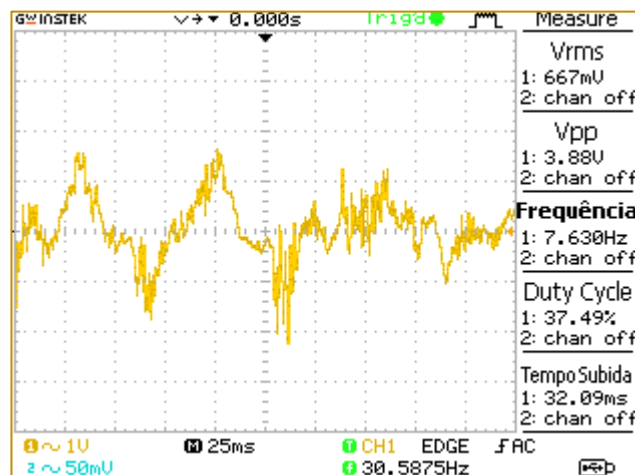


Figura 3 – Osciloscópio com captura de saídas de voltagem em rms



Os materiais de folhas laminadas flexíveis de PVC de diferentes dimensões no formato retangular foram utilizados, conforme Figura 4, para reforçar a deformação do piezoelétrico e a captura do vento, com a finalidade de produzir os efeitos sobre o piezoelétrico e

melhorar a eficiência da saída de voltagem (SUNDARARAJAN et al. 2012).

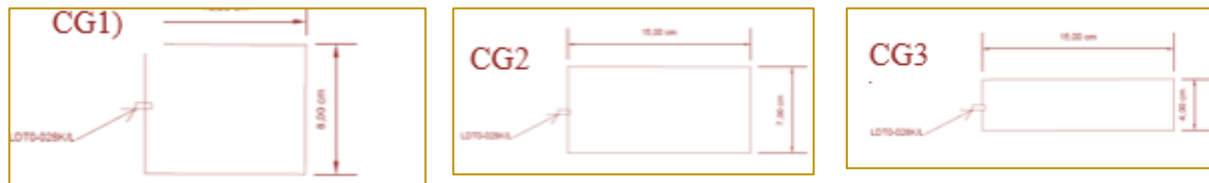
Definiram-se as seguintes dimensões das configurações geométricas retangulares para serem acopladas no extremo livre do piezoelétrico:

CG 1: Configuração Geométrica de 10 x 8 cm.

CG 3: Configuração Geométrica de 15 x 4 cm.

CG 2: Configuração Geométrica de 15 x 7 cm.

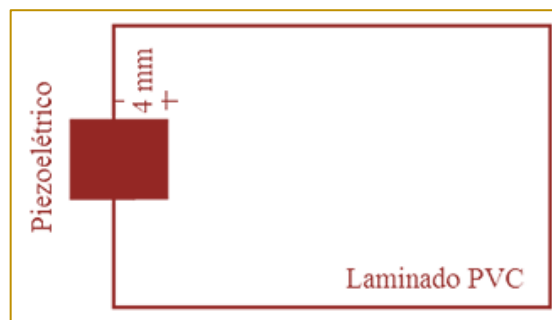
Figura 4 – Diferentes dimensões geométricas da folha laminada de PVC



O centro de um lado do material laminado flexível de PVC (espessura de 0,2 milímetros) foi fixado no extremo livre do piezoelétrico (retângulo de região sombreada), conforme mostra a Figura 5, com 4 milímetros de

comprimento em contato com material laminado. Esta posição foi escolhida de acordo ao bom desempenho da saída de voltagem e melhores deformações do piezoelétrico (SUNDARARAJAN et al. 2012).

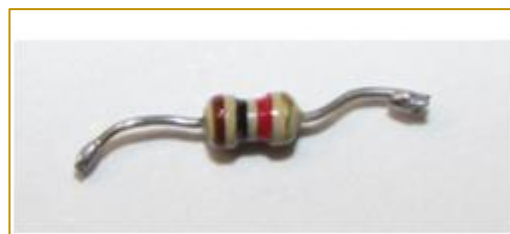
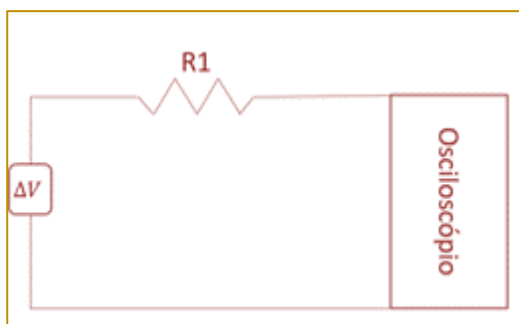
Figura 5 – Fixação do material laminado flexível retangular PVC no piezoelétrico PVDF



Para o cálculo das potências elétricas foi adicionado um resistor de 1000 OHMS (R1) em série ao Piezoelétrico (ΔV) com isso foram capturados os valores eficazes da voltagem V_{rms} do osciloscópio relacionadas com o valor fixado da resistência do circuito. O

circuito elétrico também é ligado em série com as pontas de prova do osciloscópio para coleta de dados, podemos observar essa configuração na Figura 6.

Figura 6 – Componentes do circuito elétrico para captura de voltagens V_{rms} e resistor de 1000 OHMS



Nos ensaios experimentais, foram coletadas as velocidades do vento de um ventilador a cada 10 segundos durante 60 segundos similarmente a variação da velocidade do vento real, em km/h, a cada três horas de acordo aos dados do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET (por exemplo, de Cerro Largo na data 19/12/2017, teve-se as velocidades (km/h) de 11, 10 e 08 no tempo (hrs) 19:00, 22:00 e 01:00 respectivamente).

Nesse caso, como o fluxo de ar é de tipo não determinístico pode-se conseguir uma média simples instantânea dos dados com valores mais próximos dos reais.

Para a produção do potencial elétrico, P_i , utilizou-se a seguinte equação (DEIVASIGAMANI, A.; MCCARTHY, J. M.; JOHN, S.J; WATKINS, S.; COMAN, F. 2013):

$$P_i = \frac{V_{rms}^2}{R_L} \quad (1)$$

Onde, P_i é geração de energia elétrica por segundo, R_L é a resistência do circuito e V_{RMS} consiste no valor eficaz de voltagem gerado pelo piezo.

3.RESULTADOS EXPERIMENTAIS

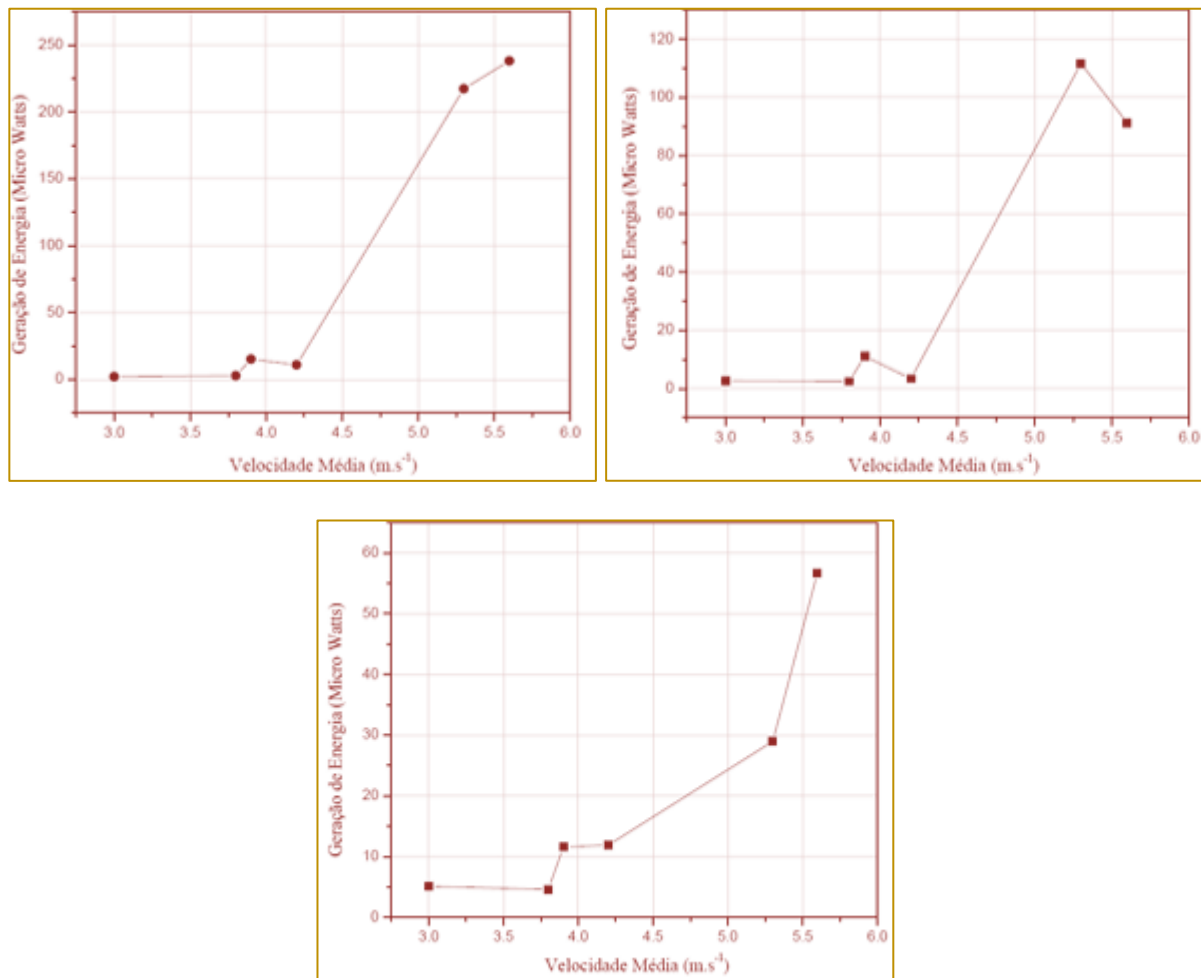
A Tabela 1 mostra os resultados experimentais, onde percebemos grandes desvios padrões da geração de energia em razão de movimentos não harmônicos provocados possivelmente por vórtices e turbulências ao longo do fluxo de ar, fato que se deve provavelmente a utilização de um ventilador em vez de um túnel de tempo (GAO, 2011). Ademais, pode-se observar que os melhores resultados foram encontrados no modelo CG1 com velocidades de vento superiores a $3,9 \text{ m.s}^{-1}$, enquanto que com

velocidades abaixo de $3,9 \text{ m.s}^{-1}$ a configuração que teve melhores resultados foi o modelo CG 3.

A Figura 7 mostra os gráficos de geração do potencial elétrico em relação a velocidade media do vento a partir dos dados da Tabela 1. Pode-se observar entre os melhores resultados do potencial elétrico (microwatts) destacou-se o modelo CG1 que gerou aproximadamente 250 microwatts. Pode-se comparar este resultado experimental com outro resultado que utilizaram o piezoelétrico PVDF de modelo LDT1 028K com uma geração de potencial elétrico de aproximadamente de 20 a 70 microwatts entre uma velocidade de 3 e 6 m.s^{-1} (DEIVASIGAMANI, A.; MCCARTHY, J. M.; JOHN, S.J; WATKINS, S.; COMAN, F. 2013).

Tabela 1: Dados coletados durante o experimento			
	CG 1	CG 2	CG 3
Velocidade média (m.s ⁻¹)	Vrms médio (mVolts s ⁻¹)	Vrms médio (mVolts s ⁻¹)	Vrms médio (mVolts s ⁻¹)
3,0 ± 0,1	45,9 ± 4,2	51,5 ± 11,0	71,5 ± 21,9
3,8 ± 0,2	53,8 ± 15,2	49,3 ± 8,2	67,8 ± 32,8
3,9 ± 0,1	123,4 ± 11,6	105,5 ± 27,0	150,3 ± 37,7
4,2 ± 0,1	104,8 ± 39,8	57,7 ± 10,5	109,0 ± 45,4
5,3 ± 0,2	466,2 ± 84,4	334,0 ± 115,3	170,2 ± 21,8
5,6 ± 0,2	488,0 ± 93,6	302,0 ± 71,7	238,2 ± 68,1

Figura 7 – Geração de energia elétrica em Micro Watts por velocidade nas configurações CG1, CG2 e CG3



Em vista de obtermos números práticos optamos por calcular a geração de energia por m² levando em conta a largura do piezo de 0,9 cm e o comprimento da bandeira de melhores condições 10 cm. Assim, podemos destacar uma geração de 0,2645 watts.s.m⁻² a 5,6 m.s⁻¹, valores significativos quando comparados com a geração fotovoltaica que aproximadamente é de 6,3 a 14,1 % (valor médio de 10,2 %) (PHOTON INTERNATIONAL, 2003), e sabendo que a incidência solar média no Brasil fica entre 5400 Watts.h.m⁻² conforme o Atlas Brasileiro de Energia Solar, assim podemos estipular uma geração fotovoltaica de aproximadamente de 0.125 watts.s.m⁻² em suas melhores condições desconsiderando as mudanças angulares de incidência do sol durante seu movimento diário.

Se pressupormos uma duração média de 11 horas (0,46% de um dia) de incidência solar no Brasil (Atlas Brasileiro de Energia Solar), a

geração de energia fotovoltaica ainda sofreria um decréscimo de 54%, no entanto o fluxo de vento também sofre variações significantes no período diário, por exemplo no Brasil temos uma variação de 3 a 11 m.s⁻¹ dependendo do meio geográfico onde o fluxo de ar é orientado. No entanto, numa busca rápida em comércios digitais podemos averiguar uma grande diferença no custo do metro quadrado da geração de energia a partir de PVDF piezoelétricos, custos que giram em torno de 20 vezes a mais do que o metro quadrado fotovoltaico.

4.CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo de propor um método de energia limpa e renovável sobre a conversão das vibrações e deformações de PVDF piezoelétricos em micro energia elétrica. Utilizou-se, para este fim, um piezoelétrico PVDF de modelo LDT0 028K de

MEAS que teve sensibilidade aos fluxos do vento produzida por um ventilador de seis pás. Para melhorar as deformações do piezoelétrico trabalhou-se com adicionais de materiais de folhas laminadas flexíveis de PVC de configurações retangulares de diferentes dimensões e fixados no extremo livre do piezoelétrico. Os resultados experimentais mostram que o melhor desempenho de geração de energia potencial foi obtido através do uso da folha laminada de PVC com dimensões de 10 x 08 cm estando fixada na posição ao meio do piezoelétrico com

velocidades crescentes entre 3,0 e 5,6 ms⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica e de Inovação da FAPERGS (PROBIT/FAPERGS, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) em convênio com a UFFS pela concessão de bolsa para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, J. S. Conversão das Vibrações Provenientes do Vento em Electricidade, Dissertação Mestrado em Energias Renováveis, Conversão Eléctrica e Utilização Sustentáveis, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013, 77p.
- [2] Anton, S. R; Sodano, H. A. "A Review of Power Harvesting using Piezoelectric Materials". *Smart Materials and Structure*, v.16, n.3, 2007, pg. R1–R21.
- [3] Cook, K. A.; Thambi, N.; Bitetto M. A.; Hameyie, E.B. "Piezoelectric Energy Harvesting: A Green and Clean Alternative for Sustained Power Production". *Bulletin of Science Technology & Society*, v. 28, n. 6, 2008, pg. 496-509.
- [4] Devasigamani, A.; Mccarthy, J. M.; John, S.J; Watkins, S.; Coman, F. Energy Harvesting from Fluid Flow using a Vertical Composite Piezoelectric Leaf-Stalk Configuration. In: *The 19th International Conference on Composite Materials-ICCM19*, Jul. 28-Aug. 2, Canada, 2013, 9 pg.
- [5] Demir, F.; Anutgan, M. "Effects of the Wind Speed and the Material Emplacement on the Output Signal of PZT Piezoelectric Energy Harvester". *Acta Physica Polonica A*, v. 131, n. 3, 2017, pg. 362-365.
- [6] Erturk, A.; INMAN, D.J., "An Experimentally Validated Bimorph Cantilever Model for Piezoelectric Energy Harvesting From Base Excitations". *Smart Materials and Structures*, v. 18, 2009, pg. 1-18.
- [7] Gao, X. *Vibration and Flow Energy Harvesting using Piezoelectric*. Tese de Doutorado, Drexel University, 2011, 179 f.
- [8] Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>
- [9] Karthikeyan, V.; Maniwaran, P.; Bharath, M.R. "Wind Energy Harvesting from Flapping Leaf Generator". *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, v. 1, Issue 3, 2014, pg.112-115.
- [10] LI, S.; Lipson, H. Vertical-stalk flapping-leaf generator for wind energy harvesting. *Proceedings of the ASME. Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems SMASIS*, September 20-24, Oxnard, California, USA, 2009.
- [11] Orrego, S.; Shoele, K.; Ruas, A.; Doran, K.; Caggiano, B.; Mittal, R.; Kang, S. H. "Harvesting ambient wind energy with an inverted piezoelectric flag". *Applied Energy*, v. 194, 2017, pg. 212–222.
- [12] Photon International, 2003. Disponível em: <https://www.photon.info/documents/magazines/PI/Photon_International_2016-07_will_it_work.pdf>
- [13] Sundararajan, V.; Romero, E.; Bonilla, N.; Martínez, C. Energy Harvesting from Fluttering Membranes. IN: *10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology – LACCEI'2012*, July 23-27, Panama, 2012.
- [14] Thornton, J. J. Design and analysis of a wind energy harvesting circuit using piezoelectric polymers. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica*, Faculdade da Universidade da Califórnia Polytechnic State, San Luis Obispo, 2011, 100 f.

Capítulo 11

ESTUDOS PARA O DIMENSIONAMENTO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Nicole Mendonça de Freitas

Juliano Rodrigues Gimenez

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo realizado em uma residência unifamiliar visando analisar a aplicabilidade e a viabilidade econômica de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, dimensionado a partir de um comparativo entre cinco métodos de dimensionamento. O sistema de aproveitamento de água da chuva foi dimensionado para fins de irrigação, lavagem de pisos, calçadas e veículos, bem como para descarga de vasos sanitários. Os resultados demonstram que o projeto é viável economicamente, porém com um longo tempo de retorno do investimento. No entanto, extrapolando os resultados obtidos a partir dos dimensionamentos executados para esse estudo de caso, pode-se constatar que se caso 30% da população do município em questão adotasse esse tipo de medida, isso implicaria em uma redução do consumo de água potável de aproximadamente 4 milhões de metros cúbicos.

Palavras-chave: Águas Pluviais. Viabilidade Econômica. Residência Unifamiliar

1. INTRODUÇÃO

Uma vez que grande parte das águas utilizadas em residências são para fins não-potáveis, é preciso que sejam pensados sistemas que possam melhor aproveitar tais águas e que evitem o uso de água potável para esses fins. Conforme Ferraz e Silva (2015), cerca de 70% da água potável é utilizada em banhos, lavagem de roupas e descarga sanitária, ou seja, grande parte dessa água poderia ser proveniente de fontes não potáveis, o que evitariam custos desnecessários e a utilização de recurso natural em escassez. Nesse aspecto, o aproveitamento de águas pluviais surge como uma alternativa para substituição do uso potável para fins não-potáveis. Além disso, segundo Gonçalves et al. (2006), a captação da água da chuva auxilia também na conservação de energia, uma vez que há um significativo consumo de energia na operação de tratamento de água, bem como no sistema de distribuição para as residências.

Um sistema de captação de água da chuva deve considerar a área disponível para coletar a água, a vazão de água disponível, a estimativa de demanda e o dimensionamento de um reservatório de armazenamento, este considerando os períodos de seca da região. Isto posto, o artigo em questão visa apresentar os diferentes métodos de dimensionamento de reservatório, bem como uma análise comparativa da viabilidade de implantação desse sistema após a residência ter sido construída e antes de sua construção, de forma a apresentar qual situação é mais compensatória. Tal situação será apresentada para uma residência unifamiliar de aproximadamente 100 m², de classe média de um município localizado no estado do Rio Grande do Sul. Além disso apresenta uma análise realizada a partir da extrapolação dos resultados encontrados para esse estudo de caso, avaliando o impacto positivo decorrente da aplicação de sistemas de aproveitamento de forma mais disseminada no município em estudo.

Os resultados desse trabalho intencionam contribuir com as discussões a respeito de alternativas sustentáveis para a redução do consumo excessivo dos recursos ambientais, bem como apontar soluções factíveis nesse sentido, que poderiam ser alvo inclusive de políticas públicas, com incentivos para a sua implementação.

2. DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE RESERVAÇÃO

Em projetos de dimensionamento de aproveitamento de águas pluviais, é necessário considerar todos os elementos, quais sejam: área de coleta, sistema de condução (calhas e condutores verticais e horizontais), filtros, reservatórios, bombeamento e sistema de distribuição. Normalmente um dos elementos que apresenta maior atenção para o seu adequado dimensionamento da capacidade e necessidade de reservação. Para tal, há distintos métodos citados tanto pelas NBR 15.527, quanto pela literatura especializada no tema. Cada método pode resultar em valores bastante distintos de volume de reservação, sendo adequado que a cada caso se avaliem bem as alternativas possíveis e considere-se ainda a situação particular de risco de falta de água pluvial para suprimento.

Para que o dimensionamento do reservatório fosse realizado, foram utilizados cinco métodos diferentes, onde posteriormente foi feito um comparativo e então foi escolhido o resultado a partir do método que mais se aplica ao caso.

- Método do número de dias sem chuva: esse método consiste em ajustar o número máximo de dias consecutivos sem chuva em um ano, relacionado a uma série histórica de chuvas (DORNELLES; TASSI; GOLDENUM, 2010). Para tanto, segundo Gonçalves et. Al (2006), é preciso que seja feito um levantamento das demandas não potáveis internas e externas da residência, juntamente com a estimativa de produção de água da chuva.

- Método de Rippl: diferentemente do método anterior, conforme Thomaz (2003 apud RUPP, MUNARIM e GHISI, 2011, p. 52), essa metodologia utiliza as séries históricas mais longas de precipitação, em forma de vazão alimentadora do reservatório. É preciso ter a demanda média de água da chuva, a área de captação e o coeficiente de escoamento superficial (runoff). De acordo com Rupp, Munarim e Ghisi (2011), são utilizadas a eq. (1) e a eq. (2) para o dimensionamento.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (1)$$

Onde: S(t) é o volume de água pluvial no reservatório no tempo t, D(t) é a demanda ou

consumo de água pluvial no tempo t e Q(t) é o volume de água pluvial no tempo t.

$$Q(t) = C \times P \times A \quad (2)$$

Onde: P é a precipitação média no tempo t, A é a área de captação e C é o coeficiente de escoamento superficial.

- Método da Simulação: para este método, busca-se a determinação de um percentual de consumo que deve ser atendido conforme um tamanho de

reservatório definido previamente. (RUPP; MUNARIM; GHISI, 2011). Para isso, o dimensionamento considera que o reservatório está cheio no início do tempo "t" e que a série histórica é válida para as condições futuras. Para tanto, são utilizadas a eq. (3) e a eq. (4).

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t) \quad (3)$$

Onde: $0 \leq S(t) \leq V$, S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t, Q(t) é o volume de chuva no tempo t, S(t-1) é o volume de água

no reservatório no tempo t-1, D(t) é o consumo ou demanda no tempo t e V é o volume do reservatório fixado.

$$Q(t) = C \times \text{precipitação}_{(t)} \times \text{área de captação} \quad (4)$$

Onde: C é o coeficiente de escoamento superficial.

- Método Azevedo Neto: de outra forma, este é um método prático, o qual visa obter um volume de armazenamento a partir de uma equação (eq. (5)). Uma vez que a norma NBR 15.527 (ABNT, 2007) não especifica como deve ser determinado o

número de meses com pouca chuva, os autores Dornelles, Tassi e Goldenfum (2010) sugerem que para meses com precipitação inferior a 100 mm considera-se esse um mês de pouca chuva. Caso não haja um mês nessa condição, sugere-se um mínimo de 1 mês com pouca chuva.

$$S = 0,042 \times P \times A \times T \quad (5)$$

Onde: S é o volume de água no reservatório, P é a precipitação média anual, A é a área de captação e T é o número de meses com pouca chuva.

- Método Inglês: Este método

também se utiliza de uma equação (eq. (6)) para o dimensionamento do reservatório. É um método prático e direto, que considera 5% do volume anual de água pluvial captada. (DORNELLES; TASSI; GOLDENFUM, 2010).

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (6)$$

Onde: P é a precipitação média anual e A é a área de captação.

demanda, área de captação, entre outros. Para tanto, foram utilizados os dados pluviométricos da estação localizada mais próxima ao ponto de captação. Primeiramente, definiu-se a área de captação a ser utilizada, para então avaliar o suprimento suficiente ou não do sistema. Para as demandas não-potáveis da residência, considerou-se a soma das demandas internas e externas, correspondendo respectivamente às demandas de vaso sanitário e máquinas

3.METODOLOGIA

Para que as técnicas de dimensionamento da capacidade dos reservatórios pudessem ser devidamente aplicadas para o caso específico de uma residência unifamiliar, foi necessário coletar diferentes parâmetros de entrada, como precipitação média anual,

de lavar e às demandas de jardins, áreas impermeabilizadas e lavagens de veículos.

Para a demanda do vaso sanitário, foram considerados cinco habitantes, um consumo médio de 7 L por descarga, e cerca de cinco descargas por dia. Já para a máquina de lavar, considerou-se um consumo de 155 L por ciclo, uma frequência de lavagem de 4 vezes por semana e um coeficiente de carga de 0,2. Em contrapartida, a demanda para irrigação de jardins levou em consideração uma área de 38 m², um consumo médio de 2 L/d/m² e uma frequência de duas vezes por semana. Para a área impermeável considerou-se 185,94 m², um consumo de 2 L/d/m² e uma frequência mensal. Por fim, para a lavagem dos veículos, foi levado em consideração uma quantidade de quatro veículos, um consumo médio de 80 L/lavagem e uma frequência de lavagem mensal.

Além desses dados, foi preciso saber o custo de construção da residência para que pudesse ser feito o comparativo dos custos de implantação do sistema de águas pluviais antes e depois da construção. Para tanto, uma vez que a residência foi construída há mais de vinte anos, utilizou-se uma estimativa realizada a partir dos dados fornecidos pela SINDUSCON-RS, através do Custo Unitário Básico – CUB de 2017, para o município de Caxias do Sul. Para uma residência unifamiliar

com padrão de acabamento normal, considera-se um custo de R\$1.735,15/m². Isto posto, considerou-se também, que o lote atual da residência é valorado em R\$360.000,00, atualmente.

4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DEMANDAS NÃO-POTÁVEIS DE ÁGUA

Uma vez que os dados de consumo foram levantados, foi possível estimar as demandas não-potáveis de água, sendo que para as demandas internas obteve-se um valor de 0,26 m³/dia, ou 7,8 m³/mês, utilizando-se uma média de 30 dias. Para as demandas externas, obteve-se um valor de 0,055 m³/dia, ou 1,65 m³/mês. Portanto, tem-se uma demanda total de 9,45 m³/mês de águas destinadas para fins não-potáveis, a qual será totalmente suprida através do abastecimento por águas pluviais.

4.2 VOLUME DOS RESERVATÓRIOS

Uma vez que os reservatórios foram dimensionados utilizando-se de cinco diferentes métodos, foi possível avaliar qual se adequaria melhor à situação da residência. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela .

Tabela 1 – Comparativo dos volumes obtidos a partir dos diferentes métodos

Método de Dimensionamento	Volume (m ³)
Método dos dias sem chuva	6,58
Método de Rippl	7,05
Método da Simulação	9,00
Método Azevedo Neto	5,58
Método Inglês	6,65

Fonte: A autora (2017)

A partir dos resultados obtidos, pode-se perceber que o método da Simulação superestima o volume do reservatório, uma vez que utiliza uma maior quantidade de dados para o seu dimensionamento, considerando a necessidade e ou possibilidade de acumular-se o maior volume de água de chuva disponível a cada mês. De acordo com Amorim e Pereira (2008), existem métodos mais conservadores e métodos de superdimensionamento, porém, é preciso avaliar os interesses finais juntamente com a região de implantação.

Além disso, entende-se que para cada caso é possível considerar-se também o risco de desabastecimento a partir das águas pluviais, o que eventualmente poderia então ser suprido pela água de abastecimento público convencional. Assim, considerou-se que de todos os resultados, o que mais se aplicaria à situação da residência em questão, seria o método Azevedo Neto, que resulta no menor volume de reservação, de 6 m³, o que conseqüentemente terá o menor custo de implantação.

4.3 CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA RESIDÊNCIA

A residência na qual o trabalho se desenvolveu é do tipo unifamiliar, com um padrão de acabamento básico e uma área construída de 94,5 m². Portanto, sabendo-se que o custo por metro quadrado construído é de R\$ 1.735,15, e que o terreno vale R\$360.000,00, tem-se que o custo de construção da residência aliado ao valor do lote é de R\$523.971,68, em valores atuais (ano base: 2017).

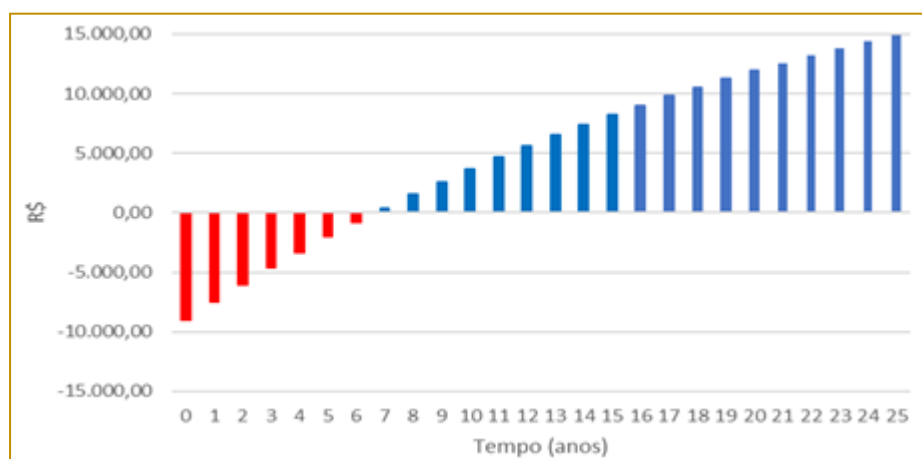
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso em questão possibilita uma economia de água potável através da substituição desta por água pluvial. De forma quantificada, isso representa uma redução no consumo de água potável, entre demandas internas e externas, de 82,8 m³ por ano. Considerando o custo da água no município onde a residência está localizada, este consumo significa uma economia de R\$1.754,28 com os custos de água anualmente.

Além disso, levando em consideração um custo de implantação de R\$9.048,14, e um custo de operação e manutenção do sistema de R\$162,40, foi possível verificar a viabilidade econômica do projeto. Para tal análise foram considerados conceitos de valor presente líquido – VPL, taxa interna de retorno – TIR, tempo de retorno do investimento e relação benefício-custo – B/C. Conforme Vieira Sobrinho (2000), o valor presente líquido é “uma técnica de análise de fluxos de caixa que consiste em calcular o valor presente de uma série de pagamentos (ou recebimentos) iguais ou diferentes a uma taxa conhecida, e deduzir deste o valor do fluxo inicial”, sendo que, segundo o mesmo autor, o investimento se apresenta viável quando o VPL resulta em um valor positivo.

Somando-se a isso, segundo Vieira Sobrinho (2000), a TIR é “a taxa que equaliza o valor presente de um ou mais pagamentos (saídas de caixa) com o valor presente de um ou mais recebimentos (entradas de caixa).” Isto posto, a análise realizada apresentou-se viável economicamente, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Saldo de caixa em valor presente líquido



O investimento apresentou um VPL de R\$14.926,53, um B/C de 2,30 e uma TIR de 20,24%, no entanto começa a apresentar retorno financeiro apenas 6 anos após a implantação do projeto, o que pode ser considerado um tempo relativamente longo para tal situação. Porém, deve-se levar em consideração os benefícios ambientais que surgem a partir da implantação do mesmo, como por exemplo a redução do consumo de água potável, que contribui para a redução

dos custos que o município tem com captação, tratamento e distribuição de água. Além disso, pode-se dizer que a utilização das águas pluviais também pode contribuir para a atenuação dos picos de precipitação, contribuindo para a redução dos alagamentos nas ruas.

6. CONCLUSÃO

Considerando o levantamento de dados realizado, buscou-se avaliar a implantação de tal sistema no âmbito econômico, de forma a verificar a viabilidade do sistema em residências com características semelhantes ao do local apresentado neste artigo. A análise de viabilidade econômica considerou os benefícios tangíveis do projeto, os quais, segundo Oda (2017), são aqueles em que é possível estimar, quantificar, atribuir um valor percentual, ou seja, atribuir um valor para cada benefício.

É preciso salientar que pode ser mais vantajoso implantar o sistema de aproveitamento de águas pluviais durante o processo construtivo de uma residência, do que após a mesma já estar pronta. Usando o estudo de caso em questão, e considerando que o custo de construção de uma residência com as dimensões apresentadas

anteriormente, juntamente com o valor do terreno onde a mesma está implantada, seja de R\$523.971,68, é possível verificar que a implantação do sistema no momento da construção causaria um acréscimo de 2,85% no valor total da construção.

Dessa forma, pode-se concluir que o projeto contribui de forma positiva para o meio ambiente e para a sociedade num todo, uma vez que considerando-se que 30% das residências do município em questão implantem um projeto semelhante ao sugerido, isso representaria uma economia de aproximadamente 4 milhões de metros cúbicos de água por ano, o que é equivalente a aproximadamente a capacidade de armazenamento da barragem do Maestra, localizada no município de Caxias do Sul. Ou seja, embora pareça uma ação simples a ser tomada em uma única residência, é algo que se torna bastante significativo para o município e para a população.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.527: Aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis em áreas urbanas. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- [2] Dornelles, F.; Tassi, R.; Goldenfum, J. A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2010, v. 15, n. 2, p. 59 – 68.
- [3] Ferraz, M. F. A.; Silva, E. M. da. Estudo de Viabilidade de um Sistema de Tratamento para Reutilização de Água em Finalidades Domiciliares Diversas. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 3, p.702-712, dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/17648/pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.
- [4] Gonçalves, R. F. et al. Programa de pesquisa em saneamento básico. Uso racional da água em edificações. Vitória: Prosab, 2006. 332 p. (Prosab ; 4).
- [5] Oda, Orlando. Vantagens do ERP: Os Benefícios Tangíveis e Intangíveis do Sistema ERP. 2017. Disponível em: <<http://www.otk.com.br/blog/vantagens-erp-beneficios-sistema/>>. Acesso em: 21 out. 2017.
- [6] Rupp, R. F.; Munarim, U.; Ghisi, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.47-64, set. 2011.
- [7] Vieira Sobrinho, José Dutra. Matemática financeira. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 409 p.

Capítulo 12

DETECÇÕES DE FOCOS DE CALOR NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS NOS ANOS DE 2006 E 2016.

Luana Helena Oliveira Monteiro

Paula Fernanda Viegas Pinheiro

Maria de Nazaré Martins Maciel

Thais Gleice Martins Braga

Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo

Orleno Marques da Silva Junior

Resumo: Os incêndios florestais são umas das principais ameaças à biodiversidade, as quais se tornam constantes principalmente em áreas protegidas. As detecções de focos de calor por satélite são fundamentais no sistema de monitoramento de incêndios florestais. O objetivo do presente estudo é analisar os focos de calor na Flona do Tapajós e comparar aos dados de Registros de Ocorrência de Incêndios. A mesma é considerada uma das unidades de conservação mais importantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, por ser a área protegida mais visitada na região Norte do Brasil, com aproximadamente 30 mil visitantes por ano e também por possuir um modelo de uso sustentável. Utilizou-se informações do Banco de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), obtidos pelos satélites NOA, NPP, AQUA e GOES. As análises espaciais foram realizadas através do *software* ArcGis 10.1, modelo ao padrão de densidade *Kernel*. Foram detectados 53 focos de calor no ano de 2006, e 94 no ano de 2016, totalizando 147 focos, com maior percentual ao norte da Flona no Município de Belterra. Os satélites AQUA e NPP apresentaram os melhores resultados em quantidade de detecção.

Palavras-chave: Geotecnologias. Unidades de Conservação. Focos de calor.

1. INTRODUÇÃO

O incêndio florestal é um evento com potencial devastador (França *et al.* 2007), representando uma ameaça ambiental de primeira ordem (Campo *et al.* 2006). São também um importante fator de perturbação que influenciam os ecossistemas florestais. Eles têm um forte impacto tanto sobre as condições bióticas como as abióticas. Como um elemento de perturbação natural, é um componente essencial para o funcionamento de muitos ecossistemas.

As últimas décadas, no entanto, trouxeram um aumento significativo nas ocorrências em muitas áreas do mundo. Isso resulta em um desequilíbrio entre os episódios de fogo e a recuperação do ecossistema, o que leva a fragmentação da paisagem e sua degradação (ADÁMEK *et al.*, 2015).

A ocorrência de incêndios é uma das ameaças contínuas aos objetivos das Unidades de Conservação (UCs) (KOPROSKI *et al.*, 2011), áreas especialmente protegidas destinadas principalmente à manutenção da biodiversidade em áreas naturais remanescentes (MARCUIZZO *et al.*, 2015). Além dos conflitos, no Brasil, as causas de incêndios em UCs têm sido principalmente devido ao uso incorreto do fogo para renovação de pastagens e limpeza de restos de cultura nas propriedades vizinhas (PEREIRA *et al.*, 2004), requerendo um maior investimento em políticas que visem a diminuição dos impactos causados pelo fogo.

A Floresta Nacional do Tapajós (FLONA Tapajós) atualmente é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). É a 13ª FLONA criada no Brasil, entre as 65 florestas nacionais existentes, sendo a segunda criada na região Norte e a segunda no Estado do Pará, compondo o mosaico de 40 FLONAS existentes na Amazônia (ICMBio, 2014). Garcia (2008) classificou a população dessa Unidade de Conservação (UC) em função da localização às margens dos rios e estradas e no núcleo urbano de Aveiro (PA).

A Lei 9.605, de 12/02/1998, Lei de Crimes Ambientais, em seu Art. 2º “Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que,

sabendo da conduta criminoso de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la”. A Lei que trata dos crimes ambientais e das infrações administrativas ambientais aborda a matéria em seu artigo 41. Define como crime “provocar incêndio em mata ou floresta: pena – reclusão, de dois a quatro anos, e multa. Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa”.

A FLONA Tapajós possui expressiva riqueza sociocultural, representada por aproximadamente 500 índios da etnia Munduruku, além de 5 mil moradores tradicionais, formados por populações ribeirinhas, com hábitos culturais próprios, totalizando 28 comunidades que habitavam o local antes da criação da UC. Esta Unidade e Conservação abriga pesquisas científicas do Bioma Amazônia e ocupa o segundo lugar na categoria das UCs com maior volume de pesquisas no Brasil.

Contudo, a FLONA Tapajós vem sofrendo constantes mudanças nos padrões de uso e cobertura do solo, principalmente no seu entorno, por meio de atividades agrícolas, pecuária, extração de madeira e agricultura familiar. Além disso, a unidade é limitada ao leste pela Rodovia BR-163 e ao sul pela Rodovia Transamazônica, ambas de relevante importância para a circulação de produtos na região (EMBRAPA, 2016).

Em 2001 o IPAM foi convidado pela associação intercomunitária da região e o IBAMA/PROMANEJO para desenvolver uma metodologia piloto de prevenção de queimadas para as populações residentes em áreas protegidas da FLONA Tapajós, dentro das ações dos Projetos de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia. Resultados observados indicavam que 100% das famílias da Unidade de Conservação usavam fogo no sistema agrícola com pouco uso de técnicas de prevenção de queimadas acidentais, 84% das famílias queimavam a roça nos horários mais quentes e 35% das famílias não faziam nenhum tipo de prevenção, o que levava a Unidade de Conservação a apresentar alto risco de incêndios acidentais (SILVA, 2001).

Neste sentido, o objetivo deste estudo é analisar o perfil dos incêndios florestais na FLONA do Tapajós entre o período de 2006 e 2016, e comparar com os Registros de Ocorrência de Incêndio (ROIs), fornecendo informações para tomada de decisões de forma mais segura e confiável.

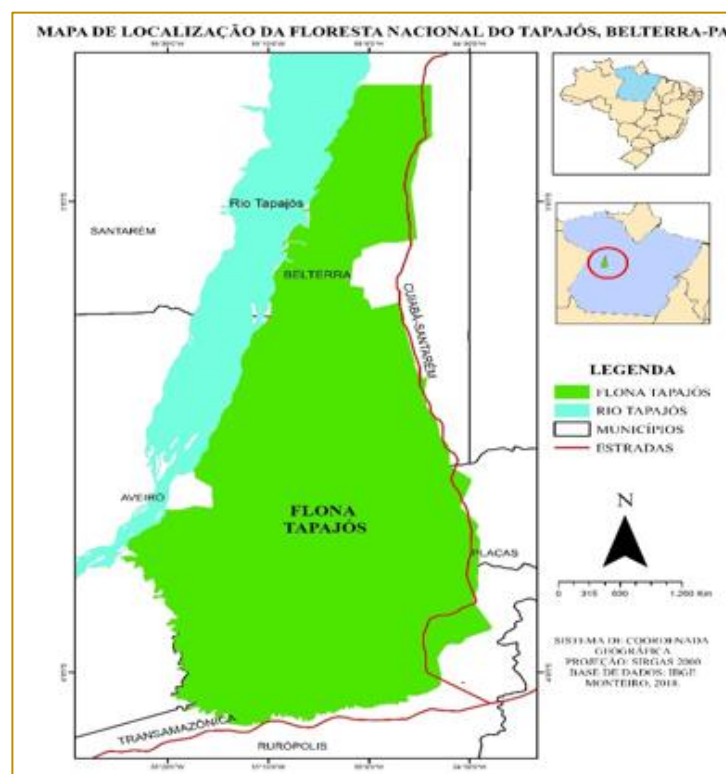
2.METODOLOGIA

A FLONA Tapajós, foi criada pelo Decreto nº 73.684, em fevereiro de 1974. Com aproximadamente 527 mil hectares, a unidade está localizada no Bioma Amazônia, mais precisamente às margens do Rio Tapajós, na região Oeste do Estado do Pará. É considerada uma das unidades de conservação mais importantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, por ser a área protegida mais visitada na região Norte do Brasil, com aproximadamente 30 mil visitantes por ano e também por possuir um modelo de uso sustentável – madeireiro e não madeireiro – baseado na gestão comunitária, exercido por população tradicional e indígena, tornando-se referência no Brasil e na América Latina (EMBRAPA, 2016).

Está localizada no Município de Belterra e possui uma zona de amortecimento de 10 km.

Por ocasião do Projeto Robin. A equipe de pesquisadores do projeto Robin avalia as relações entre a biodiversidade e os processos socio ecológicos de adaptação das populações às mudanças no clima. No Brasil, o projeto é desenvolvido na região da Flona Tapajós, e está desenvolvendo produtos e ferramentas para subsidiar programas de implementação de políticas de redução de emissões de gases de efeito estufa, e para apoiar a tomada de decisões principalmente quanto à gestão e ao uso da terra. Sendo assim, ampliou-se a área de estudo para 30 km, visando entender os processos de pressões antrópicas por moradores em municípios como Santarém, Belterra, Aveiro, Rurópolis (Figura 1) e, o mais recente, Mojuí dos Campos (EMBRAPA, 2016).

Figura 1 – Mapa de Localização da Floresta Nacional do Tapajós.



Fonte: Autores

Na região da FLONA predominam os Latossolos Amarelo Distróficos e Podzólico Vermelho Amarelo, possui relevos dissecados. A hidrografia dividida entre as calhas do Rio Tapajós a oeste e a bacia do Rio Curuá-Una a leste. Na região de declive encontra-se a nascente do Rio Moju, tributário

do Curuá-Una, cuja foz é no rio Amazonas (EMBRAPA, 2016).

O clima é classificado como Ami no sistema Köppen, ou seja, tropical úmido com variação térmica anual inferior a 5o C. No sistema Gaussen, o clima é classificado como Xeroquimênico, apresentando temperaturas

mais baixas superiores a 150 e um período seco de até 40 dias. Dados climáticos coletados em Belterra registraram temperatura média anual de 25,50 C, máxima de 30,60 C e mínima de 21,00 C. A variação térmica durante o ano foi inferior a 30 C (Fig.5.1). A evapotranspiração média registrada no período foi de 122mm, com os maiores valores registrados no período de outubro a janeiro (BRASIL, 2004).

No final da década de oitenta, no âmbito do Programa de Monitoramento da Cobertura

Florestal do Brasil, o IBDF, em parceria com SUDAM e CSRA, realizou um levantamento sobre os tipos de vegetação existentes na Flona do Tapajós e constatou o desmatamento ocupando 4,96% da área total da área (IBDF, 1987).

No presente trabalho, foram analisadas detecções de focos de calor pelos satélites NOAA (12 e 18), NPP, AQUA, GOES (12), equipados com diferentes sensores, cujas características estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos Satélites com respectivos sensores que captaram os focos de calor nos anos de 2006 e 2016.

Satélite tipo Órbita Polar	Sensor	Características
NOAA	AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)	Resolução espacial: 1,1 km; Resolução temporal: diária (AM e PM); Área imageada: 2.400 km
NPP	Suomi National Polar-orbiting Partnership	Resolução espacial: 750m; Largura espectral: 0.402 – 0.422
AQUA	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	Altitude 700 km, ângulo de imageamento de $\pm 55^\circ$ e faixa imageada de 2330 km; Resolução espacial de até 250 m; 36 bandas espectrais entre 0,4 μm e 14,4 μm
GOES(12)	GOES I-M (Imager Radiometer e Vertical Sounder)	Resolução espacial: 8 km; Resolução espectral: 0.55 a 12.50 μm

Fonte: NASA; INPE (2018) adaptado pelos autores.

A partir do Banco de Dados de Queimadas (BD Queimadas) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010), foram obtidos os dados pontuais de detecção de focos de calor, utilizou-se também a base de dados do IBGE. As análises espaciais foram efetuadas no *software* ArcGIS 10.1, inserindo-se arquivos em *shapefile* correspondentes aos limites territoriais da área protegida, modelado o padrão de distribuição do conjunto de pontos, manuseou-se a ferramenta *extract by mask* do ArcGis, que extrai as células de um raster que correspondem às áreas definidas por uma máscara, em seguida utilizando-se o estimador de densidade *Kernel* contido na ferramenta mapas de calor do *software*.

Segundo Bailey e Gratell (1995), o estimador de densidade *Kernel* é uma função bidimensional, ao qual se estabelece uma largura de banda que facilita o cálculo de pontos dentro de uma área de influência, medido pela distância de cada um à localização de interesse. Estes dados constituem-se de pontos que possuem informações básicas sobre os focos de calor. Os registros foram agrupados por tipo de satélite e por tipo de sensor, calculando-se o

número de focos detectados por cada satélite.

3.RESULTADOS

Foram detectados 53 focos de calor no ano de 2006, e um aumento no número de focos no ano de 2016 com 94 detecções, totalizando 147 focos, com maior percentual ao norte do Município de Belterra. Quando comparada aos ROIs, o mesmo registrou apenas 18 focos em área com 26,6 hectares no ano de 2006 e 26 incêndios em 2016 com área queimada de 32 hectares, no total de 44 focos (TORRES, 2016).

Considerando todos os incêndios analisados, os satélites deixaram de detectar 30% das ocorrências. Evidenciando a falta de registro de incêndios florestais através do ROIs.

Diversas condições atmosféricas são as causas principais para que isso ocorra, como por exemplo: clima, temperatura média, umidade e vento, ou evitar a ocorrência do fogo, já que incêndios florestais e clima são processos intimamente correlacionados (Liu *et al.*, 2014).

A suscetibilidade das florestas Amazônicas

aos incêndios florestais, assim como também a distribuição espacial e temporal dos incêndios, está diretamente associada a secas intensas ocasionadas por aumentos atípicos na temperatura da superfície do mar no Pacífico, no caso do El Niño, e no Atlântico Norte Tropical, o caso do dipolo do Atlântico (SILVA *et al.*, 2018).

Aferições atuais da extensão do fogo de superfície, capturadas por novas técnicas de detecções por satélites modernos, expressa que, no período entre 1999 e 2010, as incidências de fogo de sub-bosque influenciou mais de 85.500 km² de floresta, ou

seja, 2,8% de toda a floresta amazônica foi atingida, e mesmo que essas aproximações ainda precisem ser analisadas in loco, tais pesquisadores sugerem que a perturbação do fogo é proporcionalmente maior que o desmatamento ocorrido na região no mesmo espaço temporal (MORTON *et al.*, 2013).

Na média geral os satélites AQUA e NPP apresentaram os melhores resultados em quantidade de detecção.

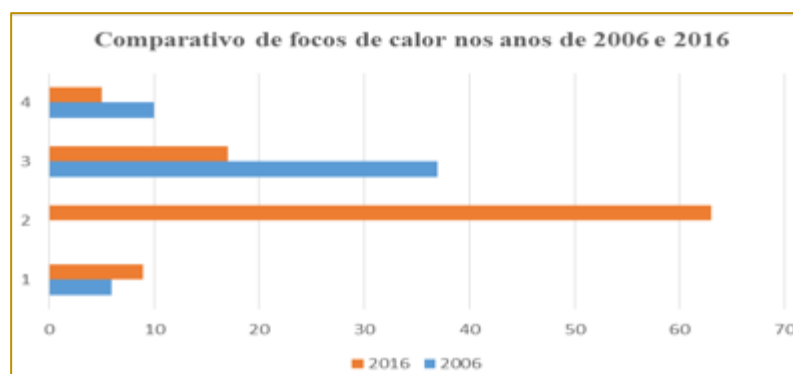
Fazendo a comparação entre os anos de 2006 e 2016, observa-se que houve aumento significativo de focos de calor em 2016 (Tabela 2, Gráfico 1).

Tabela 2- Satélites com respectivos sensores que captaram os focos de calor nos anos de 2006 e 2016.

Satélite tipo Órbita Polar	2006 Nº focos	2016 Nºfocos
NOAA	6	9
NPP	-	63
AQUA	37	17
GOES(12)	10	5
TOTAL	53	94

Fonte: Autores

Gráfico 1 – Comparativo dos focos de calor nos anos de 2006 e 2016.



Fonte: Autores

Em 2006 não houve o registro de ocorrência pelo satélite NPP, isso explica pelo fato do satélite ter sido utilizado a partir de 2011 na coleta de dados sobre mudanças climática. Já em 2016 foram detectados 63 focos. O satélite AQUA registrou 37 focos em 2006, e apenas 17 detecções em 2016, dados observados na Figura 2.

Os satélites AQUA e TERRA carregam sensores MODIS e giram em órbita assíncrona e, juntos, os dois instrumentos conseguem adquirir imagens da Terra de 1 a 2 dias.

Desta forma, o conjunto de informações dos

sensores MODIS mostra-se a base de dados de focos de calor mais precisa e completa, dentre as analisadas.

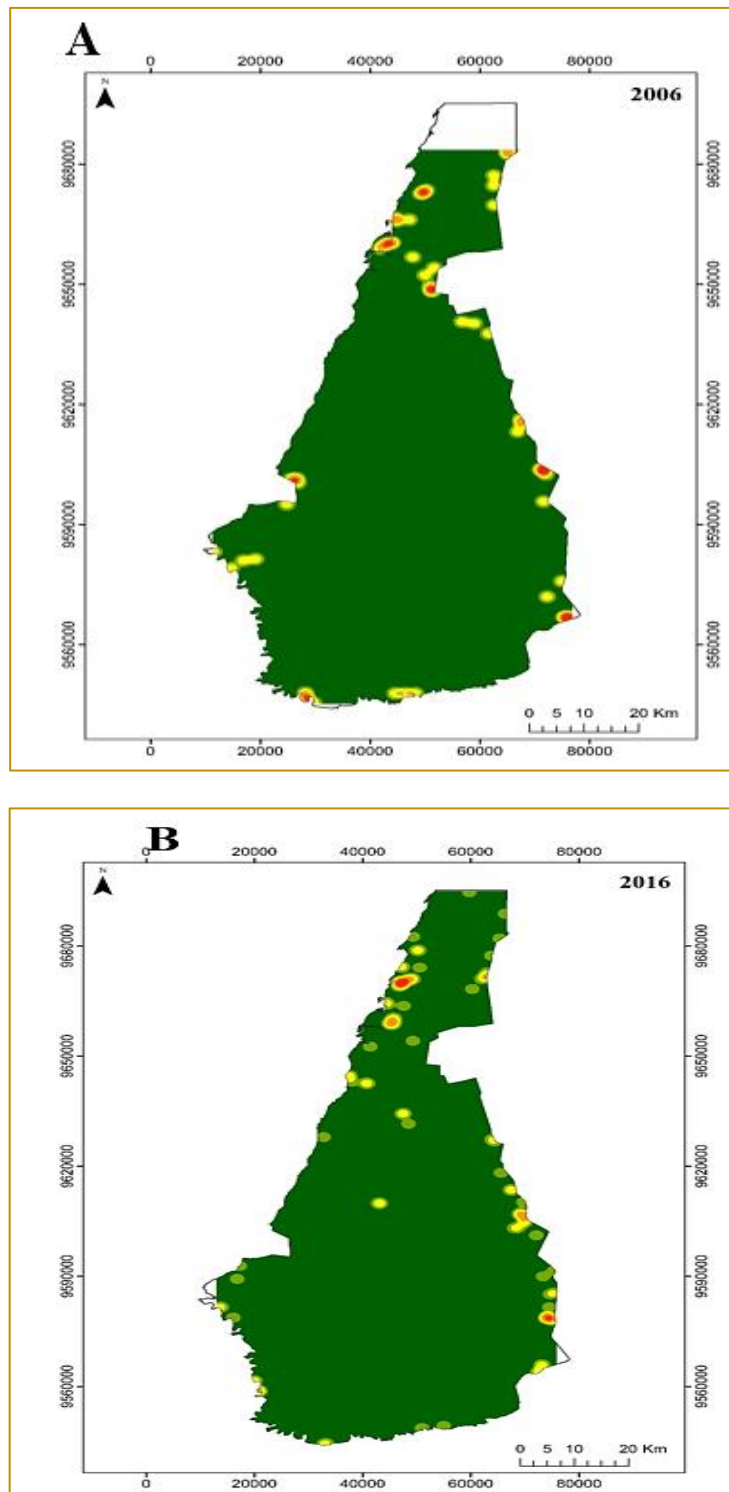
Essas características conferem a esse sensor especial utilidade para análises espaciais e históricas onde se procura a comparação de dados com mesmos parâmetros (Tomzhinski1 *et al.* 2011).

O fogo pode alterar as propriedades do solo e do ciclo dos nutrientes, influencia também na disponibilidade de luz, modificação na oferta de matéria prima, e no banco de sementes, tais fatores podem atuar negativamente no

bioma, estimulando a morte de espécies animais e vegetais e principalmente nos ecossistemas de espécies sem adaptações decorridas do fogo, ou podem agir de maneira positiva, em caso de ecossistemas com conjunto de espécies com adaptações

evolutivas ao fogo, selecionando assim espécies que exibem morfologia e fisiologia melhor adaptadas rigidez do fogo (MIRANDA *et al.*, 1996; CERTINI, 2005; MASSMAN *et al.*, 2010; SHAKESBY & WALSH, 2010; BALCH *et al.*, 2013; BOND & MIDGLEY, 2012).

Figura 2 – Mapa de Distribuição dos focos de calor nos anos de 2006 (A) e 2016 (B).



Fonte: Autores

Estudos de (Torres et al. 2011; Ramos et al. 2011) evidenciaram que os focos de calor apresentam alta correlação com o desmatamento, em termos de distribuição espacial e alta correlação com a quantidade de chuvas, em termos da densidade/intensidade.

As condições de secas aumentam a susceptibilidade à queima, pois neste período, observa-se menor umidade relativa do ar e do material combustível, e a umidade atmosférica é elemento decisivo nos incêndios florestais.

Apesar das condições atmosféricas serem fator determinante para queimadas, quem deflagra são as pessoas. Ramos (2011) afirma que pesquisadores do INPE confirmam que 99% das queimadas são provocadas pelo homem e que as condições atmosféricas favorecem os incêndios, mas as principais causas são econômicas e culturais.

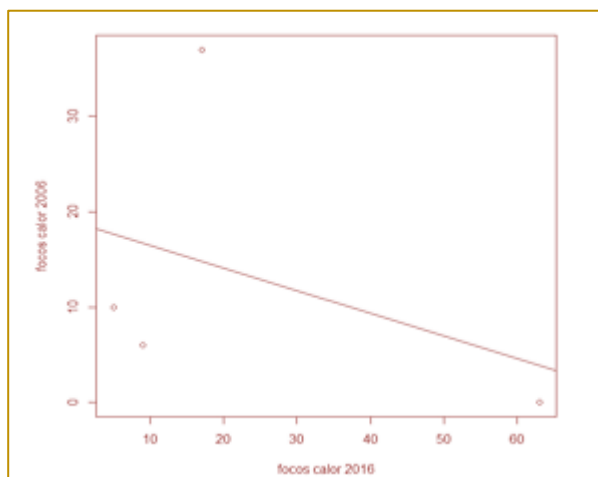
Prevalece ainda na região Amazônica a cultura do fogo. O pequeno agricultor, representado pela agricultura familiar, ainda utiliza esta técnica antiga e rudimentar de limpeza da área para poder plantar. Esta ainda é a forma mais barata de limpeza de

área, portanto culturalmente e economicamente ainda se queima muito na região para desta forma poder colocar o cultivo na terra.

No entanto, esta prática por não ser controlada, é o principal vetor de ocorrência de queimadas e incêndios florestais na Amazônia, ou seja, o fogo inicia em pequenas áreas que dependendo do clima, da direção do vento e da susceptibilidade do terreno tende a se espalhar por grandes áreas, sendo de difícil controle pelos guardas florestais e bombeiros.

Neste estudo, os focos de calor analisados nos períodos apresentaram fraca relação linear ($r=0.15$) (Gráfico 2). A correlação encontrada foi de -0.3896548 , $p\text{-value}$ (0.6103) > 0.05 , com hipótese nula não significativa. Tasker e Arima (2016) afirmam que tais mudanças nas correlações entre os focos de calor e desmatamento, assim como o impacto contraditório das políticas contra o desmatamento, dão base as linhas indefinidas de raciocínio por trás do regime de fogo observado, devido a diminuição dos incêndios e da política de anti-deflorestamento.

Gráfico 2 – Relação de focos de calor nos anos de 2006 e 2016.



4. CONCLUSÃO

Ações de fiscalização do Ibama e menor ritmo de atividade do setor do agronegócio constam como fatores que influenciaram na queda do número de focos de calor em 2006. Além da completa falta de registros de seus incêndios, outro fator limitante das análises foi o grande número de registros incompletos. Devido a motivos variados, como falta de pessoal capacitado e de estrutura adequada à missão, algumas UC's não apresentam em

seus registros informações básicas como área queimada, coordenadas geográficas, causa do incêndio e vegetação atingida.

A detecção de focos de calor por imagens de satélite tem uma série de limitações que precisam ser compreendidas para a sua correta utilização, as quais podem ser efeitos atmosféricos, nuvens cobrindo a região, substrato e geometria da aquisição da imagem e data de aquisição.

Segundo o INPE (2011) a imprecisão na localização dos focos de calor é de cerca de 1 km, podendo chegar a 6 km, e também diversos fatores podem impedir ou prejudicar a detecção dos focos, tais como: queimadas de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis. Fogo em uma das encostas de determinada montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado. Nuvens cobrindo a região na hora da captura de imagens.

REFERÊNCIAS

- [1] Adámek, M.; Bobek, P.; Hadincová, V.; Wild, J.; Kopecký, M. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, v. 336, n. 2015, p. 81, 2015.
- [2] Balch, J. K.; Massad, T. J.; Brando, P. M.; Nepstad, D. C.; Curran, L. M. Effects of high-frequency understorey fires on woody plant regeneration in southeastern Amazonian forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 368, n. 1619, p. 20120157-20120157, 2013. DOI: 10.1098/rstb.2012.0157.
- [3] Bond, W. J.; Midgley, J. J. Fire and the Angiosperm Revolutions. *International Journal*, v. 173, n. 6, p. 569-583, 2012. DOI: 10.1086/665819.
- [4] Brasil. MMA. Floresta Nacional do Tapajós. Plano de Manejo, Vol. 1- Informações Gerais, nov. 2004.
- [5] Campo, J.; Andreu, V.; Gimeno-Garcia, E.; Gonzáles, O. & Rubio, J.L. 2006. Occurrence of soil erosion after repeated experimental fires in a Mediterranean environment. *Geomorphology*, v. 82: 376 – 387.
- [6] Certini, G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, v. 143, n. 1, p. 1-10. 2005. DOI: 10.1007/s00442-004-1788-8.
- [7] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Amazônia Oriental. Reunião Anual Conjunta dos Projetos Robin e Amazalert: Excursão Técnica. Belém, PA. 2016
- [8] França, H.; Ramos, M. B. & Setzer, A. 2007. O Fogo no Parque Nacional da Emas. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília, p.140.
- [9] Garcia, A. P. dos S. A educação ambiental como intervenção no FLONA do Tapajós. 2008. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.
- [10] Ibd. Levantamento dos tipos de vegetação e ação antrópica na Floresta Nacional do Tapajós. Brasília: IBDF, 1987. 23 p.
- [11] Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Dados pontuais de focos de calor. Programa de Monitoramento de Focos. <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em 17 dez, 2017.
- [12] Instituto Chico Mendes De Conservação da Biodiversidade -ICMBio. FLONA do Tapajós [2014]. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- [13] KOPROSKI, L.; FERREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). *Floresta*, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011.
- [14] Liu, Y.; Goodrick, S.; Heilman, W. (2014). Wildland fire emissions, carbon, and climate: Wildfire-climate interactions. *Forest Ecology and Management*. 317. 80-96. 10.1016/j.foreco.2013.02.020. 2014.
- [15] Marcuzzo, S. B.; Araújo, M. M.; Gasparin, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. *Floresta*, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 129-140, 2015.
- [16] Massman, W.; Frank, M.; John & Mooney, S. (2010). Advancing investigation and physical modeling of first-order fire effects on soils. *Fire Ecology*. 6. 36-54. 10.4996/fireecology.0601036. 2010.
- [17] Miranda, H. S. et al. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 3., 1996, Brasília, DF. Manejo de ecossistemas e mudanças globais: resumos. Brasília, DF: UnB, 1996. p. 469-470.
- [18] Morton, D. C. et al. Understorey fire frequency and the fate of burned forests in southern Amazonia. *Philosophical transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, v. 368, n. 1619, p. 20120163, 2013. DOI: 10.1098/rstb.2012.0163.
- [19] Pereira, C. A.; Fiedler, N. C.; Medeiros, M. B. Análise de ações de prevenção e combate aos

incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. *Floresta*, v. 34, n. 2, p. 95-100, 2004.

[20] Ramos, A. B. R.; Nascimento, E. R. P.; Oliveira, M. J. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 15, 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE: 2011. Artigos, p.7902. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1414.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

[21] Silva, L.A. Diagnóstico Rural Participativo – O Fogo na Floresta Nacional do Tapajós, Panorama Atual E Perspectivas Futuras. Relatório de Consultoria. Santarém: 2001. 78 p.

[22] Silva, S. S. Da.; Fearnside, P. M.; Graça, P. M. L. De A.; Brown, I. F.; Alencar, A.; Melo, A. W. F. De. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Ecologia Florestal e Gestão*, vol. 424, p. 312-322, set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>.

[23] Shakesby, R. A. & Walsh, R. P. D. Temporal changes in sediment, organic matter and nutrient losses following an experimental fire in

Atlantic-Mediterranean heath , central Portugal. In: *Forest fire research: abstracts of the VI International Conference on Forest Fire Research, 2010, Coimbra*. Coimbra: Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, 2010.

[24] Tasker, K. A.; Arima, E. Y. Fire regimes in Amazonia: The relative roles of policy and precipitation. *Revista Anthropocene*, v. 14, p. 46–57, jun. 2016.

[25] Tomzhinski, G. W., Coura, P. H. F., Fernandes, M. C. F. Avaliação da Detecção de Focos de Calor por Sensoriamento Remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I, Nº 2, 2001-2011. 2011.

[26] Torres, F. T. P.; Ribeiro, G. A.; Martins, S. V.; Lima, G. S. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. *Revista Árvore*, v. 35, n.1, p.43-150, 2011.

[27] Torres, F. T. P., Lima, G. S., Costa, A. G., Félix, G. A., Junior, M. R. S. Perfil dos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação Brasileiras no período de 2008 a 2012. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2016.

Capítulo 13

APROVEITAMENTO DO BAGAÇO DE MALTE NO DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE MEL

Adriana Gotthardi

Gabriela Tavares

Letícia Mohr

Silvana Licodiedoff

Luciano André Deitos Koslowski

Resumo: O processo de fabricação de cerveja produz uma expressiva quantidade de bagaço de malte, que atualmente é descartado pela indústria cervejeira desencadeando um sério problema para a mesma. Neste contexto o aproveitamento deste subproduto no desenvolvimento de novos produtos pode ser uma alternativa promissora, cujo objetivo deste trabalho foi elaborar um pão de mel adicionado de bagaço de malte e avaliar a composição centesimal do bagaço e pão de mel. Ao determinar a composição centesimal, os resultados apontam o maior teor de cinzas 2,37% e proteína 6,59 % para bagaço de malte deste trabalho, assim como o 3,78% de fibra para o pão de mel adicionado de bagaço de malte e o menor percentual de carboidratos (15,25%) quando comparado ao comercial. Estes resultados apontam que o bagaço de malte pode ser uma fonte promissora para o desenvolvimento de novos produtos e o aproveitamento do bagaço de malte evitando o descarte desses resíduos no meio ambiente.

Palavras-chave: Pão de Mel. Bagaço de Malte. Damasco.

1. INTRODUÇÃO

O bagaço de malte é o resíduo derivado do processo inicial da fabricação de cervejas. Este bagaço origina-se do processamento do mosto, pela fervura do malte moído e dos adjuntos, que após a filtração, resultam em um subproduto que atualmente é destinado para ração animal. Composto basicamente pelas cascas da cevada malteada, é o principal subproduto da indústria cervejeira e se encontra disponível o ano todo, em grandes quantidades e a um baixo custo (MUSSATTO; DRAGONE; ROBERTO, 2006).

Os principais componentes do bagaço do malte são a casca, o pericarpo e as sementes, que são ricas em celulose, polissacarídeos não celulósicos, lignina além de algumas proteínas e lipídios. A casca também contém quantidades consideráveis de sílica e a maior parte dos compostos fenólicos do grão de cevada (ALMEIDA, 2014; SANTOS et al., 2003).

O bagaço de malte contém 20 a 30% de proteínas e 70 a 80% de fibras. Essa composição pode apresentar variações dependendo do tipo de cevada utilizada, condições de maltagem e mosturação, quantidade e o tipo de adjunto adicionado

(SANTOS et al., 2003).

Os cereais, tão comuns nos pães, foram inicialmente, usados em sopas e papas. No decorrer das últimas décadas foram adicionados na mesma formulação contendo farinhas, mel, doces, ovos, carnes moídas dando origem a bolos e pães (POSSAMAI; WASZCZYNSKYJ; POSSAMAI, 2009).

No mercado brasileiro o pão de mel apresenta ampla aceitação, principalmente pelo público infantil, as especiarias em sua composição o torna um produto único e com um sabor diferenciado dos demais produtos de panificação.

Baseado no exposto, o objetivo deste trabalho foi aproveitar o bagaço de malte resultante do processo cervejeiro para desenvolver um pão de mel com recheio de damasco e cobertura de chocolate meio amargo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O pão de mel adicionado de bagaço de malte foi desenvolvido a partir de testes preliminares que resultaram na formulação descrita na Tabela 1.

Tabela 1- Formulação do pão de mel adicionado de bagaço de malte.

Ingredientes	Quantidades (g)
Chocolate meio amargo	300
Ovos	150
Damasco	120
Bagaço de malte	93
Manteiga	38
Mel	36
Amido de milho	26
Fermento químico	11
Cacau em pó	8
Canela em pó	3
Açúcar mascavo	2
Noz-moscada	0,5

Fonte: Os autores.

O trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos (LAPRA) na Universidade Regional de Blumenau (FURB), as análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas e em um laboratório externo.

A matéria prima (bagaço de malte) utilizada para a elaboração do pão de mel, foi adquirida por meio de doação de uma microcervejaria artesanal da região do Alto

Vale. Os demais ingredientes foram adquiridos em estabelecimentos no comércio local.

Para elaborar o produto, pesou-se os ingredientes secos e na sequência adicionou-se os ovos, mel e a manteiga para homogeneização seguido da incorporação do fermento químico ao final. Na sequência a massa foi acondicionada em uma assadeira e assada em forno por 20 minutos a 180 °C.

O recheio foi elaborado por meio de hidratação do damasco e, posteriormente triturado adicionando-se 140 mL de água a temperatura ambiente. A massa foi modelada em círculos com raio de 5,8 cm cortada ao meio na horizontal, adicionado o recheio de damasco e coberto com chocolate meio amargo.

Ao finalizar o processo o pão de mel foi acondicionado em ambiente fechado sob refrigeração até o momento das físico-químicas.

2.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O bagaço do malte e o pão de mel foram submetidos às análises físico-químicas, em triplicata, para os parâmetros de:

- Umidade: através da secagem do material sob aquecimento em estufa a 105 °C até peso constante (IAL, 2008);
- Teor de cinzas através da incineração do material em mufla a 550 °C até peso constante (IAL, 2008);
- Determinação da proteína: por meio do teor de nitrogênio total, pelo método *kjeldahl*, determinado ao nível semimicro (AOAC, 2011), com fator de conversão do

nitrogênio para proteína de 6,25;

- Fibra bruta: determinada através do método de extração a quente com H₂SO₄ (1,25% p/v) e NaOH (1,25% p/v) (IAL, 2008);
- Lipídios totais: através do método por extração em aparelho Soxhlet com utilização de éter de petróleo como solvente (AOAC, 2011);
- Carboidratos determinado por diferença, subtraindo-se de 100 os teores em porcentagem de umidade, proteína, cinzas e lipídio. O valor dos carboidratos inclui a fibra bruta (IAL, 2008).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo Teste de Tukey com nível de significância de 5%, utilizando-se o programa Statistic 7.0. Todas as determinações nas amostras foram conduzidas em triplicata.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição do bagaço de malte, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2- Composição do bagaço de malte

Parâmetros	Resultados obtidos*
Umidade (%)	84,52 ± 0,16
Cinzas (%)	2,37 ± 0,06
Proteínas (%)	6,59 ± 0,11
Lipídios (%)	2,18 ± 0,08
Fibra bruta (%)	3,33 ± 0,10
Carboidratos (%)	4,56 ± 0,03

*Resultados obtidos referente à amostra expressa em porcentagem (g. 100g⁻¹) do produto em base úmida.

Médias ± desvio padrão (para três repetições).

Para Mathias et al. (2014) o percentual de umidade para o bagaço de malte e trub foi de 82,60 % para 86,90 %, respectivamente inferior ao encontrado neste trabalho, cujo percentual foi 84,52 %, todos oriundos da produção de cerveja *pilsen* tradicional. Esta umidade compromete sua durabilidade, o que classifica-o em perecível e para seu aproveitamento em outros produtos necessita ser consumido em no máximo 30 dias sob

controle da temperatura (ASCHERI et al., 2007).

Cordeiro et al. (2012) ao avaliar o bagaço de malte de uma cervejaria local de sua região encontrou um percentual de 15,46%; 2,43 %; 3,98% para carboidratos, lipídios e fibra total, respectivamente superior aos resultados deste trabalho, enquanto que cinzas (1,29%) e proteína (5,37%) foram inferiores. Esta diferença pode estar relacionada ao clima,

variedade da cevada, as condições tecnológicas do processo, condições de maltagem e mosturação bem como a quantidade e o tipo de adjunto adicionado (SANTOS et al., 2003).

O pão de mel desenvolvido neste trabalho substituiu a farinha de trigo pelo bagaço de malte, recheado com damasco hidratado e coberto com chocolate meio amargo, o que contribuiu com a umidade de 49,53 % e o teor de lipídios (12,64 %) superior ao resultado (18,00 %) para umidade e (10,04%) lipídios reportado por Freitas et al. (2017) ao elaborar um pão de mel com farinha de diferentes variedades de banana, com cobertura de chocolate.

Rigo et al. (2017) ao elaborar um biscoito tipo cookie adicionado de farinha do bagaço do malte apresentou 1,97% (cinzas) e 15,34% (proteínas) valores estes inferiores aos encontrados neste trabalho com 2,41% para cinzas e 16,39% para proteínas, esta diferença possivelmente deve estar atrelada aos ingredientes que compõe o pão de mel convencional.

Ao compararmos um pão de mel comercial (73,33 %) e adicionado de inulina (51,42 %) ambos se sobressai ao pão de mel adicionado de bagaço de malte com (15,25%) para carboidratos, esta diferença pode estar

atrelada ao uso de chocolate meio amargo e a substituição da farinha pelo bagaço de malte o que contribui com o maior percentual de fibra 3,78% quando correlacionado ao pão de mel comercial 2,33% (SCHNEIDER et al.,2016).

4.CONCLUSÃO

O bagaço de malte proveniente da produção de cerveja tipo *pilsen* apresentou os maiores teores de cinzas e proteínas quando comparado ao bagaço de malte e trub de regiões e cervejarias distintas.

A substituição da farinha de trigo por bagaço de malte na formulação de pão de mel coberto com chocolate meio amargo apresentou os maiores valores para cinzas 2,41% proteínas 16,39% e lipídios 12,64%.

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos com a mesma formulação sem a adição do recheio com o objetivo de melhorar a durabilidade do mesmo.

A utilização do bagaço no desenvolvimento do pão de mel pode reduzir a quantidade de subproduto a ser descartada e contribuir com a diminuição do impacto ambiental, além de conferir aos alimentos uma fonte alternativa de nutrientes a custo reduzido.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, A.R. Compostos bioativos do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana. 76 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- [2] AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18. Ed. Gaithersburg: AOAC, 2011.
- [3] Ascheri, D. P. R.; Burguer, M. C. DE M.; Malherios, L. V.; Oliveira, V. N. Curvas de secagem e caracterização de hidrolisados de bagaço de cevada. In: XLVII Congresso Brasileiro de Química. 17 a 21 de setembro de 2007, Natal, RN.
- [4] Cordeiro, L. G.; EL-Aouar, A. A.; Gusmão, R. P. Caracterização do bagaço de malte oriundo de cervejarias. Revista Verde, v. 7, p. 20-22, 2012.
- [5] feitas, M. C.; DA Silva, G. E.; Veras, L. S.; Santos, G. F. F. Pães de mel elaborados com farinha de diferentes variedades de banana verde. Demetra, v. 12, p. 465-482, 2017.
- [6] IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo: IAL, 2008.
- [7] Mussatto, S. I.; Dragone, G.; Roberto, I. C. Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications. Journal of Cereal Science, v. 43, n. 1, p. 1-14, 2006.
- [8] Possamai, T. N. Elaboração do pão de mel enriquecido com fibra alimentar e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. 69 f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- [9] Rigo, M.; bezerra, J. R. M. V.; Rodrigues, D. D.; Teixeira, A. M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. Ambiência, v. 13, p. 47-57, 2017.
- [10] Santos, M.; Jiménez, J. J.; Bartolomé, B.; Gómez-Cordovés, C.; Del Nozal, J. J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. Food Chemistry, v.80, p.17-21, 2003.
- [11] Schneider, L.; Manente, B. J. DE A.; Cardoso, E. V.; da Silva, E. C.; dos Santos, E. F.; Novello, D. Adição de inulina em pão de mel: caracterização físico-química e aceitação sensorial entre crianças, Saúde, v. 42, p. 205-214, 2016.

Capítulo 14

ESTUDO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA-AM NA ÁREA DE CONFLUÊNCIA DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Elton Alves de Souza Filho

Renato Kennedy Ribeiro Neves

Ieda Hortêncio Batista

Samara Beatriz da Silva Mendonça

Carlossandro Carvalho de Albuquerque

Resumo: A pesquisa teve o objetivo de avaliar os parâmetros físico-químicos das águas da Bacia do Rio Puraquequara, localizada na porção leste do município de Manaus (AM). As coletas foram realizadas no mês de Outubro de 2017, período seco, na área de confluência de usuários de recursos hídricos, entre eles: Comunidade Santa Luzia, Estaleiro (construção e manutenção de balsas), Terminal Pesqueiro (Vila do Puraquequara) e Matadouro Amazonboi (Ramal do Brasileirinho). As variáveis físico-químicas analisadas foram pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e temperatura. Avaliando-se os parâmetros obtidos para a bacia hidrográfica do Puraquequara nos pontos de coleta verificados, percebe-se que, confrontando-os com a legislação vigente, CONAMA 357/2005, não houve grandes alterações nas características da qualidade da água para os pontos estudados.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Usuários; Parâmetros físico-químicos.

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas, assim como os processos naturais, podem alterar as características físicas, químicas e biológicas da água. A qualidade da água é afetada por mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, pH, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes e agrotóxicos, fatores biológicos, entre outros (ANA, 2011, *apud* CARR E NEARY, 2008). As práticas relacionadas ao monitoramento de qualidade de água incluem a coleta de dados e de amostras de água em locais específicos (geo-referenciados), feita em intervalos regulares de tempo, de modo a gerar informações que possam ser utilizadas para a definição das condições presentes de qualidade da água.

Conforme a Agência Nacional de Águas - ANA (2004), os desafios oriundos de um cenário de demandas crescentes e de preocupante degradação ambiental são grandes e devem ser enfrentados, mas temos plena consciência de que a implantação do gerenciamento de recursos hídricos deve ser vista como um processo político gradual, progressivo, com sucessivas etapas de aperfeiçoamento, respeitando-se as peculiaridades de cada bacia ou região brasileira. Entre os desafios a enfrentar, a qualidade da água está entre os mais relevantes e emblemáticos para o país. A informação esparsa ou inexistente em várias bacias – sem redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e número de pontos de amostragem para todo o território nacional – dificulta uma visão totalmente fidedigna da condição dos corpos d'água do país. Nas bacias hidrográficas, esses processos, sejam eles naturais ou antrópicos, vêm alterando a qualidade da água.

Com a publicação da Lei federal 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a bacia hidrográfica ganha uma nova conceituação. Conforme o capítulo 1 da referida lei, ela passa a ser considerada uma unidade territorial para implementação da (PNRH) e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A partir disso, as atividades econômicas espacializadas nesse limite territorial, como irrigação agrícola, abastecimento urbano e uso industrial (seja para geração de energia elétrica ou outros) são consideradas setores de uso múltiplos de recursos hídricos. Nessa perspectiva, a bacia

do Rio Puraquequara (AM) apresenta uma diversidade de usos múltiplos de recursos hídricos, como agricultura familiar, pesca esportiva, matadouros, estaleiros, balneários, comunidades ribeirinhas, hotel de selva e indústrias.

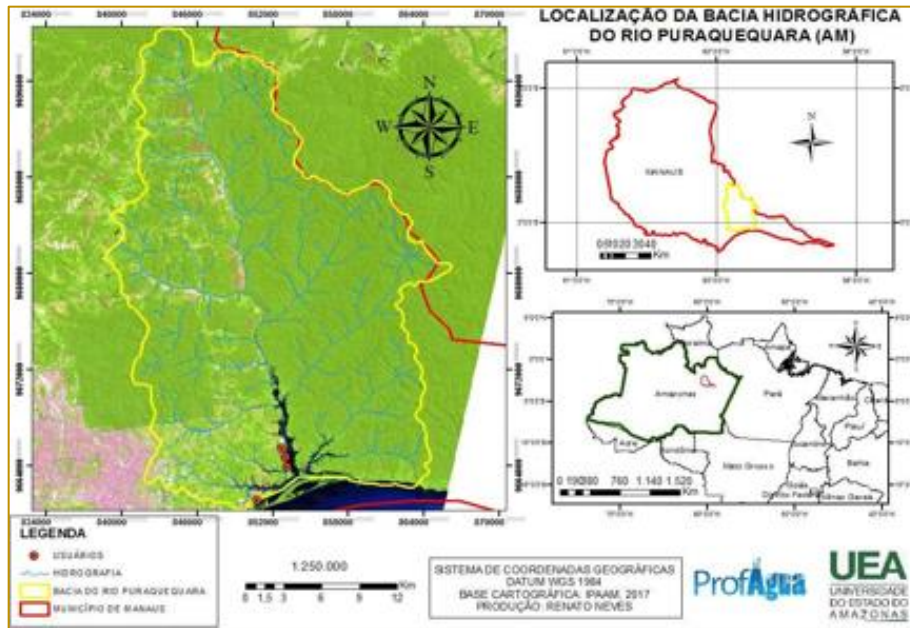
A bacia hidrográfica do Puraquequara corresponde a uma área de 694.834 km² (COSTA et.al, 2013). A nascente do rio tem início nas proximidades da rodovia AM-010, no município de Rio Preto da Eva, e sua foz deságua no Rio Amazonas. A bacia, geologicamente, está sobre a formação Alter do Chão, constituída por rochas siliciclásticas avermelhadas, que inclui argilito, folhelho, siltitos, arenitos e conglomerados (COSTA et.al, 2013). A Bacia encontra-se dividida em domínio ocidental e oriental. O Centro de Instruções de Guerra na Selva (CIGS) está localizado na parte oriental e encarrega-se de manter e preservar a margem esquerda (MIRANDA, 2017). O local é uma importante área de preservação ambiental, onde vivem cerca de nove mil pessoas, divididas em 23 comunidades (localizadas tanto na zona urbana, quanto na zona rural dos dois municípios).

Este trabalho tem como finalidade avaliar a qualidade da água na bacia do Puraquequara através da análise dos parâmetros físico-químicos de pontos de confluência com a localização de quatro usuários de recursos hídricos situados na área de estudo. Pretende-se contribuir para o diagnóstico da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Puraquequara e fornecer subsídios para atividades do Comitê da Bacia Hidrográfica do Puraquequara (CBHP), instituído no ano de 2014. (AMAZONAS, 2014)

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os usuários identificados na área de confluência na bacia hidrográfica do Puraquequara foram: Comunidade Santa Luzia, Estaleiro (Construção de Balsas e Embarcações), Matadouro Amazomboi (Abate bovino) e Terminal pesqueiro (Atividade de pesca). As coletas foram realizadas no mês de outubro, no referido ano de 2017, durante o período seco. As coordenadas geográficas para os pontos coletados são: Comunidade Santa Luzia 3° 2'8.87"S e 59°49'24.19"O; Estaleiro 3° 1'42.55"S e 59°49'29.62"O; Matadouro 3° 1'18.92"S e 59°49'38.06"O; Terminal pesqueiro 3° 3'43.13"S e 59°50'40.24"O.

Figura 1 – Mapa de localização e pontos de amostragem da Bacia do Puraquequara-AM.

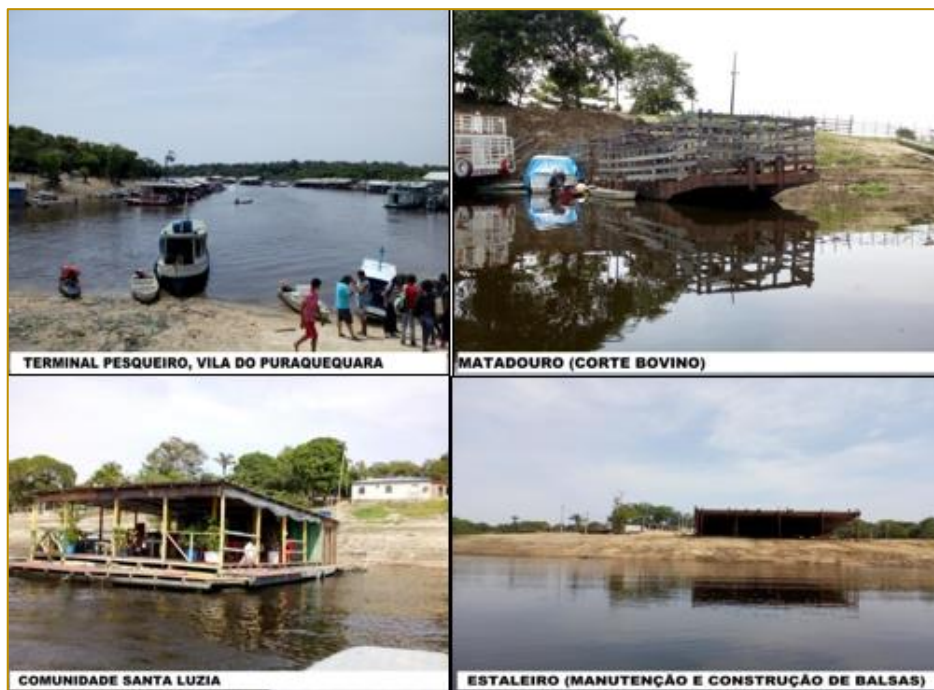


Fonte: Autor, 2017.

Para o acesso aos pontos geodésicos referenciados, foi utilizada uma embarcação a motor, com o devido intuito de coletar a água *in situ*, para levantamentos das análises de campo de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura. O parâmetro de oxigênio dissolvido não foi realizado. Foram coletadas quatro amostras

de pontos com referenciais geodésicos distintos, aproximadamente 15 centímetros de profundidade, em garrafas de polietileno de 350 mL, lavadas com água deionizada e secas. Durante a amostragem, os recipientes foram lavados três vezes com a própria amostra.

Figura 2 - Locais de coleta de amostragem para avaliação da qualidade da água (usuários)



Fonte: Autor, 2017.

As variáveis físico-químicas analisadas foram pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e

temperatura. Os equipamentos utilizados nas análises *in situ* e em análises realizadas no laboratório foram pHmetro Metrohm 744, Condutivímetro Thermo Orion 3 STAR, Espectrofotômetro HACH Dr 2800, Íon seletivo HACH 2100 NA . As metodologias utilizadas para as coletas e análises estão descritas em APHA (Standard methods for the examination of water and wastewater) e Resolução ANA nº 724/2011, a qual define o “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, Sedimentos, Comunidades aquáticas e

Efluentes líquidos”, documento de referência técnica para disciplinar os procedimentos de coleta e preservação de amostras de águas superficiais em todo o território nacional.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nas coletas realizadas na Bacia do Puraquequara para os usuários de recursos estão listados a seguir:

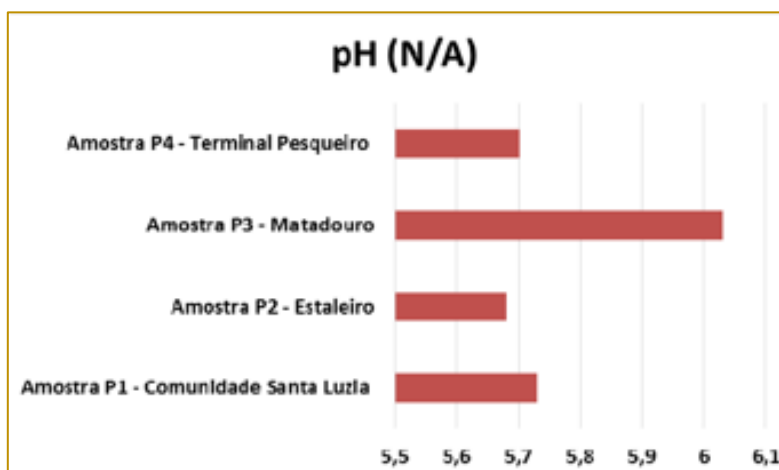
Quadro 1 - Resultados obtidos para parâmetros físico-químicos e metais.

Análise da Qualidade da água da Bacia do Puraquequara				
Parâmetros Físico- Químicos	Amostra P1 - Comunidade Santa Luzia	Amostra P2 - Estaleiro	Amostra P3 - Matadouro	Amostra P4 - Terminal Pesqueiro
pH (N/A)	5,73	5,68	6,03	5,70
Condutividade (uS/cm)	9,89	10,47	32,00	21,50
Turbidez (NTU)	6,62	6,08	5,51	20,20
Cor (Pt/Co)	149	150	151	318

Conforme os parâmetros físico-químicos analisados, percebe-se que, mesmo avaliando-se as atividades de maior impacto na qualidade da água, como a área dos usuários Matadouro (abate bovino) e Estaleiro (construção de balsas e embarcações), verificou-se que o resultado para pH não alcançou o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 de 6,0 a 9,0 para águas de classe especial ou de características preservadas conforme gráfico 1 para pH. Ainda assim, o pH, variando de 5,68 até 6,03 nos pontos de coleta estudados, comparado aos resultados obtidos por Lima (2000) em seu estudo sobre os tributários da margem

esquerda do igarapé Puraquequara, que variaram de 3,3 a 4,0, discute-se a viabilidade de se avaliar continuamente a bacia hidrográfica do Puraquequara em função do uso e ocupação do solo tendo em vista que a atividade apresenta aspectos e impactos ambientais que são gerados pela atividade de frigoríficos e abatedouros que estão relacionados com o alto consumo de água, a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos com alta carga poluidora e emissões gasosas, oriundos de diversas etapas do processo produtivo. (SCHENINI E ROSA, 2014).

Figura 3 – Comparação do pH entre os usuários



Fonte: Autor, 2017.

Em se tratando de águas residuais geradas pelos matadouros, elas tanto podem causar danos às águas fluviais como também ao solo. No que se refere à contaminação das águas fluviais, Feistel (2011) alega que os estabelecimentos quase sempre lançam nos rios uma grande carga dessas águas, que, por sua vez, contaminam os rios pela incapacidade de absorção. Nesses casos, os efluentes podem ser classificados como agentes de poluição das águas, constituindo uma ameaça à saúde pública.

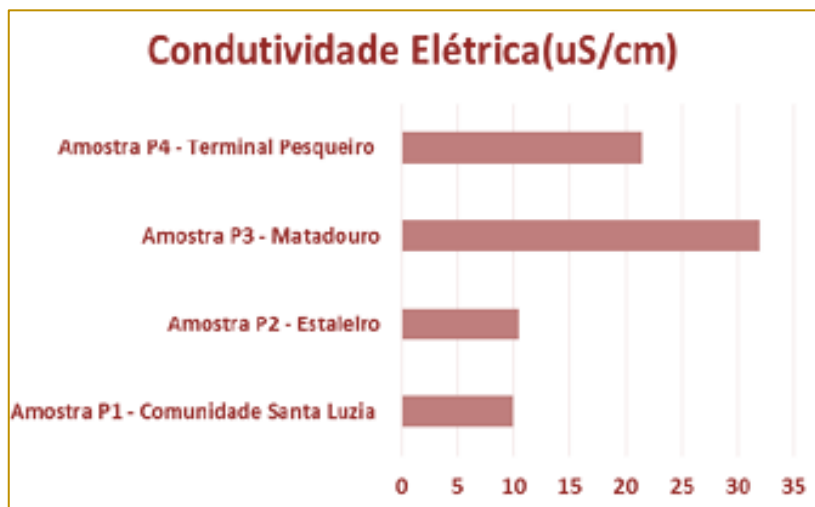
Segundo a resolução nº 001 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental é: Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam; a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

No cerne da atividade de Estaleiros no Amazonas, SOUZA C.A.R (2015) elucida que a atividade tem causado um aumento gradativo na quantidade de metais pesados oriundos do processo de soldagem, tratamento e pintura de embarcações, isto sem deixar de lado o trabalho de limpeza dos navios e balsas que em sua maioria trazem derivados de petróleo. Para os usuários do Terminal Pesqueiro e Comunidade Santa Luzia, os resultados mostraram-se em conformidade com a legislação CONAMA 357. Todavia, resultados de Cor, Turbidez, e Condutividade elétrica em relação às outras áreas de estudo, apresentaram resultados superiores, tal fato pode ser verificado em virtude da água ser caracterizada como

barrenta e de cor clara neste ponto de coleta. Os resultados obtidos para análise de Cor, com resultados variando de 149 a 318 (Pt/Co), e Turbidez, com resultados variando de 6,08 a 20,20 NTU para os pontos de coleta analisados, se dá em virtude das características naturais das águas de cor escura para os pontos Comunidade Santa Luzia, Estaleiro e Matadouro e de cor clara ou barrenta para as águas do Terminal Pesqueiro (Atividade de pesca). Tal fato é discutido pelas características hidrogeoquímicas de presença de ácido húmico e matéria orgânica para as águas escuras e presença de sedimentos para águas claras. Conforme relatado por diversos autores (Sioli & Klinge, 1962; Sioli, 1968; Thurman, 1985; Starllard & Edmond, 1987), as águas dos rios Solimões e Purus, são classificadas como brancas, fracamente ácidas a neutras (6,5 - 7,0), enquanto as pretas são as mais ácidas, especialmente as dos afluentes do rio Purus (entre 5,3 e 6,7), enquanto as dos afluentes do Solimões tendem a ser mais básicas (5,9 - 7,2).

Souza Filho (2017), analisando águas do rio Solimões (3.266587° S, 60.216254° W), corroborou para dados de pH e condutividade, com resultados próximos a média do Rio Solimões, de pH= 6,73, indicando de fracamente ácidas a neutras (6,5 - 7,0). O resultado da média das amostras para o parâmetro condutividade foi de 78,5 - μScm^{-1} . Para resultados de Cor em água, obteve, na média de 4 pontos de amostragem, 142 unidades de (Pt/Co) e turbidez média de 28,2 NTU, nos pontos estudados com água de cor clara do rio Solimões. No gráfico abaixo, verifica-se os dados para o parâmetro condutividade elétrica nos pontos de amostragem, que é um indicador de sais dissolvidos na água.

Figura 4 – Média dos resultados de condutividade elétrica nos pontos de estudo.

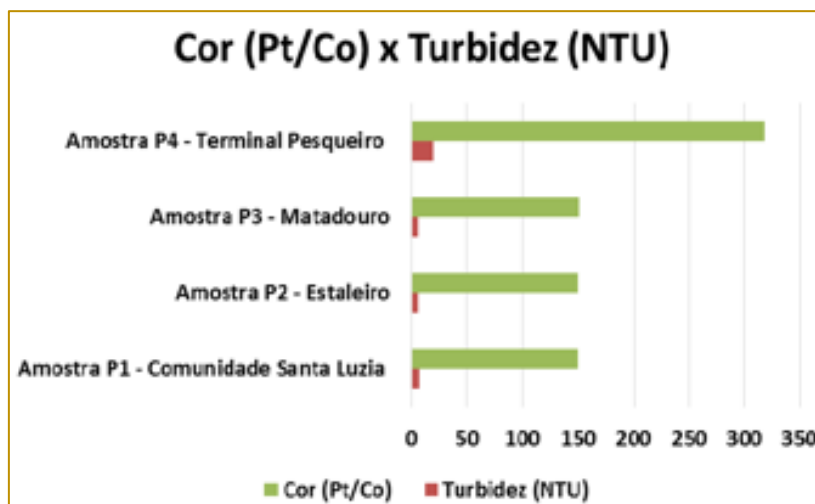


Fonte: Autor, 2017

Confrontando-se os dados com resultados obtidos na literatura, verifica-se que o ponto de amostragem Terminal Pesqueiro, de águas de cor clara e características barrentas, apresentou resultados superiores em relação aos outros usuários para as análises de Cor,

turbidez. Segue abaixo, gráfico de comparação de dados entre os usuários para parâmetros de Cor em água em unidades de Pt/Co e Turbidez, que representa a quantidade de sólidos em suspensão na água na unidade de NTU.

Figura 5 – Comparação entre Cor x Turbidez



Fonte: Autor, 2017.

4. CONCLUSÃO

Avaliando-se os parâmetros obtidos para a Bacia Hidrográfica do Puraquequara nos pontos de coleta verificados, percebe-se que, ao compará-los com a legislação vigente, CONAMA 357/2005, não houve grandes alterações nas características da qualidade da água para os pontos estudados. Todavia, a presença de indicadores ambientais dos pontos de coleta nas atividades Matadouro (Abate bovino) e Terminal Pesqueiro serve

como alerta para monitoramento de nutrientes sensíveis a lançamento de efluentes e dejetos orgânicos como Nitrogênio total e Fósforo total, além de estudos dos parâmetros biológicos, como análises de; Bactérias termotolerantes, DBO e oxigênio dissolvido. Deve-se, portanto, realizar uma avaliação e monitoramento contínuo para acompanhar a evolução e presença destes indicadores ambientais haja visto a presença de usuários com potencial poluidor como Estaleiros e Matadouro (Abate bovino).

REFERÊNCIAS

- [1] Apha - American Public Health Association. Standard methods of the experimentation of water and wasterwater. 14 ed. New York, 1985.
- [2] Amazonas (2014) – Instalação de Comitê de Baca do Puraquequara. Disponível em:<<http://www.amazonas.am.gov.br> />. Acesso em: 01/11/2017.
- [3] Brasil. 1986. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- [4] Branco, S. M. (1986). Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. CETESB, 3ªed. São Paulo - SP.
- [5] Conama. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama Nº 357. Brasília-DF, 2005.
- [6] Feistel, J.C. Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros. Goiânia: UFG, 2011.
- [7] Lima, R. M. S. Estudo físico-químico dos tributários da margem esquerda do rio Puraquequara. Anais da IX Jornada de Iniciação Científica do INPA, Manaus, 2000.
- [8] Schenini, P. C.; Rosa, A.L.M.; Ribeiro, M.M.A. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo como Atrativo ao Investimento Ambiental: Estudo de Caso em um Frigorífico de Bovinos. In: SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 3, 2014, Florianópolis. Anais. Florianópolis, 2014.
- [9] Sioli, H.; Klinge, H. 1962. Solos, típicos de vegetação e águas na Amazônia. Amazoniana, 1:27-41.
- [10] Souza Filho, E. A – Avaliação da Qualidade de água no Lago do Caldeirão na Comunidade de Jandira em Iranduba-AM. 57º Congresso Brasileiro de Química. Gramado - RS, 2017.

Capítulo 15

O IMPACTO DOS ESTUDOS DE VAZÃO NO DIMENSIONAMENTO DE UMA ETE.

Matheus Alves Silviano

Daniel Moureira Fontes Lima

Resumo : Finalizada em 2015, em seus primeiros anos de funcionamento a estação de tratamento de esgotos do campus Prof. José Aloísio de Campos da UFS apresentou fluxos de entrada de esgotos muito mais baixos que os estimados em projeto. Nesse trabalho, com auxílio de dados disponíveis nos relatórios de gestão da instituição, realizou-se um estudo focado nas projeções de vazões para encontrar a valores mais condizentes com a realidade observada na estação. No desenvolvimento do estudo foi observado que os valores de vazão estimados no trabalho foram cerca de 2,8 vezes menores que os apresentados em projeto, o que gerou uma redução de cerca de 70% nos custos de implantação estimados para a ETE.

Palavras-chave: Estação de tratamento de esgotos; Estudos de projeção de vazão; Dados de entrada; Universidade Federal de Sergipe.

1. INTRODUÇÃO

O intenso processo de urbanização e industrialização característico das últimas décadas, assomado à falta de planejamento do uso dos solos vem causando um acentuado processo de degradação ao meio ambiente e gerando uma sobrecarga nos recursos hídricos reduzindo a qualidade de seus afluentes (STACCIARINI, 2002 *apud*. Daltro *et al*). Um dos principais agentes causadores do estresse dos recursos hídricos é a contribuição clandestina de dejetos sanitários sem tratamento adequado.

Embora notória a necessidade da execução e do funcionamento dos serviços de esgotamento o Brasil possui um baixo índice de coleta e tratamento de esgotos, sobretudo em função de suas proporções continentais e das adversidades políticas que acometem o país. No ano de 2015 apenas 50% dos esgotos gerados eram coletados, e desses, menos da metade possuíam algum tipo de tratamento (SNIS, 2017). A situação fica ainda mais precária em localidades afastadas dos centros urbanos.

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de projeção de vazão e perceber o impacto sobre o dimensionamento

e os custos totais de uma estação de tratamento de esgotos. Sua realização foi possível através de um estudo de casos na estação de tratamento de esgotos da Universidade Federal de Sergipe situada no *campus* Prof. José Aloísio de Campos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no *campus* Prof. José Aloísio de Campos da Universidade Federal de Sergipe – UFS localizado na cidade de São Cristóvão na região litorânea do estado de Sergipe. De acordo com delimitação topográfica o *campus* possui uma área de aproximadamente 89,2 ha e atende mais de 20000 alunos dentro das modalidades de graduação e pós-graduação (UFS, 2015).

O foco do estudo é a estação de tratamento de esgotos da universidade (Figura 01). Seu projeto foi iniciado no ano de 2010 com previsão de término para 2012, porém a estação só entrou em pleno funcionamento no ano de 2015.

Figura 1 – Estação de tratamento de esgotos UFS



Fonte: Santos (2015) *apud* Menezes (2016)

3. METODOLOGIA

Inicialmente e durante toda a extensão do trabalho, foram realizadas consultas aos memoriais descritivos e de cálculo fornecidos pela empresa responsável pela empreitada. Desses documentos puderam ser extraídos dados como projeção de população anual, medidas de vazões médias e máximas para

cada ano de alcance do projeto além de informações detalhadas sobre todo o dimensionamento da estação de tratamento de esgotos.

A etapa consecutiva consistiu em analisar as vazões de entrada observadas desde o início do funcionamento da ETE e compará-las aos dados previstos em projeto no ano em

questão. Notada uma elevada discrepância entre esses dados, foi realizada uma nova projeção de vazões para o período de projeto, considerando o mesmo crescimento populacional.

Em seguida, para que pudesse ser feita a estimativa das vazões de maneira coerente, a decisão foi de procurar entender o comportamento do consumo de água *per capita* na universidade. Sendo assim, foi consultado o histórico de consumo anual de água na universidade disponível nos relatórios anuais de gestão da instituição entre os anos de 2000 a 2010, mesmo período disponível e utilizado na realização do projeto. Com esses dados à disposição e relacionados ao número de alunos em cada um desses anos, também disponível no mesmo documento, pode-se determinar estatisticamente um valor médio de consumo diário para o período e assim determinar as vazões médias para todo o alcance de projeto.

Com os novos valores de vazões encontrados, foi realizado o dimensionamento volumétrico das etapas da fase líquida do tratamento para o trabalho e comparados ao realizado em projeto. Posteriormente, foi feita uma comparação entre as estimativas de custos de implantação e de manutenção das duas situações de modo a quantificar a diferença do preço de cada.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira a verificar se os valores de vazão estimados em projeto eram congruentes aos valores observados nos primeiros anos de funcionamento da estação de tratamento, fez-se uma comparação daqueles com os dados apresentados por Menezes (2016) e Silveira (2017). Pode-se observar que existe uma grande discrepância entre os valores, como pode ser visto na Tabela 01.

Tabela 01 – Comparação de vazões

Ano	2016	2017
Vazão média prevista (l/s)	14,9	15,2
Vazão média observada (l/s)	2,7	2,5

Fonte: o autor

Com auxílio dos dados de população e volume de consumo de água pode-se encontrar um valor médio para o consumo

diário de água por habitante na universidade (Tabela 02).

Tabela 02 – Consumos médios de água diários para cada ano entre 2000 e 2010.

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
População UFS	9051	9730	10395	11077	11568	11973	12612	13963	15264	16865	19585
Consumo anual (m ³)	60040	60490	75443	90828	93099	65445	78040	74560	112000	116000	114000
Consumo(l/hab.dia)	18,43	17,27	20,16	22,78	22,36	15,18	17,19	14,83	20,38	19,11	16,17

Fonte: o autor.

Definidos os consumos médios diários para cada ano, vistos na tabela 02, foi encontrado um valor médio de consumo igual a 18,53l/hab.dia, resultado bem menor que os 65l/hab.dia adotados em projeto. O valor encontrado mostrou-se similar aos da

Universidade Federal da Bahia, na qual a taxa de consumo *per capita* de água é de aproximadamente 18l/hab.dia (AGUA PURA, 2017). Determinado este valor, pode-se utilizá-lo para o cálculo das vazões esperadas para cada ano (Tabela 03).

Tabela 03 – Comparação de vazões disponíveis.

Ano	População projeto	Vazão média projeto(l/s)	Vazão média estimada(l/s)	Vazão média observada(l/s)
2012	20.564	13,7	5,31	-
2013	21.071	14,0	5,39	-
2014	21.592	14,3	5,48	-
2015	22.125	14,6	5,57	2,5
2016	22.671	14,9	5,67	2,7
2017	23.231	15,2	5,76	2,5
2032	33.492	21,2	7,52	-

Fonte: o autor

Os valores para as vazões médias diárias estimadas para cada ano mostraram-se bastante reduzidos se comparados aos indicados em projeto, além de mais aproximados aos dos três primeiros anos de funcionamento da estação de tratamentos. Visto que, segundo o método de Jordão e Pessoa (2005), o dimensionamento de todas as etapas de tratamento da fase líquida

dependem do valor da vazão média final de projeto, a redução nas vazões encontradas afetarão de maneira efetiva os volumes de cada componente.

No dimensionamento dos reatores DAFA (Quadro 01) optou-se por aumentar o tempo de detenção hidráulico visando atingir uma maior eficiência na digestão anaeróbia, além de gerar maior folga no volume do reator.

Quadro 01 – Parâmetros analisados para o reator DAFA

Parâmetros analisados	Dafa- projeto	Dafa - trabalho	Recomendações nbr 12209/11
Tempo de detenção	6 horas	8 horas	$6 \leq t \leq 10$
Eficiência (%)	71,42	75,25	-
Vazão média diária (m/s)	21,16	7,524	-
Vazão máxima diária (m/s)	36,664	12,121	-
Altura útil (m)	5,1	5,5	$4 \leq h \leq 6$
Seção adotada (m x m)	2x(10x5)	2(5x4)	-
Vel.ascensional p/ qmed (m/h)	0,762	0,645	$\leq 0,7$
Vel.ascensional p/ qmax (m/h)	1,319	1,04	$\leq 1,2$
Área da seção (m ²)	100	40	-
Volume reator (m ³)	510	220	-

Fonte: o autor.

Pôde-se verificar que os valores das velocidades ascensionais nos tanques de digestão presentes no projeto de concepção da ETE-UFS extrapolam os limites sugeridos pela NBR 12209/11. Altas velocidades de ascensão prejudicam a eficiência da digestão anaeróbia, pois carregam lodo para os níveis superiores dos DAFAS, direcionando-os para etapas posteriores de tratamento e reduzindo a manta orgânica digestora no reator.

Em relação às dimensões do reator, o volume encontrado foi de 220m³, cerca de 45% do volume estimado em projeto. Tal discrepância poderia ainda atingir maior proporção caso fosse mantido o tempo de detenção de 6 horas adotado em projeto já que o valor encontrado seria de aproximadamente 165m³, 32% do volume atual do digestor.

A área da seção encontrada foi de aproximadamente 40m², 40% da seção adotada em projeto (100m²). Isto posto, foi adotada a divisão do reator em duas células

de seção retangular de 5 metros de largura por 4 metros de comprimento (20m²), tornando possível a modulação do digestor, aumentando ou reduzindo o volume do mesmo de acordo com a demanda do sistema.

Devido à redução das vazões adotadas, além do aumento do tempo de detenção hidráulica do DAFA, aumentando assim a eficiência do mesmo, foram encontrados valores bastante reduzidos para o volume dos tanques de aeração.

O aumento da eficiência dos DAFAS reduz o valor da massa de DBO no seu efluente, que alimenta o tanque de aeração. A massa de substrato efluente ao reator e a vazão média, serão os principais parâmetros para a determinação do volume dos tanques de aeração, podendo ser vistas junto com os resultados dos dimensionamentos no Quadro 2.

Quadro 2 – Parâmetros analisados para os lodos ativados

Parâmetros analisados	projeto	trabalho
Concentração DBO afluente ao reator	85,74	74,25
Massa de substrato diária afluente ao reator	156,74	48,26
Concentração de sólidos suspensos voláteis	350	350
Fator de carga	0,8	0,7
Seção do tanque (m x m)	(8x28)	(4x17)
Altura útil (m)	3	3
Tempo de detenção (h)	8,16	7,53
Volume do tanque (m ³)	672	204

Fonte: o autor

O volume encontrado para o tanque de aeração foi de 204m³, cerca de 3,3 vezes menor que o valor adotado em projeto. Ainda pôde ser observado que o fator de carga e o tempo de detenção hidráulico utilizados em projeto não estão de acordo com os valores explicitados na norma 12209/11, valores esses de 0,2 a 0,7 e de 6 a 8 horas, respectivamente (ABNT, 2011).

O superdimensionamento dos tanques de aeração além de influenciar nos custos de construção e operação também afetará o dimensionamento dos aeradores mecânicos, os quais têm sua potência diretamente proporcional ao volume dos tanques. Utilizada a densidade de potência mínima prevista por norma de 10W/m² (ABNT, 2011), o dimensionamento dos aeradores pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 – Dimensionamento dos aeradores

Parâmetros analisados	Projeto	Trabalho
Número de aeradores	2	1
Potência necessária	10	3

Fonte: O autor

Devido à redução da vazão adotada para o novo dimensionamento das componentes, não se faria necessária a utilização de um aerador mecânico adicional no projeto, conforme a NBR 12209/11 (ABNT, 2011).

tempo de detenção hidráulico. Utilizando o tempo de detenção sugerido por Jordão e Pessoa (2005) de 30 minutos (0,02 dia) o volume encontrado pode ser visto no Quadro 4.

O dimensionamento dos tanques de contato é função da razão entre a vazão média pelo

Quadro 4 – Parâmetros analisados para os tanques de contato

Parâmetros analisados	Projeto	Trabalho
Tempo de detenção (dia)	0,02	0,02
Vazão média (m ³ /dia)	1828,14	650,06
Volume (m ³)	36,5	13

Fonte: o autor

Visto que foi adotado o mesmo tempo de detenção em ambos os casos, os valores dos volumes tem razão similar à razão das vazões, sendo o volume do tanque de contato adotado em projeto aproximadamente 2,8

vezes maior que o valor encontrado no presente trabalho. As dimensões adotadas para os tanques de contato podem ser vistas no Quadro 5.

Quadro 5 – Dimensões adotadas para os tanques de contato

Dimensões adotadas	Projeto	Trabalho
Comprimento (m)	9	6
Largura(m)	4	2
Altura útil (m)	1,2	1,2
Volume final adotado (m ³)	43,2	14,4

Fonte: o autor.

Finalizado os dimensionamentos, com o auxílio da Tabela 4, foram estimados custos de implantação e manutenção para a ETE

dimensionada em projeto e no trabalho, de maneira a comparar os gastos ocorridos em ambos os casos.

Tabela 4 – Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgotos

Sistema	Demanda de área (m ² /hab)	Custos de implantação (R\$/hab)	Custos de operação e manutenção (R\$/hab.ano)
UASB + lodos ativados	0,08-0,2	70-110	7-12

Fonte: adaptado de Von Sperling (2005)

Uma vez que os custos unitários de implantação e manutenção são dados em função do número de habitantes, fez-se necessário realizar um amortecimento das populações de cada situação, visto que os dados apresentados na tabela 4 são padronizados para populações nas quais cada indivíduo contribui para os sistemas de

esgotamento em aproximadamente 160 litros de esgoto por dia.

Definido um coeficiente de amortização, o qual o valor é igual à razão entre a contribuição diária de uma pessoa em litros pelo valor de 160 litros indicado no anexo, foram encontradas as seguintes populações efetivas vistas na Tabela 5.

Tabela 5 – Dados para estimativa de populações efetivas

Dados	Projeto	Trabalho
População real	33492	33492
Contribuição de esgotos diária por pessoa (l)	50	14,8
Coeficiente de amortecimento	0,3125	0,0925
População efetiva	10467	3099

Fonte: o autor.

Encontrada a população efetiva para ambos os casos pode-se estimar os custos para cada uma das situações. Para o cálculo do custo de implantação foi utilizado o valor *per capita* de R\$90/hab enquanto que para o

custo de operação anual foi escolhido o valor de R\$9,5/hab.ano. Os valores dos respectivos custos totais podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 – Custos de implantação e manutenção

Dados	Projeto	Trabalho
Custo implantação (R\$):	941962,5	278820,9
Custo manutenção anual (R\$.ano):	99429,3	29431

Fonte: o autor.

O método para essa estimativa de custos é bastante simplificado, logo os preços podem não se encontrar efetivamente coerentes com a realidade atual. Entretanto, esse método nos traz uma ideia do prejuízo inerente a um suposto superdimensionamento. A implantação da ETE dimensionada em projeto e sua manutenção mostraram-se aproximadamente 3,4 vezes mais onerosas que as mesmas para a dimensionada no trabalho.

5. CONCLUSÕES

A partir dos dados apresentados, ficou evidenciado que a falta de um estudo de previsão de vazões adequado para o projeto de uma ETE pode implicar grandes prejuízos. Uma simples análise dos padrões de consumo de água dos anos anteriores à construção da estação de tratamento estudada poderia ter reduzido 70% dos

custos totais de implantação da mesma, quantia essa que poderia ser revertida em outros investimentos em infraestrutura na instituição.

Também se fez notório que, embora os dados de entrada eivesses coerentes com os sugeridos por norma, esses não se aplicam a todas as situações fáticas. Tendo isso vista, torna-se importante buscar entender esses dados e verificá-los na realidade estudada.

Sendo assim, mostra-se de essencial importância a realização de estudos de tratamentos de dados e também a utilização de outras ferramentas de coleta de dados como os ensaios em laboratório ou *in loco*. É importante que exista essa ciência para que se possam evitar excessos na hora de construir, reduzindo os custos e as agressões ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] Agua Pura. Programa de uso racional de água energia – AGUAPURA. Disponível em: < <http://teclim.ufba.br/web/aguapura/> > acesso em: 7 de outubro de 2017.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12209/11: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011.
- [3] Filho, José Daltro; Fonseca, Leonardo de Melo; NOU, Gabrielle Cardoso Gonçalves; Nobre, Fernanda Silva de Melo. Aspectos gerais sobre a qualidade ambiental e sanitária de um rio urbano: o caso do trecho urbano do rio Poxim, situado no bairro Jabotiana, Aracaju-SE. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – MG – 2014.
- [4] Jordão, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4 ed. Rio de Janeiro: Segrac, 2005.
- [5] LJ Engenharia. Manual de Operação ETE UFS. São Cristóvão, 2012.
- [6] Menezes, Itamires Santos de. Avaliação do Tratamento Preliminar da Estação de Tratamento de Efluentes do *Campus* de São Cristóvão da UFS. São Cristóvão: UFS, 2016.
- [7] Silveira, Lucas Fonseca Carvalho. Avaliação do Tratamento Secundário da Estação de Tratamento de Efluentes do *Campus* de São Cristóvão da UFS. São Cristóvão: UFS, 2017.
- [8] Universidade Federal de Sergipe. Relatório de Gestão 2007/ Cogeplan. São Cristóvão: UFS, 2008. 268 p
- [9] _____. Relatório de Gestão 2008/ COGEPLAN. São Cristóvão: Silvania Couto da Conceição, 2009. 122 p
- [10] _____. Relatório de Gestão 2009/ COGEPLAN. São Cristóvão: Silvania Couto da Conceição e Adilma Menezes, 2010. 118 p
- [11] _____. Relatório de Gestão 2010/ COGEPLAN. São Cristóvão: Silvania Couto da Conceição, 2011. 197 p
- [12] _____. Relatório de Gestão 2015/ COGEPLAN. São Cristóvão: Silvania Couto da Conceição, 2016. 388 p
- [13] Von Sperling, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, v. 1, 2005. 452 p.

Autares

ADRIANA GOTTHARDI

Graduanda em Nutrição na Fundação Universidade Regional de Blumenau, FURB, Brasil

ADRIANO GIRALDI FISCH

É doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na síntese e caracterização de catalisadores para polimerização de olefinas, processos de polimerização, ciência de polímeros, modelagem matemática e simulação de processos. Atualmente é professor adjunto no departamento de engenharia química da Universidade Feevale e coordenador do grupo de pesquisa em Engenharia de Reações de Polimerização.

ADRIANO GOMES DA SILVA

Acadêmico do curso de Bacharelado em Ciência da Computação na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Bolsista de Iniciação Científica no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) de 2017 à 2018. Programador no ISAM desde 2018.

ALINE ROBERTA DE PAULI

Possui graduação em Engenharia Química (2011) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, mestrado (2014) e doutorado (2018) em Engenharia Química pela mesma Universidade. Atualmente é professora colaboradora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e realiza estágio pós-doutoral trabalhando com processos híbridos e integrados para tratamento de efluentes. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em monitoramento e controle ambiental, atuando principalmente na área de tratamento de efluentes utilizando eletrocoagulação e oxidação biológica.

ANA CLÁUDIA GRAZZIOTIN BIHRE THOMÉ

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Luterana do Brasil (2010) e é estudante de Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul com foco em Corrosão. Atualmente trabalha como engenheira responsável de tratamentos químicos em Sistemas de Resfriamento e Geração de Vapor no Polo Petroquímico do Rio Grande do Sul.

CARINA ALINE PRADO

Título de Green Belts pela IRL (2012). Experiência na indústria farmacêutica (2014). Graduação pela universidade de São Paulo (2015). Mestrado em Engenharia Química pela universidade de São Paulo (2018). Atualmente é aluna de doutorado pela universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Tratamento de Efluentes, com ênfase em técnicas Avançadas de Tratamento de Efluente farmacêutico, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia química, efluente, precipitação de sacarose, processo oxidativos avançados, biotratamento de biomassa.

CARLOSSANDRO CARVALHO DE ALBUQUERQUE

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (2012). Mestrado na área de Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia UFAM (2003). Especialização em Engenharia Ambiental - UFAM (1998). Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (1997). Professor Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas - UEA. Experiência profissional na área de Geografia, Meio Ambiente, Recurso Hídrico e Turismo. Coordenador do Mestrado profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Atua no ensino superior e pesquisa no curso de mestrado e graduação em geografia, meio ambiente e turismo.

CISNARA PIRES AMARAL

Docente da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI/ Santiago, do Departamento de Ciências Biológicas. Possui Especialização em Tecnologia Ambiental, MBA em Gestão Ambiental e Mestrado pela UNISC em Tecnologia Ambiental. Atua em projetos relacionados ao meio ambiente, saúde e educação. Também atuou em Escola Pública por 15 anos, especificadamente Escola Estadual Cristóvão Pereira, ministrando aulas de Ciências para o ensino fundamental.

DANIEL MOUREIRA FONTES LIMA

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe (2008), mestrado e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (2011 e 2015, respectivamente). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Sanitária e Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Tratamento de águas residuárias, processos anaeróbios, produção de bioenergia. Atualmente é professor efetivo na área de Saneamento e Meio Ambiente, chefe e coordenador do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe."

DANIEL RUBENS CENCI

Possui Pós-Doutorado em Geopolítica Ambiental Latino-americana, pela USACH - Universidade de Santiago do Chile, Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná (2009), mestrado em Direito pela UNISC - Universidade de Santa Cruz do Sul (2002), graduação em Direito pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (1998), graduação em Filosofia - Licenciatura Plena pela Universidade de Passo Fundo (1992), graduação em Teologia pelo Instituto de Teologia e Pastoral de Passo Fundo (1989). Professor da UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

ELMO RODRIGUES DA SILVA

Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1979), mestrado em Genie de L'environnement - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (1983) e doutorado em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz (1998). Atualmente é professor associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. É pesquisador Procientista da UERJ. Foi coordenador acadêmico do Programa Coleta Seletiva Solidária até junho de 2014 (parceira UERJ/SEA/INEA/SEEDUC). Coordena projetos de pesquisa e extensão com apoio da UERJ. É consultor ad hoc do CNPQ e Faperj. É parecerista ad hoc das Revistas: Cadernos de Saúde Pública; Ambiente & Água; Revista de Gestão Costeira Integrada; Revista Interagir. Orientou e coorientou: 37 dissertações de mestrado; 6 teses de doutorado e 11 monografias. Orientou 45 bolsistas de graduação da UERJ (IC, EIC e extensão). Publicou artigos em livros, Congressos Nacionais e Internacionais. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Gestão Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão de resíduos, gestão ambiental, gestão de recursos hídricos.

ELTON ALVES DE SOUZA FILHO

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da UEA/PROFÁGUA. Graduado em Tecnologia em Processos Químicos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Formação de nível Técnico Profissionalizante em Química formado pelo IFAM. Empregado da Petroleo Brasileiro S.A, lotado na Refinaria de Manaus (REMAN) no Laboratório de Qualidade de Produtos e Departamento de Águas Industriais e Efluentes.

FERNANDO RODOLFO ESPINOZA QUIÑONES

Possui graduação em Física pela Universidade Nacional de Engenharia, Lima-Peru (1988). No período entre 1992 e 1996, fez a pós-graduação no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), na área de Física Nuclear. Obteve o título de Doutor em Física, com menção em Física Nuclear, no ano de 1996. Desde 1999, faz parte do corpo docente permanente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), no Centro de Engenharias e Ciências Exatas, onde desde 2006 é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PEQ). Tem experiência na área de Ciências Ambientais e na aplicação de técnicas espectrométricas, com ênfase no Tratamento de Efluentes industriais e residuárias aplicando técnicas não convencionais.

GABRIELA TAVARES

Graduanda em Nutrição na Fundação Universidade Regional de Blumenau, FURB, Brasil

GILBERTO LÚCIO MENDES JÚNIOR

Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, pelo Instituto Metodista Izabela Hendrix (2014), pós graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho (FEAMIG).

GUILHERME HAMMARSTROM DOBLER

Realizou Graduação Sanduíche nos Estados Unidos da América, Arizona State University, enfatizando os estudos em Biology of Microorganisms, Organic Evolution, Sustainable Cities, History of Medicine, Neurobiology, e, General Virology. Outrossim, trabalhou como Técnico Administrativo na Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijui, iniciando na Instituição como Auxiliar Pedagógico no Centro de Educação Básica Francisco de Assis - UNIJUÍ, durante os anos de 2009-2010.

HELICIO JOSÉ IZÁRIO FILHO

Possui graduação em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (1985), mestrado em Engenharia de Materiais pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (1993) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é docente da Escola de Engenharia de Lorena - EEL/USP, com Produtividade em Pesquisa PQ-2. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Instrumentação Analítica, especificamente em espectrometria de absorção e emissão atômica e espectrofotometria, atuando principalmente nos seguintes temas: caracterização inorgânica e meio ambiente (caracterização analítica de resíduos sólidos e líquidos e Processos Oxidativos Avançados).

IEDA HORTÊNCIO BATISTA

Possui Pós-doutorado em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC- 2010), doutorado em Biotecnologia, pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM- 2009), Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (UFAM- 2000), especialização em Biotecnologia para o Desenvolvimento Sustentável (UFAM- 2000) e graduação em Ciências Biológicas (UFAM- 1996). Atualmente é professora Adjunta da Universidade do Estado do Amazonas. Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em Meio Ambiente e Microbiologia Ambiental. Atua principalmente nos seguintes temas: meio ambiente e biotecnologia

IGOR LAGUNA VIEIRA

Possui graduação em Engenharia de Produção Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (2013) e graduação em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008). Mestre (2017) e doutorando em Engenharia Ambiental pela UERJ. Atualmente é Analista em Ciência & Tecnologia da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

ISABELLA CRISTINA DALL' OGLIO

Graduada em Engenharia Química (2012 - 2016) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Bolsista de Iniciação Científica CNPq na área de Controle de Poluição e Monitoramento Ambiental, executando atividades no projeto intitulado "Combinação dos Processos de Eletrocoagulação e Oxidação Biológica no Tratamento de Lixiviados de um Aterro Sanitário Municipal" (2014-2016). Atualmente é discente do programa de Mestrado em Engenharia Química (UNIOESTE, 2017 - 2019), com o projeto de pesquisa intitulado "Estudo do processo híbrido eletro-Fenton na melhoria da eficiência da remoção de poluentes em efluentes de cervejaria"

IZABEL CRISTINA DE MATOS ANDRADE

Doutoranda e mestre em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos (UFMG), Bióloga, bacharel em gestão ambiental, especialista em tecnologia ambiental e em docência universitária. Atua como professora universitária em cursos de graduação e pós-graduação. Experiência nas áreas de saneamento, meio ambiente e resíduos sólidos.

JORGE LUIS PALACIOS FELIX

Possui Mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, o Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP e o Pós-doutorado em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual Paulista-UNESP. Atual Professor adjunto na Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, campus Cerro Largo. Professor credenciado no Programa de Pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis (PPGATS) da UFFS campus Cerro Largo. É Revisor dos principais periódicos internacionais: Nonlinear Dynamics, Journal of Vibration and Control (JVC), Journal of Sound and Vibration (JSV) e Shock and Vibration. Atual Membro do Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas - GPRETEC. Desenvolvimento de projetos de pesquisa nos seguintes temas: Métodos de Conversão Elétrica a partir de um Sistema Vibrante de Piezoelétricos usando Energia do Vento e Vibrações Mecânicas - uma Aproximação Sustentável. Introdução e Exploração de Micro-geração Eólica e Fotovoltaica solar.

JULIANO ROBERTO ALVES GARCIA

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS (2016). Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis-PPGATS (2017-2018). Desenvolvimento de micro geração eólica vertical. Atual Membro do Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas - GPRETEC.

JULIANO RODRIGUES GIMENEZ

Engenheiro Civil (UFRGS/1998). Mestre em Engenharia (UFRGS-IPH/2001). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS-IPH/2013). Professor e Pesquisador na Universidade de Caxias do Sul (UCS), com atuação no ISAM - Instituto de Saneamento Ambiental e ao LATAM – Laboratório de Tecnologia Ambiental. Membro do corpo docente do PPGCAM-Programa de pós-graduação em Engenharia e Ciências Ambientais e do PPGDir-Programa de pós-graduação em Direito Ambiental.

LETÍCIA MOHR

Graduanda em Nutrição na Fundação Universidade Regional de Blumenau, FURB, Brasil. Possui ensino-médio-segundo-grau pela EEB Santos Dumont(2011).

LUANA BRAUN

Bacharela em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo-RS. Possui mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), na área de concentração de Desenvolvimento de Processos, com a linha de pesquisa de Monitoramento e Controle Ambiental, e desenvolve pesquisa para o tratamento de efluente lácteo através dos processos foto-Fenton e eletrocoagulação. Atualmente cursando doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), na área de concentração de Desenvolvimento de Processos.

LUANA HELENA OLIVEIRA MONTEIRO GAMA

Graduanda do 8º período de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis na Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/UFRA. Estagiária no Laboratório de Geoprocessamento, Análise Espacial e Monitoramento por Satélite - LAGAM.

LUANA RUWER DAMKE

Graduando na Universidade Federal Fronteira Sul-UFFS em Cerro Largo - RS o curso de Engenharia Ambiental. Experiência em Processos Oxidativos Avançados - POAs para o tratamento de águas residuárias e Processos Eletro-oxidativos Avançados - PEOAs na remoção de Cloridrato de Ciprofloxacina. Atualmente curso o Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis -PPGATS/UFFS - RS voltado para a área de energia sustentável, a partir da utilização de materiais piezoelétricos. Atual Membro do Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas - GPRETEC.

LUCIANO A. D. KOSLOWSKI

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina(UFSC) na área de poluentes atmosféricos provenientes da combustão de derivados petroquímicos (2017). Mestrado em Química pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2007) na área de tratamento de resíduos sólidos proveniente da indústria de fundição. Graduação em Engenharia Química pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (1999).

MARIA DE LOURDES PINHEIRO RUIVO

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Pará (1983), Mestrado em Agronomia, pela Universidade Federal Rural da Amazônia/PA (1992), Doutorado em Agronomia, pela Universidade Federal de Viçosa/MG (1998) e Pós-Doutorado em Qualidade da Água no ICTT/Japão (1999). É Pesquisadora Titular do Museu Paraense Emílio Goedi, do qual foi Coordenadora de Ciências da Terra e Ecologia, de 2005 a 2013. Atualmente é a Vice-Coordenadora do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (UFPA/MPEG/EMBRAPA) e Coordenadora do Polo do Estado do Pará, do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (PPGBIONORTE-PA) da Rede Bionorte . É Membro Titular da Câmara de Assessoramento de Ciências Agrárias da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) e do Conselho Científico do Biodiversity Research Consortium Brazil-Norway (BRC). Tem participado de inúmeras redes temáticas de pesquisa que envolvem estudos ecológicos, mudanças climáticas, ciências ambientais, biodiversidade e ciência do solo. Participa de inúmeras comissões científicas e de políticas públicas.

MARIA DE NAZARÉ MARTINS MACIEL

Graduada em Agronomia e Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia, mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1989) e Doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (2002). Atualmente é professora associada IV da Universidade Federal Rural da Amazônia. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Inventário e Manejo Florestal, com os ferramentais de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. A linha investigativa de pesquisa e aplicações envolve o tratamento de dados espaciais no levantamento e monitoramento da cobertura vegetal, modelagem e análise espacial do meio ambiente.

MARIANA PAIVA BATAGINI GIRON

Técnico em Química pelo Colégio Técnico de Lorena, EEL - USP (2008). Experiência na indústria química (2013). Curso de Lean Enterprise pela University of Tennessee - Knoxville (2014). Graduação pela Universidade de São Paulo (2015). Atualmente é aluna de mestrado pela Universidade de São Paulo e técnica de laboratório na área de química e biologia, no IFRJ. Tem experiência na área de Tratamento de Água e Tratamento de Efluentes, com ênfase em técnicas Avançadas de Tratamento de Efluente de Suinocultura, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia química, efluente, tratamento de água, análises físico-químicas em solos e alimentos, processo oxidativos avançados.

MATHEUS ALVES SILVIANO

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe (UFS)

MAYARA CECHINATTO

Acadêmica do curso de Bacharelado em Tecnologias Digitais na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Bolsista de Iniciação Científica no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) desde 2013.

MIGUEL ANGELO PONTALTI GIORDANI

Bacharel em Tecnologias Digitais pela Universidade de Caxias do Sul (2017). Técnico pesquisador e bolsista de iniciação científica pelo Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) de 2013 à 2018. Técnico em Automação Industrial com ênfase em eletrônica em Senai Mecatrônica (2011).

MIGUEL MENDES SCOTT

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS). Atualmente desempenha atividades de iniciação científica na área da Paleontologia de Invertebrados e estatística aplicada à família Discinidae (Brachiopoda-Linguliformea), Permiano inferior da formação Rio Bonito, Bacia do Paraná(RS);

NELCI LURDES GAYESKI MENEGUZZI

Mestre em Direito pela Universidade de Caxias do Sul - UCS. Especialista em Direito do Trabalho e Processo do Trabalho, pelo Complexo de Ensino Superior de Santa Catarina / CESUSC. Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Universidade de Passo Fundo - UPF. Advogada. Docente de Ensino Superior com experiência na área de Direito: Direito do Trabalho e Processo do Trabalho e Direito Previdenciário. Atualmente é docente do Curso de Direito na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, nos campus de Ijuí, Santa Rosa e Três Passos e na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI- Campus de Santo Ângelo, RS.

NICOLE MENDONÇA DE FREITAS

Engenheira Ambiental (UCS/2017). Bolsista de Iniciação Científica junto ao LATAM (2015). Auxiliar Administrativo na Perfil Sustentabilidade (2019).

ODACIR DEONISIO GRACIOLLI

Graduado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (1991), mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994) e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina com estágio no Institut National des Sciences Appliquées de Rouen - França (1998). É professor titular da Universidade de Caxias do Sul e professor do corpo permanente do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Tem experiência na área de Ciência da Computação, Sistemas de Informação e otimização de sistemas produtivos e da cadeia logística. É especialista em gestão universitária e possui ampla experiência atuando desde 1998 na coordenação de cursos, chefe de departamento, diretor de centro, pro-reitor e vice-reitor

ORLENO MARQUES DA SILVA JUNIOR

Doutor em Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em geografia pela Universidade Federal do Pará, especialista em Geotecnologias (Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) pelo Instituto de Ensino Superiores da Amazônia, graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará e Técnico em Sensoriamento Remoto - Instituto Federal do Pará-IFPA. Atua na área análise de riscos ambientais, sensoriamento remoto, geoprocessamento e gestão ambiental.

PAULA FERNANDA VIEGAS PINHEIRO

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (2006) e mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (2010). Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Atualmente é Docente na Universidade Federal Rural da Amazônia. Tem experiência em análises espaciais e gestão de Unidades de Conservação. Avaliação de Impacto Ambiental e Análise de Riscos Ambientais. Já elaborou diversos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Plano de Gestão Municipal de Resíduos Sólidos. Participa de grupos de pesquisas sobre Planejamento e Modelagem Ambiental na Amazônia. É Conselheira do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA/PA e Perito Ambiental Judicial.

PAULA GONÇALVES SANTOS

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Luterana do Brasil - Ulbra (2001), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos (2016) e mestrado em Engenharia Ambiental pela Ulbra (2004). Atualmente realiza Doutorado em Qualidade Ambiental, na Universidade Feevale. Experiência de 15 anos em indústria petroquímica, nas áreas de engenharia de processos, qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho.

RENATO KENNEDY RIBEIRO NEVES

Formado em Segurança do Trabalho pelo Instituto Federal do Amazonas (2010). Licenciado em Geografia pela Universidade do Estado do Amazonas (2015). Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela Universidade do Estado do Amazonas (2018). Professor efetivo da Secretaria de Estado de Educação do Amazonas (2015), atuando no Ensino Básico, mais especificamente no Ensino Médio (1º, 2º e 3º). Possui experiência no ensino da Geografia para vestibulares e concursos públicos; Geografia Física (Identificação

de Áreas de Risco; processos erosivos; planejamento ambiental); Sistema de Informação Geográfica aplicado à gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas.

RODRIGO SASSO RODRIGUES

Engenheiro Agrônomo, Extensionista Rural da EMATER/ASCAR no município de Ivoti. Possui Experiência com Educação Ambiental e Produção de Base Ecológica.

RODRIGO TONEL

Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Mestrando em Direitos Humanos - UNIJUÍ. Possui graduação em Direito pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2017), atuando principalmente nos seguintes temas: Direito Ambiental; Bioética; Direito a Saúde; Direito do Trabalho.

SAMARA BEATRIZ DA SILVA MENDONÇA

Possui graduação em Direito pela Universidade Paulista (2018). Experiência na área de Direito Ambiental e Direito Administrativo com ênfase em Saneamento Básico, Lei nº 11445/07, Qualidade das Águas e Licitações e Contratos Jurídicos.

SÉRGIO RICARDO MAGALHÃES

Pós-Doutor em Educação (UFLO). Doutor em Engenharia Biomédica (IP&D-SJC). Mestre em Estatística e Experimentação (UFLA). Especialista em Docência Universitária: novos significados e perspectivas (UninCor). Especialista em Design Instrucional para o EaD Virtual (UNIFEI). Especialista em Matemática (UFSJ). Especialista em Matemática e Estatística (UFLA). Especialista em Fundamentos da Matemática (PUC-MG). Bacharel em Matemática Computacional (UFMG). Bacharel em Administração (UNESA). Licenciado em Matemática, Física e Desenho Geométrico (CNP). Licenciado em Pedagogia (UNIFRAN). Docente do Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos da UninCor.

SIENA MAGALI COMASSETTO KOLLING

Possui graduação em Direito pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2017). Mestranda no curso de Mestrado em Direitos Humanos pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2018).

SILVANA LICODIEDOFF

Pós – Doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina / UFSC (2015) e Universidade Regional de Blumenau / FURB (2016), Doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná / UFPR (2012), Doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná / UFPR (2012), Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná / UFPR (2008), Engenheira de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões / URI (1999).

TALILIAN JOELMA BORGES

Possui graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações (2006), MBA em Gestão Empresarial e Inteligência de negócios pelo UNIS (2011), Mestranda em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela UNINCOR (2017), Atualmente é sócia proprietária - Soma Contabilidade, professora da Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, Delegada do CRCMG da cidade de Três Corações e região. Tem experiência na área contábil, com ênfase em Administração de empresas, atuando principalmente nos

seguintes temas: conscientização, planejamento tributário, carga tributária, direito e legislação trabalhista.

TATIANE CRISTINA GUTHEIL

Professora das redes municipais de ensino em Ivoti e Novo Hamburgo, docente desde 2006. Leciona ciências nas séries finais do ensino fundamental, atuou em projetos extraclasse, ligado a ciências e arte, educação ambiental e grupo de adolescentes. Através da parceria com a Secretaria de Meio Ambiente desde 2011, atua como Educadora Ambiental no CEAMI – Centro de Educação Ambiental do Município de Ivoti. Anterior a atuação docente, trabalhou por nove anos em laboratório de controle de qualidade em indústria alimentícia como Técnica Química e dois anos como Coordenadora de Qualidade em indústria coureiro-calçadista. Especialista em Educação Ambiental, possui graduações em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas.

THAIS GLEICE MARTINS BRAGA

Docente efetiva da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Engenheira Ambiental e de Energias Renováveis, mestre em ciências ambientais pela Universidade Federal do Pará - UFPA, doutoranda do programa de pós-graduação rede de biodiversidade e biotecnologia da Amazônia legal - BIONORTE, experiência em física do clima, na área de geotecnologias especificamente do sensoriamento remoto e geoprocessamento, habilidades e competências no âmbito do licenciamento ambiental, elaborando plano de controle ambiental - PCA, plano de gerenciamento de resíduos sólidos - PGRS, de licenças ambientais, tais como licenças de previa, de operação e de instalação, com abrangência em perícias ambiental, atua com processamento digital de imagens, modelagem ambiental, gestão ambiental, avaliação de impacto ambiental, avaliação de riscos ambientais.

VANIA ELISABETE SCHNEIDER

Graduada em Licenciatura Plena e Bacharelado em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul (1989); Especialista em Metodologia da Pesquisa e do Ensino Superior - Área de Concentração: Educação Ambiental; Mestre em Engenharia Civil - Área de Concentração - Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas (1994); Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2005). Professora Titular e Diretora do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul. Tem experiência nas áreas de Biologia, Engenharia Ambiental, Enfermagem, Engenharia Civil e Arquitetura atuando principalmente nos seguintes temas: gerenciamento de resíduos sólidos - Resíduos Sólidos Urbanos, Resíduos de Serviços de Saúde, Resíduos da Construção Civil, Resíduos de madeira e Resíduos no meio Rural; Gestão de Recursos Hídricos e Monitoramento da Qualidade da Água; Gestão Ambiental; Saneamento Ambiental; Formação de Professores para o ensino de ciências e Biologia.

WAGNER RIBEIRO DA SILVA NETO

Possui formação de Técnico em Química pelo Colégio Técnico de Lorena, unidade mantida pela Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP) (2015). Realizou estágio nas áreas de Química Ambiental e Tratamento de Efluentes no Laboratório de Análises Hídricas e Monitoramento Ambiental (2016) e no Laboratório de Absorção Atômica e Emissão Ótica, com ênfase nas áreas de Química Analítica Instrumental, Analítica Inorgânica e Cromatografia Iônica, ambos sob supervisão do Prof. Dr. Helcio José Izário Filho. Regularmente matriculado no curso de Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, atualmente efetua, no Laboratório de Espectroscopia Molecular, estudos na intensificação do efeito SERS em estruturas plasmônicas e possíveis aplicabilidades na detecção de carcinoma mamário, sob orientação da professora Paola Corio.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7042-062-6



9 788570 420626