

REVISTA PORTOS: POR UM MUNDO MAIS SUSTENTÁVEL

ORGANIZADORES

JOÃO PAULO SILVA DE SOUZA

PAULO ROBERTO DE AZEVEDO SOUZA

SILANE MATTOS PERES

RITA DE CÁSSIA TEIXEIRA ASSIS

SARA CORRÊA MARQUES

RAFAEL NASCIMENTO LOPES

PAULO ROBERTO DO AMOR DIVINO JUNIOR

ISRAEL MARÇAL SILVA

DIONEI MORAES AGUIAR


epitaya
Editora

João Paulo Silva de Souza
Paulo Roberto de Azevedo Souza
Silane Mattos Peres
Rita de Cássia Teixeira Assis
Sara Corrêa Marques
Rafael Nascimento Lopes
Paulo Roberto do Amor Divino Júnior
Israel Marçal Silva
Dionei Moraes Aguiar

Organizadores

REVISTA PORTOS: POR UM MUNDO MAIS SUSTENTÁVEL

1ª Edição



Rio de Janeiro – RJ
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

R454 Revista portos [recurso eletrônico] : por um mundo mais sustentável /
Organizadores João Paulo Silva de Souza... [et al.]. – Rio de Janeiro,
RJ: Epitaya, 2020.
123 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87809-14-4

1. Engenharia. 2. Economia. I. Souza, João Paulo Silva de. II. Souza,
Paulo Roberto de Azevedo. III. Peres, Silane Mattos. IV. Assis, Rita de
Cássia Teixeira. V. Marques, Sara Corrêa. VI. Lopes, Rafael Nascimento.
VII. Divino Júnior, Paulo Roberto do Amor. VIII. Silva, Israel Marçal. IX.
Aguiar, Dionei Moraes.

CDD 658.15

Elaborado por Maurício Amormino Júnior –CRB6/2422

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda
Rio de Janeiro / RJ
contato@epitaya.com.br
<http://www.epitaya.com.br>


epitaya
Editora

João Paulo Silva de Souza
Paulo Roberto de Azevedo Souza
Silane Mattos Peres
Rita de Cássia Teixeira Assis
Sara Corrêa Marques
Rafael Nascimento Lopes
Paulo Roberto do Amor Divino Júnior
Israel Marçal Silva
Dionei Moraes Aguiar

Organizadores

REVISTA PORTOS: POR UM MUNDO MAIS SUSTENTÁVEL



Rio de Janeiro – RJ
2020

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda
1^o Edição - Copyright © 2020 dos autores
Direitos de Edição Reservados à Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98.
Todo o conteúdo, assim como as possíveis correções necessárias dos artigos é de responsabilidade de seus autores.

CONSELHO EDITORIAL

EDITOR RESPONSÁVEL	Bruno Matos de Farias
ASSESSORIA EDITORIAL	Helena Portes Sava de Farias
MARKETING / DESIGN	Gercton Bernardo Coitinho
DIAGRAMAÇÃO/ CAPA	Bruno Matos de Farias
REVISÃO	Autores

COMITÊ CIENTÍFICO

CIÊNCIAS DA TERRA E ENGENHARIAS	Prof. João Paulo Silva de Souza
	Prof. Paulo Roberto de Azevedo Souza
	Profa. Silane Mattos Peres
	Profa. Rita de Cássia Teixeira Assis
	Profa. Sara Corrêa Marques
	Prof. Rafael Nascimento Lopes
	Prof. Paulo Roberto do Amor Divino Júnior
	Prof. Dionei Moraes Aguiar
	Prof. Israel Marçal Silva

PREFÁCIO

NOVOS TEMPOS PARA A ENGENHARIA

Há 47 anos, quando me graduei como engenheiro civil na Universidade Federal de Juiz de Fora a população brasileira era de 102 milhões de habitantes e a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto fechava o ciclo chamado de “Milagre Econômico Brasileiro” com incríveis 14%. Hoje somos estimados 212 milhões e com o choque econômico provocado pela pandemia que vem assolando o mundo, ainda não se tem uma clara ideia do quão negativo será agora, oscilando entre -5% e -8%. Mas esta triste realidade comparativa não deve ser motivo de desânimo. Ao contrário, mais do que nunca os engenheiros serão mais importantes.

Neste 2020 inesquecível está colando grau a primeira turma de engenharia civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Três Rios da Univértix. Não será mais preciso que todo trirriense aspirante a engenheiro tenha que se mudar da cidade. Como as comunicações estão cada vez mais fáceis, sendo possível de forma autodidata estudar e aprender qualquer assunto, é factível estar atualizado com qualquer tecnologia desenvolvida no mundo inteiro. Definitivamente a preservação ambiental ganhará a prioridade que sempre mereceu ter, silenciando os céticos da mesma maneira como tornou ridículo a posição dos que propagavam ser a pandemia atual uma simples “gripezinha”.

Foi aprovada pelo Congresso e sancionada pelo Presidente da República a lei nº 11.445/2020, conhecida como Novo Marco legal do Saneamento Básico, abrindo a oportunidade para obras de engenharia civil em todo país com capital privado. Foi criada a chance de confirmação da antiga sentença: “cada real investido em saneamento economiza quatro reais em saúde”. Como a engenharia civil é uma atividade empregadora de pessoas de todos os níveis de escolaridade, com respostas rápidas, as perspectivas são boas para os recém-formados. A geração de emprego e renda é a verdadeira prioridade nacional.

É, portanto, com grande satisfação que aceitei o convite para escrever o prefácio desta publicação, que enfatiza um tema tão importante e atual, como a gestão ambiental na reciclagem de resíduos da construção civil em Três Rios; a implantação de um sistema de tratamento de água caseiro no bairro Purys; a reutilização dos resíduos da construção civil no âmbito urbano; o uso de biodigestores no tratamento de esgoto doméstico em comunidades e a utilização do tijolo reciclável. Cinco ótimos artigos técnicos criativos e pragmáticos, focados na realidade local, que sinaliza a diretriz que deve ser básica em todo o engenheiro: o respeito ao meio ambiente, pois a nossa profissão é por natureza transformadora. Engenheiro é o que engenha, aquele que constrói, embora vá enfrentar tantas desconstruções ao longo da vida.

Como engenheiro civil, especializado em transporte, sobretudo na modalidade ferroviária, no sistema roda-trilho e de levitação magnética, para enfrentar estas desconstruções sugiro usar sempre a Análise FOFA: Força e Oportunidade vs. Fraqueza e Ameaças, interna e externamente. Nada é mais interno do que a própria pessoa, que tem suas forças, no caso do engenheiro, o conhecimento técnico, baseada sobretudo na física e na ânsia imoderada de estar aprendendo sempre. Estas forças interiores deslumbram no mundo externo as Oportunidades, pois o engenheiro é sempre uma solução em busca de um problema. Mas, nem sempre é tão fácil e rápido como parece à primeira vista. Da mesma forma que tem forças, cada pessoa tem também suas Fraquezas e o insucesso é quase sempre decorrente do predomínio das fraquezas sobre as imaginadas forças. Assumir com sinceridade as fraquezas interiores é a primeira providência para minimizá-las, deixando sobressair as forças, porque no ambiente externo estão sempre presente as Ameaças. Conhecer bem quais são as ameaças, muitas vezes bem organizadas em lobbies

que querem que tudo continue como sempre foi, é fundamental para o sucesso profissional. As ameaças estarão sempre presentes, sendo as invisíveis as mais perigosas.

Engenharia se aprende fazendo. Ao engenheiro recém formado é dada uma tolerância de aprender errando. Este período deve ser bem aproveitado. Ser humilde e escutar o conselho dos mais experientes, mesmo que seja um simples pedreiro é muito importante. Para um engenheiro não existe problema sem solução, desde que saiba que as soluções sempre têm defeito. Porém, todos os defeitos podem ser corrigidos ao longo do tempo.

Quando me formei tinha três empregos para escolher. Preferi a Rede Ferroviária Federal S.A. simplesmente porque o salário era mais alto. Não me imaginava um ferroviário, embora tenha nascido em uma cidade de tradição ferroviária e meu avô materno veio da Espanha em 1912 para trabalhar como canteiro na Estrada de Ferro Central do Brasil. No ano seguinte ao da formatura, em 1974 explodiu a chamada Primeira Crise Petróleo que abalou todo mundo, quando o preço do barril passou de 2,59 para 11,65 dólares. As turmas que se formaram na UFJF nos anos seguintes tiveram dificuldade em conseguir emprego com tanta facilidade, pois o Brasil entrou no período econômico conhecido como “Década Perdida”. Uma expressão de certa forma injusta, pois nunca uma crise é igual para todas as pessoas ou todas as atividades econômicas.

A Primeira Crise do Petróleo foi um ponto de inflexão na curva da História, como está sendo a atual pandemia. Ponto de inflexão de uma função é onde a concavidade se altera. É um ponto de derivada zero. Não dá para saber como será o futuro, baseando na forma da série histórica, quando estamos neste ponto. Como estamos agora. Porém, o futuro não surge, é construído. E nós, engenheiros, somos por natureza construtores.

Boa sorte a todos e fé na Física.

Eduardo Gonçalves David, DSc
eduardogdavid@gmail.com

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1</i>	09
O USO DE BIODIGESTORES COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM COMUNIDADES CARENTES	
<i>Sandilla Santana de Oliveira; Rita de Cássia Teixeira Assis</i>	
<i>Capítulo 2</i>	18
IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA CASEIRO ECONÔMICO EM UMA RESIDÊNCIA NO BAIRRO PURYS EM TRÊS RIOS / RJ	
<i>Julie Catherine Siqueira Santana; Rita de Cássia Teixeira Assis; Paulo Roberto de Azevedo Souza; João Paulo Silva de Souza; Israel Marçal Silva</i>	
<i>Capítulo 3</i>	28
A UTILIZAÇÃO DO TIJOLO RECICLÁVEL COMO FERRAMENTA DE CONSTRUÇÃO ECONÔMICA E SUSTENTÁVEL	
<i>Julie Catherine Siqueira Santana; Rita de Cássia Teixeira Assis; Silane Mattos Peres</i>	
<i>Capítulo 4</i>	39
GESTÃO AMBIENTAL: PROPOSTA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE TRÊS RIOS/RJ	
<i>Anaclara Molina de Sá; Gustavo Aguiar da Costa; Rita de Cássia Teixeira Assis; Paulo Roberto de Azevedo Souza; João Paulo Silva de Souza; Paulo Roberto do Amor Divino Júnior</i>	
<i>Capítulo 5</i>	48
OS IMPACTOS GERADOS NO MEIO AMBIENTE E NA SOCIEDADE PELA FALTA DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NAS REGIÕES BRASILEIRAS	
<i>Julie Catherine Siqueira Santana; Paulo Roberto de Azevedo Souza; João Paulo Silva de Souza; Silane Mattos Peres</i>	
<i>Capítulo 6</i>	58
REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO URBANO-AMBIENTAL	
<i>Hellen Diane Castilho Patrício; Kelly de Moura Pereira; Silane Mattos Peres; Paulo Roberto de Azevedo Souza</i>	
<i>Capítulo 7</i>	72
EMPREGO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Sara Corrêa Marques; Gabriel Andrade Luiz; Thalles Gumieri da Silva</i>	
<i>Capítulo 8</i>	82
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DO ASFALTO PERMEÁVEL COMO ALTERNATIVA DE PREVENÇÃO DE ENCHENTES URBANAS NA CIDADE DE TRÊS RIOS	
<i>Gabriel Andrade Luiz; Thalles Gumieri da Silva; Rita de Cássia Teixeira Assis; Lucas Machado Rocha; Silane Mattos Peres</i>	

<i>Capítulo 9</i>	99
O USO E PRODUÇÃO DA ENERGIA LIMPA COMO MÉTODO DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL	
<i>Julie Catherine Siqueira Santana; Paulo Roberto de Azevedo Souza; João Paulo Silva de Souza; Silane Mattos Peres; Maria Eduarda de Oliveira Ribeiro</i>	

<i>Capítulo 10</i>	112
ESTUDO DE CASO E ANÁLISE SWOT DE UMA COOPERATIVA DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE TRÊS RIOS/RJ	
<i>Rafael Nascimento Lopes; Allan da Silva; Bárbara Eckert de Medeiros</i>	

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p9>

Sandilla Santana de Oliveira

Acadêmica do 9º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Rita de Cássia Teixeira Assis

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF. Professora da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

Por vezes o processo de urbanização das cidades ocorre de maneira rápida e desordenada, fazendo com que comunidades acabem por se formar em localidades de difícil implementação de uma rede de tratamento de esgoto eficiente. Esta situação acarreta diversos prejuízos a moradores e ao meio ambiente. Este trabalho versa sobre a utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento do esgoto doméstico de comunidades carentes e/ou de difícil acesso, evitando que os dejetos sejam despejados *in natura* nos córregos e rios do município de Três Rios, localizado no estado do Rio de Janeiro. Aqui, será explicado o que é um biodigestor, se apresentará três diferentes tipos de biodigestores e seus processos de construção e funcionamento, bem como as possibilidades de implementação de cada um deles. Também se discutirá o uso de tal sistema como alternativa ao tratamento de esgoto de comunidades carentes ou de difícil acesso.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestor; Tratamento de Esgoto; Saneamento Básico.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito humano afirmado pela Organização das Nações Unidas. No Brasil, é um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei nº Lei 11.445/2007. Estima-se que apenas 44,92% dos esgotos do país sejam tratados (TRATA BRASIL, 2018).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, o saneamento é composto de quatro áreas: esgotamento sanitário, abastecimento de água, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos. Neste trabalho, o enfoque será o tratamento de esgoto que, por configurar uma das áreas do saneamento básico, também será tratado como um direito humano, conforme a legislação vigente.

A falta de acesso a um tratamento de esgoto adequado causa impactos à saúde pública e ao desenvolvimento econômico das populações de comunidades que não possuem tratamento de efluentes. Dentro destas populações, de acordo com o estudo O Saneamento e Mulher Brasileira, realizado pelo instituto Trata Brasil no ano de 2018, os indivíduos mais afetados são mulheres, crianças e idosos, residentes nas periferias urbanas e com baixo poder aquisitivo.

Saiani (2006) afirma que no Brasil o sistema de saneamento básico, e, conseqüentemente o sistema de tratamento de esgotos, é essencialmente ligado ao poder aquisitivo da população, o que deixa de fora uma grande parcela da população brasileira.

Segundo Saiani e Junior (2010), os municípios do interior brasileiro são os que mais possuem domicílios sem acesso a condições adequadas de esgotamento sanitário. Os autores dizem ainda que, considerando também o acesso a fossa séptica, o número de domicílios sem acesso a formas adequadas de esgotamento sanitário é de aproximadamente treze milhões.

O sistema de tratamento de esgotos por biodigestores é uma realidade em diversos países, que também passam por situações de intensos processos de urbanização desordenada e crescimento populacional e que adotam o método devido a sua fácil viabilidade de construção e como alternativa para a produção de energia limpa.

Neste trabalho será abordado o uso do sistema como uma alternativa para o tratamento de esgoto de comunidades carentes do município de Três Rios, localizado no interior do estado do Rio de Janeiro e que sofre com um sistema de tratamento de efluentes deficitário. Garantir à população um adequado sistema de tratamento de esgoto melhora a qualidade de vida dos cidadãos e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cidade.

JUSTIFICATIVA

Devido ao déficit de tratamento de esgoto no Brasil, sobretudo em comunidades carentes e localizadas no interior do país, é viável a utilização de tecnologias sociais para a busca de alternativas sustentáveis para o tratamento de efluentes domésticos.

A falta de tratamento de esgoto impacta diretamente a vida e a saúde da população. Trazer esta discussão de forma acessível à população faz com que os habitantes sejam capazes de se conscientizar e trabalhar em conjunto com o poder público para o enfrentamento do problema.

Assim sendo, as tecnologias sociais, como é o caso do uso de biodigestores, se mostra eficiente para solucionar os problemas com tratamento de esgotos domésticos onde o governo público não consegue ou não pode se mostrar eficaz, promovendo uma melhora na qualidade de vida de muitos brasileiros que fazem parte de populações vulneráveis no âmbito social.

Analisando o cenário local, é possível afirmar que em diversos pontos da cidade de Três Rios há o despejo de esgoto *in natura* nos córregos e rios do município. Esta situação coloca em risco a população local e impacta negativamente o meio ambiente.

Os biodigestores são uma opção viável, devido a seu baixo custo de implementação, quando comparados a outros sistemas de tratamento de efluentes, e também a baixa complexidade de seu processo construtivo além de, devido a possibilitar a participação dos moradores no processo de construção, promover conscientização ambiental nas populações.

O aproveitamento do biogás produzido durante o processo de tratamento dos resíduos nos biodigestores pode ser utilizado como fonte de energia e também beneficiar famílias carentes, que podem encontrar na energia limpa, uma possibilidade de economia nas despesas domésticas.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é propor a utilização do sistema de biodigestores como alternativa ao tratamento de esgotos e produção de energia limpa, através do biogás, para comunidades carentes ou de difícil acesso da cidade de Três Rios, município localizado no interior do estado do Rio de Janeiro.

Durante a execução deste projeto, os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Trazer à discussão os problemas oriundos de um sistema de tratamento de esgotos deficiente.
- Explicar o que é um biodigestor e seus diferentes tipos.
- Abordar a geração de energia limpa.
- Propor a conscientização da população para, em conjunto com o poder público, atuar na busca por uma solução para o problema do esgotamento sanitário.

METODOLOGIA

O objetivo da pesquisa científica é analisar fatos inseridos em uma realidade específica. Este trabalho desenvolve-se em uma análise documental, utilizando-se de ferramentas de busca como Google Acadêmico e SciELO.org.

Foram analisados diferentes autores que já se debruçaram sobre o tema e observadas suas conclusões e observações a fim de fundamentar a escrita de maneira coesa e estruturada.

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica e com objetivos exploratórios, que de acordo com Gil (2008), tem como principal finalidade desenvolver e esclarecer conceitos tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O que são biodigestores?

Biodigestores são câmaras hermeticamente seladas, onde resíduos orgânicos são decompostos, de maneira anaeróbia, resultando em produtos como biogás e fertilizantes (TURDERA e YURA, 2003).

Com exceção de madeiras, todos os materiais orgânicos podem ser utilizados como matéria-prima para os biodigestores, como afirma Seixas *et al.*, 1981, que diz ser possível adicionar ao sistema esterco de gado, porcos, galinhas e excrementos humanos, bem como restos vegetais diversos.

Todos os materiais orgânicos utilizados como elementos do biodigestor precisam ser diluídos em água, devendo a quantidade de água a ser determinada pelo tipo de substrato escolhido (SEIXAS *et al.*, 1981; KARLSSON *et al.*, 2014).

O que é e como é produzido o biogás?

De acordo com Nascimento e Acácio (2014),

o biogás é um recurso energético renovável que deriva da matéria orgânica em decomposição. É constituído, em sua maioria, de gás carbônico e metano e a sua principal produção se dá em aterros sanitários que coletam e tratam os gases produzidos pelo lixo que seriam liberados na atmosfera.

O biogás produzido nos biodigestores pode ser usado para alimentar residências de até 5 moradores e segundo Deagnutti *et al.* (2002), o poder calorífico do biogás pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico, uma vez eliminado todo o gás carbônico da mistura, através do processo de purificação.

Observando a tabela 1, pode-se ter a comparação de equivalência entre 1 m³ de biogás e quantidades de diferentes combustíveis, comumente utilizados.

Tabela 01: Análise comparativa

Comparação entre 1m³ de biogás e outras fontes combustíveis	
	0,61 litros de gasolina
	0,57 litros de querosene
	0,55 litros de óleo diesel
	0,45 kg de gás liquefeito (gás de cozinha)
	0,79 litros de álcool combustível
	1,538 kg de lenha
	1,428 kwh de energia elétrica

Fonte: Adaptada pelas autoras de Deagnutti et a., 2002.

Ainda de acordo com Deagnutti *et al*, 2002, para uma família de 5 pessoas, considerando o uso caseiro do biogás, observa-se o seguinte perfil de consumo:

Tabela 02: Projeção de consumo

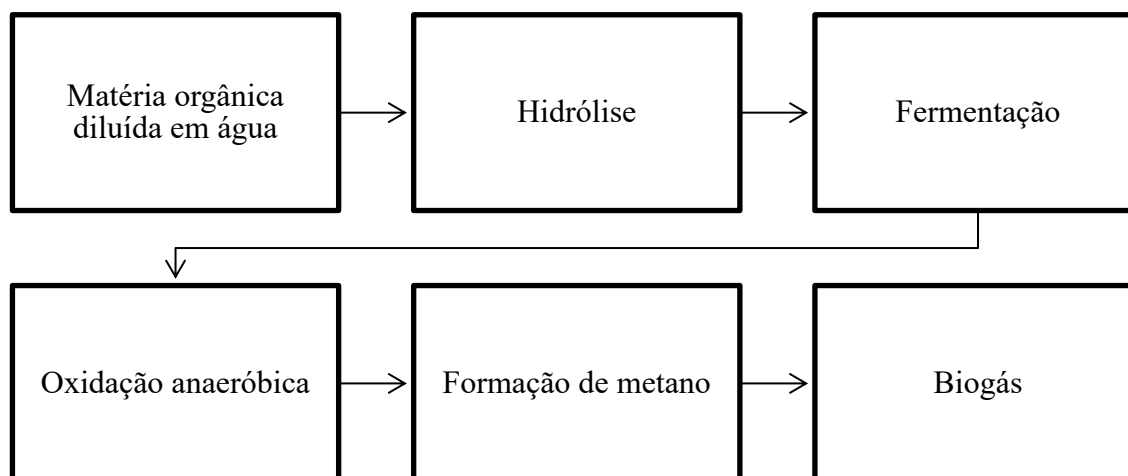
Consumo estimado de biogás para família com 5 componentes	
Cozinha	2,10 m ³
Iluminação	0,63 m ³
Geladeira	2,20 m ³
Banho quente	4,00 m ³
Total de biogás necessário	8,93 m ³ (por dia) *

*Quantidade correspondente a ¼ de um botijão de gás de 13 kg.

Fonte: Adaptada pelas autoras de Deagnutti et a., 2002.

A produção do biogás segue as seguintes etapas, de acordo com o *site eCycle*:

Figura 01: Etapas da produção do biogás.



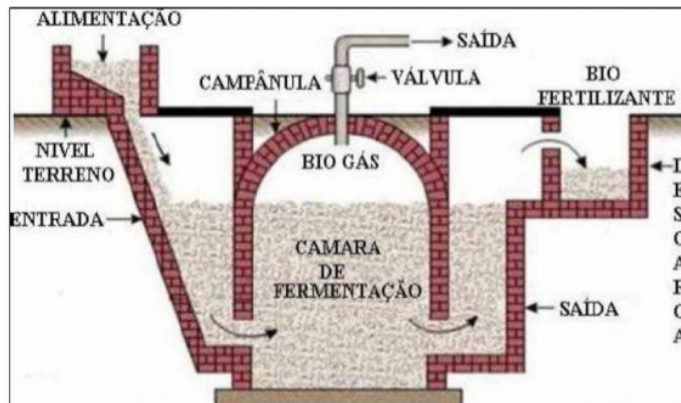
Fonte: Adaptada pelas autoras de eCycle.com, 2020.

Os tipos de biodigestores e os métodos construtivos.

Existem diferentes tipos de biodigestores, adaptados conforme a quantidade de resíduos a serem processados e às diferentes necessidades de produção de biogás. Neste trabalho, serão abordados três tipos e seus respectivos métodos construtivos: modelo chinês, modelo indiano e modelo da batelada.

Biodigestor chinês

Figura 02: Vista em corte frontal de um biodigestor modelo chinês.



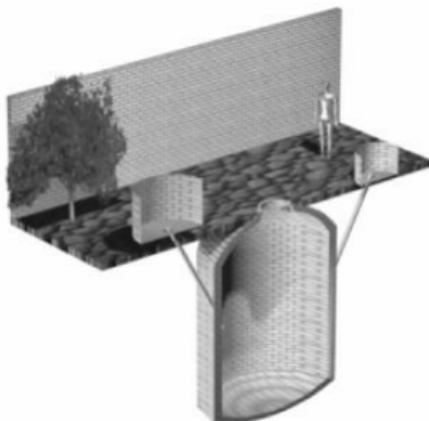
Fonte: Adaptada pelas autoras de Junqueira, 2014.

A construção de um biodigestor seguindo o modelo chinês é feita em alvenaria ou concreto, abaixo do nível do solo, e, conforme observado na figura 2, consiste em uma câmara cilíndrica com um teto abobadado e impermeável onde ocorre o armazenamento do biogás.

O biodigestor chinês funciona sob o princípio da prensa hidráulica: conforme o gás é produzido e se acumula no espaço destinado a este fim dentro do biodigestor, há um aumento da pressão, então o fluido se desloca para a caixa de saída. Caso haja uma decompressão, o fluido fará o caminho contrário (DEAGNUTTI *et al.*, 2002).

Para medir a pressão no interior deste modelo de biodigestor e otimizar o processo de produção do biogás, é necessário instalar manômetros, pois neste modelo o gasômetro - câmara de armazenamento do gás - é fixo e ocorre variação de pressão devido à fermentação dos resíduos (SEIXAS, 1981).

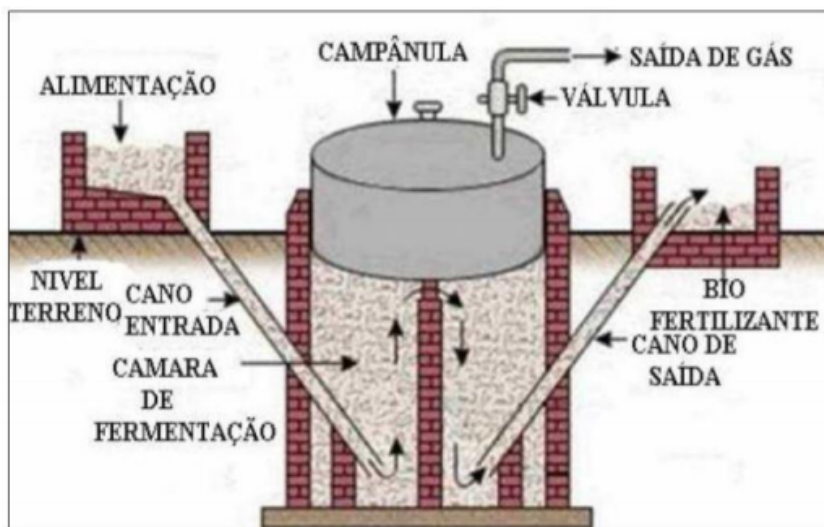
Figura 03: Representação em 3D de um biodigestor modelo chinês



Fonte: Deagnutti et al, 2002.

Biodigestor indiano

Figura 04: Vista em corte frontal de um biodigestor modelo indiano

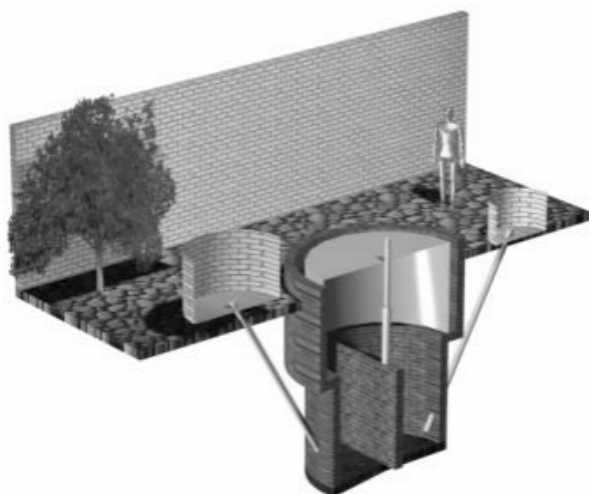


Fonte: Adaptada pelas autoras de Junqueira, 2014.

Também com a possibilidade de construção em alvenaria, este modelo de biodigestor possui campânula móvel que pode ser construída em ferro ou fibra de vidro, onde se armazena o biogás produzido pelo processo de fermentação da matéria orgânica. No tanque de armazenamento, há uma parede central que possibilita a separação da matéria orgânica já fermentada para o descarte. O biodigestor indiano deve ser utilizado quando se necessita de um fornecimento constante de biogás.

Devido ao fato de neste modelo o gasômetro ser móvel, a pressão gerada se mantém constante durante o processo de fermentação da matéria orgânica, permitindo que o biogás seja aproveitado de forma constante (BONTURI e DIJK, 2012).

Figura 05: Representação em 3D de um biodigestor modelo indiano



Fonte: Deagnutti et al., 2002.

Biodigestor modelo batelada

Nas palavras de Deagnutti *et al*, 2002, define-se que:

“Trata-se de um sistema bastante simples e de pequena exigência operacional. Sua instalação poderá ser apenas um tanque anaeróbio, ou vários tanques em série. Esse tipo de biodigestor é abastecido de uma única vez, portanto não é um biodigestor contínuo, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás.”

Este modelo de biodigestor não produz biogás de forma contínua, portanto, seu uso é indicado para situações em que a disponibilidade de matéria orgânica ocorra de forma descontínua, em períodos de tempo mais longos.

Sua construção pode ser feita em alvenaria, concreto ou aço, utilizando-se um único tanque de armazenamento ou vários, dispostos em sequência. Para a produção do biogás, a matéria orgânica precisa ser colocada na câmara de digestão e então selada hermeticamente. O biogás produzido é armazenado em um tanque que permite sua utilização imediata ou posterior. Após o processo de produção do biogás, é feita a limpeza da câmara de armazenamento de matéria orgânica, procedendo a renovação desta e começando um novo ciclo de produção (OLIVEIRA, 2009).

Figura 06: Representação em 3D de um biodigestor modelo batelada



Fonte: Deagnutti et al., 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas de saneamento básico no Brasil são complexos e graves, derivando de um conjunto de causas que acabam por fazer com que populações carentes, residentes em comunidades e zonas rurais sejam as mais afetadas pelo sistema de esgotamento sanitário deficitário.

A situação carece ainda de investimento por parte dos órgãos governamentais, pois, como já afirmado anteriormente neste texto, apenas cerca de 44,92% do esgoto produzido no país passa por serviços de coleta e tratamento. Milhares de brasileiros sofrem com problemas de saúde e socioambientais devido à falta de tratamento de esgoto.

Diante disso, o uso de tecnologias sociais se mostra uma solução possível para o cenário negativo, pois estimula a conscientização quanto a preservação do meio ambiente,

melhora o exercício da cidadania, visto que faz com que os moradores locais participem da implementação da solução dos problemas de onde habitam.

Os biodigestores se mostram eficazes em seu propósito e ainda podem ser utilizados como fonte de energia limpa, por meio da produção do biogás, e são ótimas alternativas para comunidades pequenas e isoladas que não são alcançadas pelo tratamento de esgoto local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5 aspectos para entender o saneamento básico. Trata Brasil – Saneamento é saúde. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/04/12/aspectos-precisa-saber-saneamento/>>. Acesso em março de 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Lei nº 11.445/2007 - Saneamento Básico.** Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/allocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/legislacao-sobre-escassez-hidrica/uniao/lei-no-11-445-2007-saneamento-basico/view>>. Acesso em março de 2020.

Assembleia Geral da ONU reconhece saneamento como direito humano distinto do direito à água potável. Nações Unidas Brasil. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-saneamento-como-direito-humano-distinto-do-direito-a-agua-potavel/>>. Acesso em março de 2020.

Biogás: o que é e como ele é transformado em energia. eCycle.com. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/2972-biogas>>. Acesso em março de 2020.

BONTURI, G. de L.; VAN DIJK, M. **Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais.** Revista Ciências do Ambiente Online, v. 8, n. 2, p. 88-95, 2012.

DEGANUTTI, R.; PALHACI M. C. J. P.; ROSSI, M.; TAVARES, R.; DOS SANTOS, C. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP - Universidade Estadual Paulista, 2002. Bauru, SP.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Antônio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O Saneamento e a Vida da Mulher Brasileira.** Parceria BRK Ambiental e apoio Pacto Global, março de 2018.

JUNQUEIRA, S. **Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado.** Universidade do Rio Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica DEM/POLI/UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUMI, M.; SCHMEIER, N.; MARDER, M.; CASARIL, C.; KOCH, F.; PEDROSO, A. **Manual Básico de Biogás.** 2014.

NASCIMENTO, P. S. C.; ACÁCIO, L. C. **Soluções em energia – projeto de biodigestor residencial**. Relatório apresentado à Universidade Federal de Juiz De Fora como requisito parcial para aprovação na disciplina Projeto Integrador em Energia. Juiz de Fora – MG, 2014.

OLIVEIRA, R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2009.

SAIANI, C. C. S. **Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil**. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

SAIANI, C. C. S.; JÚNIOR, R. T. **Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004)**. Economia e Sociedade, Campinas, v. 19, n. 1 (38), p. 79-106, abr. 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ecos/v19n1/a04v19n1.pdf>>. Acesso em março de 2020.

SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D., **Construção e Funcionamento de Biodigestores**. Embrapa, 1980.

TURDERA, M.V. E YURA D. **Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados**. UEMS, Mato grosso do Sul. 2003.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p18>

Julie Catherine Siqueira Santana

Graduanda do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Rita de Cássia Teixeira Assis

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF.
Professora da Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Graduado em Análise de Sistemas. Especialista em Psicopedagogia e Tecnologias da
Informação aplicadas à Educação e Mestre em Informática pela UFRJ. Professor da
FAETEC e Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios.

João Paulo Silva de Souza

Graduado em Física. Especialista em Engenharia Elétrica. Especialista em Docência e
Gestão do Ensino Superior. Professor da Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios

Israel Marçal da Silva

Graduado em Matemática. Especialista em Metodologia do ensino de
matemática e física. Professor da Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

O presente artigo aborda a implantação de um sistema de reutilização de água em uma área subdesenvolvida. A pretensão do trabalho é mostrar como a educação tem tudo a ver com o índice de desperdício de água e criar uma solução viável para moradores de áreas menos favorecidas. O mundo possui cerca de 2% de água potável, isso quer dizer que apenas 2% da água do mundo pode ser utilizada (Gobbi, 2017). Existem inúmeros sistemas de tratamento de água, porém a maioria não consegue atender as pessoas não afortunadas. Pretendemos com esse trabalho trazer uma solução que canalize todas as saídas de água da residência e faça o tratamento da própria de forma rápida e eficiente e, acima de tudo, econômica. Dessa forma, a residência que será abordada em questão está localizada no bairro Purys, na cidade de Três Rios, estado do Rio de Janeiro. Ao término da pesquisa, pretende-se apresentar como é grande a relação entre a região onde se está inserida e a má utilização da água além de uma solução viável e adaptável não só para residências, mas para todo tipo e tamanho de construção, para que assim que consiga reutilizar a água e ela ainda ser utilizada por várias gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Água; Reutilização; Sustentabilidade; Educação.

INTRODUÇÃO

Sendo considerada uma riqueza natural de valor inestimável, a água é utilizada em todos os setores possíveis, além disso, é vital para a sobrevivência humana. Tudo depende dela e a água potável disponível no mundo é pouco mais de 2% do seu quantitativo total.

Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. (ANA, 2018).

Segundo Tundisi (2006), o desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas produziram inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água, a qual é afetada até mesmo pelas atividades de cunho religioso. Isso vem acontecendo em locais subdesenvolvidos por causa/efeito sobre o meio ambiente, quanto menor for seu índice de instrução sobre a água e tudo o que ela significa e vem sofrendo ao longo dos anos, menor será a sua preocupação com o método que será utilizado para poupar tal recurso.

Hoje, uma das grandes dificuldades é em associar a boa gestão de água, com uma boa construção civil e acima de tudo, um projeto que atenda as populações mais carentes. O meio ambiente é um bem de todos, com proteção individual e coletiva ao ser humano. Diz a Carta Magna em relação ao Meio ambiente no capítulo do art. 225:

Art.225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial á sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações. (BRASIL,1988)

Hoje, existem construtoras e profissionais especializados em construções que já tenham em sua planta todo um projeto de reutilização de água, conseguindo captar todas as saídas de fluído da casa e tratando para que seja reutilizada dentro da própria residência, há também um crescente número de municípios que estão incluindo em seu plano diretor a obrigatoriedade do tratamento de resíduos antes do lançamento na rede de efluentes por parte das novas construções (VARELLA, 2009; BARROS e PLATIAU, 2009).

Cerca de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo consomem água contaminada. Outros milhares não conseguem água suficiente para suas plantações ou para o desenvolvimento industrial. Essas conclusões estão no *World Water Development Report*. O relatório sobre a crise da água elaborado pela Organização das Nações Unidas e divulgado no 3º Fórum Mundial das Águas, ocorrido entre 16 e 23 de março de 2003 no Japão. O documento da ONU se destaca entre outros relatórios sobre o tema porque, além de apontar os futuros transtornos que serão causados pela crise da água, traz estudos que mostram como esse problema já afeta e mata milhares de pessoas.

A água é de grande importância para o homem, sendo que $\frac{3}{4}$ do seu corpo é constituído de água, tem importância nas formações hídricas atmosféricas influenciando o clima das regiões. Ocupa 71% da superfície do planeta, sendo que 97,30% do total constituem-se de água salgada e 2,70% são águas doces, porém, destes 2,70% de águas doces 2,07% encontram-se congeladas nas geleiras e calotas polares, ou seja, estão em estado sólido, assim restando apenas 0,63% de água doce que não é totalmente aproveitada por questões de inviabilidade técnicas, econômicas, entre outras (LOPES,2011).

Ainda de acordo com Lopes (2011), estudos comprovam que o aumento desenfreado da população, somados ao descaso com a água, prevê que em até 2025 não teremos acesso a água limpa e o esgotamento da potencialidade dos recursos hídricos ocorrerá por volta de 2053.

O Brasil possui o maior aquífero do mundo, o aquífero Guarany, que conta com o grande volume de 111 trilhões e 661 milhões de metros cúbicos de água em suas reservas subterrâneas, o problema das águas subterrâneas é o alto custo da exploração. Nosso País é o mais rico em água doce, com aproximadamente 12% das reservas mundiais, parecendo uma condição favorável, mas, conta com uma grande desigualdade na distribuição desta água.

Segundo Brandin (2014), do Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências da USP:

Essa questão preocupante está diretamente associada aos impactos das ações humanas sobre os ambientes de água doce, mas não basta identificar tais impactos. É necessária uma visão de maior alcance, que abranja a avaliação das causas e efeitos dos problemas existentes e o desenvolvimento e adoção de medidas que remedeiem constatados e previnam não só a sua repetição em outros lugares como também o surgimento de novos tipos de impacto. Essa visão certamente inclui a divulgação de todas essas informações em linguagem mais simples para que a discussão atinja um número maior de pessoas. Afinal, a crise da água diz respeito a todos.

Brandin (2014), afirma que a questão social está diretamente ligada a má utilização dos recursos hídricos. A falta de recurso financeiro faz com que a construção de moradia em lugares irregulares e com baixa qualidade de vida seja um dos aspectos mais importantes a serem abordados, uma vez que uma construção feita sem um sistema de canalização de esgoto eficiente faz com que, além do risco a saúde, seja o principal causador da contaminação de vários polos importantes de água.

De acordo com Nakagawa (2019), a página do Ministério do Meio Ambiente (MMA), desde janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Ela coloca que a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Sendo assim, água detém, além da grande importância para os seres humanos, uma importância monetária muito alta.

E o segundo artigo da Lei é o mais abrangente e divergente em relação aos tempos atuais:

Assegurar a disponibilidade de água de qualidade às gerações presentes e futuras, promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos (chuvas, secas e enchentes), sejam eles naturais, sejam decorrentes do mau uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Para evitar o agravamento da situação, é necessária uma evolução do ponto de visto ético e moral e não somente científico e tecnológico. Citando Sachs em seu livro:

“A humanidade precisa evitar guerras, tiranias, pobreza, assim como degradação da biosfera e destruição da diversidade biológica e ecológica.

Tratar-se de obter qualidade de vida para o homem e para a biosfera que não seja conseguida principalmente à custa do futuro” (SACHS,1993).

O objetivo do estudo é redirecionar um sistema de captação de água já criado e adaptá-lo para atender a sociedade e também o tornar acessível para aqueles que possuem do maior a menor condição financeira.

Consiste em envolver e ligar todos os canais que concentram e captura a água, direcionar os tanques de tratamento até chegar ao canal de redistribuição da própria casa e no caso em tela, é utilizado a gravidade como fonte de pressão da água, para que não tenha necessariamente o gasto com a utilização de bombas e não seja necessário o consumo de energia elétrica. Depois do processo, ela é novamente encaminhada para o reservatório principal da residência.

Vários países estão utilizando na agricultura, águas residuárias domésticas, sendo essa uma medida para atenuar a escassez nas regiões semiáridas, redução de fertilizantes e desta forma diminuindo os impactos ambientais.

Cerqueira et al., (2008, p.12), afirmam que:

As águas de qualidade inferior, como as águas residuárias, particularmente as domésticas devem, sempre que possível, ser consideradas fontes alternativas para usos menos restritivos, como a agricultura; assim, uma nova tática de consumo está se desenvolvendo em todo o mundo visando conservar a sua disponibilidade e qualidade: “o reuso de água”. Aproximadamente 500.000 há de terras agrícolas, em cerca de 15 países, estão sendo irrigados com águas residuárias domésticas, entre eles Israel detêm um dos mais ambiciosos programas de reutilização de águas, sendo que 70% das águas residuárias do país são reutilizadas para a irrigação de 19.000 ha.

Assim, vimos que a principal vantagem da utilização da água de reuso é a de preservar a água potável exclusivamente para o abastecimento público humano.

Hespanhol (2008, p. 16) conclui que: “a qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital e de operação e manutenção associados”.

Ainda enfatiza que as possibilidades e as formas potenciais de reuso de água dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (HESPANHOL, 2008).

A análise proposta será quanto à capacidade de atendimento do sistema e as demandas carentes existentes na região. Primeiro é atender as regiões que não tem nenhum processo de reutilização e ampliando do menos favorecido até os mais favorecidos.

É necessário analisar a solução proposta, para verificar se a mesma atenderá aos anseios já demonstrados pelo Poder Público e a sociedade em geral que busca um sistema socioeconômico sustentável para seus municípios. Será analisada a infraestrutura proposta e a forma de manejo, tratamento e como ela voltará a rede de distribuição depois de todo o processo, impactos positivos e negativos do processo.

Posteriormente a análise de capacidade técnica do sistema, para que seja validada a sua utilização de forma comercial para atender empreendimentos e residências maiores.

Além das residências, outros inúmeros locais também são responsáveis por um consumo de água potável. Dessa forma, se conseguíssemos viabilizar esse processo para uma rede maior, conseguiríamos diminuir em larga escala o consumo e conseqüentemente o desperdício, trazendo benefícios ao dono do estabelecimento e principalmente para a natureza.

Com base nessa necessidade de estudo relacionada ao assunto abordado, surge a ideia de criar um projeto em que todo o processo de captação e reutilização da água seja, acima de tudo, barato e acessível a todos os públicos. Mediante a perspectiva apresentada acima, tem-se a criação de uma base de reaproveitamento de água feita em material de fácil acesso e preço baixo.

METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo aplicando o procedimento de revisão bibliográfica, onde foram utilizados artigos pesquisados nas plataformas: Periódicos Capes, Scielo, Anais do Fórum Acadêmico da Faculdade Vértice e outras bases referenciadas neste estudo. “A Revisão Bibliográfica é parte de um projeto de pesquisa, que revela explicitamente o universo de contribuições científicas de autores sobre um tema específico.” (SANTOS e CANDELORO, 2006, p. 43).

No que diz respeito à abordagem do problema, refere-se a uma pesquisa qualitativa. Creswell (2007, p. 35) explica que, na pesquisa qualitativa e exploratória, “o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas [...] ou em perspectivas reivindicatórias/ participatórias [...] ou em ambas”.

Em relação ao sistema escolhido e abordado em questão, foi baseado em uma reportagem que citava a invenção do sistema por um aluno de dezessete anos. Referindo-se a uma forma econômica, acessível e que já se encontrava em plena execução em sua residência.

Estudos analisados durante a pesquisa bibliográfica contribuiu também, além da fundamentação teórica, para selecionar qual seria a residência apta para a sistematização de tratamento e realização do estudo de caso, que contemplará os procedimentos para a implantação do modelo e análise dos resultados obtidos após a instalação.

Após identificar qual seria a residência a implantar o sistema, foi realizada uma vistoria para selecionar quais as saídas de água da residência que seria acoplada ao sistema para que não seja misturada a resíduos que o sistema não é totalmente eficaz. Selecionando quais as saídas, a próxima etapa foi adaptar todas as saídas por meio de tubos que conectam a saída até ao primeiro tanque do sistema, que é específico para toda água que será captada das saídas e calhas.

Do primeiro tanque, a água passa por meio de um cano de 1/2” preenchido de lã acrílica que reter as partículas maiores e vestígios maiores de sabão e após a passagem pela lã, ele é retido no filtro de polipropileno que retém a areia e sujeira de calha, cai no segundo tanque, que reserva essa água sem partículas maiores e transfere para o tanque de osmose reversa, que contém dentro dele um cano de 3/4 que contém nas extremidades a lã acrílica e dentro dele, por todo o cano o carvão ativado, que retira o ferro concentrado, o sabão, o cloro e o mau cheiro, após esse processo ele já é encaminhado para o próximo tanque, onde é obtido a água limpa, de PH neutro e apta ao consumo.

Quanto aos objetivos e a natureza de estudo, a pesquisa é caracterizada como descritiva e aplicada, sendo que a área de referência escolhida para o presente estudo foi o bairro Purys, na cidade de Três Rios (RJ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proteção da saúde humana deverá ser o principal objetivo num sistema de abastecimento de água para consumo humano (JALBA, 2010).

A instalação consiste basicamente em tubos em PVC, carvão ativado, lã acrílica, um filtro de polipropileno e tanques usados como reservatório. É um investimento que se paga com o tempo, sendo que a economia causada na conta de água paga o investimento em instalação e material em curto período. Sendo todos materiais já conhecidos no meio da construção de civil e a maioria deles, já utilizados em outras áreas da casa.

Tabela 01 - Materiais utilizados na construção do sistema caseiro de tratamento de água.

MATERIAL UTILIZADO NA CONFEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO				
ÍTEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	VARIÁVEL (DEPENDENTE DO LOCAL APLICADO)	Tubo PVC água soldável 1/2 - 6 metros	R\$ 12,00	R\$ 72,00
2	4	Reservatórios plástico de 200litros	R\$ 150,00	R\$ 600,00
3	1	Lã Acrílica Para Filtro de 1m X 1,45m	R\$ 16,00	R\$ 16,00
4	1	Filtro Polipropileno Liso 25,5 X 6 Cm 20	R\$ 15,90	R\$ 15,90
5	1	Carvão Ativado Para Filtros - 1 Kg	R\$ 18,95	R\$ 18,95
7	4	Registro De Esfera PVC Rosca Interna Com Borboleta	R\$ 19,92	R\$ 79,68
VALOR TOTAL DA CONFEÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO CASEIRO =				R\$ 802,53

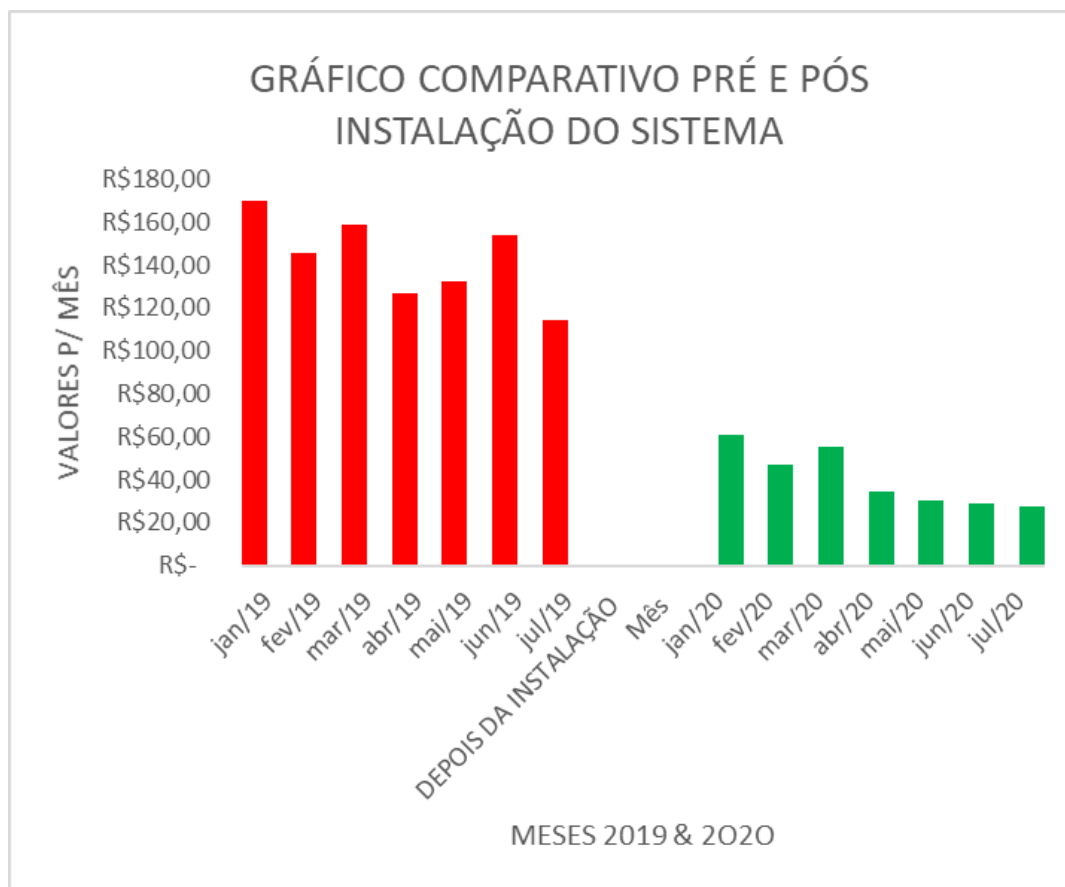
Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

A residência que foi implementada o sistema não possuía nenhum tipo de central de reaproveitamento de água. Nenhuma das residências do bairro apresenta um sistema de reutilização de água, situação comum na cidade analisada.

A residência familiar que possuía uma cozinha, dois banheiros, uma sala e dois quartos. O sistema de reaproveitamento está funcionando perfeitamente e foi instalado também um sistema de calhas em torno do telhado, saídas de água do ar condicionado, adaptando para pegar toda a parte de canos da pia do banheiro, cozinha, tanque e de utensílios domésticos que usam água.

É válido ressaltar que os canos que possuem preenchimento deverão ser observados e, se necessário, substituídos ao longo do uso.

Gráfico 01- Comparativo de valores pagos nos meses pré e pós-instalação do sistema de tratamento.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

O orçamento proposto garante aproximadamente 80% na economia de água, como pode ser observado no gráfico 01, apresentado acima. O valor investido no material é pago na economia que será feita nas contas de água, demorando em torno de seis meses para essa compensação. O usuário do sistema consegue uma economia que é capaz de pagar o investimento da instalação do sistema e gerar lucros após esse resgate do investimento.

É importante destacar também, que a economia depende do consumo. Além disso, o fator principal da pesquisa é a implantação de um método que possa ser usado por pessoas de qualquer classe social ou detentoras de qualquer poder aquisitivo. Outro ponto que deve ser analisado é em que cidades como Três Rios (RJ), a taxa de esgoto é dada conforme o consumo de água. Sendo assim, diminuindo seu consumo de água, isso reduzirá imediatamente no pagamento da taxa de esgoto, gerando a mesma economia da água.

Dessa forma, consegue-se dar ênfase a dois pontos de extrema importância para a nossa sociedade. Ao reduzir em 70 a 80% o consumo direto de água oriunda de fontes externas, há também uma contribuição direta para um mundo mais sustentável e menos poluente.

Tabela 02 – Comparação do valor pago na conta de água antes e depois da implantação do sistema proposto.

COMPARAÇÃO DE PRÉ E PÓS INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO					
ANTES DA INSTALAÇÃO		DEPOIS DA INSTALAÇÃO		ECONOMIA	
Mês	Valor	Mês	Valor		
jan/19	R\$ 170,00	jan/20	R\$ 61,20	64%	
fev/19	R\$ 145,54	fev/20	R\$ 46,68	67%	
mar/19	R\$ 158,65	mar/20	R\$ 55,52	65%	
abr/19	R\$ 126,69	abr/20	R\$ 34,20	73%	
mai/19	R\$ 132,38	mai/20	R\$ 30,44	77%	
jun/19	R\$ 154,00	jun/20	R\$ 29,26	81%	
jul/19	R\$ 114,00	jul/20	R\$ 27,36	76%	

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

O usuário do sistema de tratamento, conta com uma economia de recursos hídricos, que se for atribuída em uma escala maior é capaz de gerar uma pausa nos danos ambientais em escala global. Além de tratar e reutilizar, conseguimos reduzir diretamente a quantidade de resíduo que é descartado de forma errada na natureza.

Este estudo pode contribuir e influenciar diretamente na vida dos construtores civis, da população atual e das futuras gerações. O acesso a água segue o curso da riqueza, atendendo primeiramente as áreas abastardas de recursos e, a partir destas segue por meandros rasos para a população mais carente da sociedade. Se propagar em uma escala nacional ou internacional temos uma redução satisfatória em um curto espaço de tempo.

Dessa forma, ao integrar todas as atividades num único local e numa única ferramenta pode afigurar-se como uma espécie de utopia atendendo às diferentes realidades existentes, no entanto o presente trabalho pode ser um impulso para que com a evolução da ferramenta possamos atingir a gestão integrada de todas as variáveis a gerir no âmbito da água para consumo humano e de que cada residência ou empreendimento tenha em seu projeto, uma estação de tratamento capaz de fornecer uma água de qualidade e tratada dentro do próprio local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou a importância e abriu o conhecimento de pessoas do bairro em relação ao detalhamento do sistema de reutilização de água proposto, que além de trazer benefícios mundiais, traz consigo uma economia na renda familiar.

A utilização desse sistema de tratamento de água apresenta-se economicamente e socialmente viável devido ao seu período de retorno e sua alta taxa de reaproveitamento, além de conseguir reduzir um impacto ambiental, ajudando que outras gerações consigam sim, ter acesso a água de boa qualidade por mais anos.

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado no que tange comprovar a viabilidade econômica do sistema proposto.

Com este estudo espera-se trazer uma contribuição para o tema abordado e colaborar com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de geração renovável e que possibilite a população em geral ter acesso a água de qualidade, a um custo reduzido. Todo o processo de tratamento é criado levando em consideração dois véis centrais que são: economia monetária e sustentabilidade. Foi elaborado de forma que seja simples de ser realizado e não seja caro para conseguir atender todos os pontos da população. Todo processo foi idealizado para que seja acessível a todos os tipos de moradores sejam eles de natureza pobre ou afortunada, num âmbito residencial ou empresarial.

O objetivo central era mostrar que a água poderia ser reutilizada e reduzindo o consumo para que próximas gerações tenham acesso a ela, dessa forma, o resultado foi satisfatório, uma vez, que conseguimos uma redução de quase 80% da água utilizada.

O inquérito efetuado, revela que os usuários e adeptos desse sistema, são muito importantes para estas. A sua satisfação é muito valorizada, uma vez que tal é essencial para que os consumidores tenham confiança na água produzida e assim possam consumi-la sem qualquer perigo para a Saúde Pública e disseminando a ideia de uma estação de tratamento acessível, ajudando não só na economia monetária como ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA- **Agência Nacional das águas** – Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias-antigas/escassez-de-a-gua-pode-gerar-conflitos-no-futuro.2019-03-15.1958006093>. Acesso em: 18 de maio de 2019

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 18 de maio de 2019.

BARROS-PLATIAU, Ana Flavia; VARELLA, Marcelo Dias (Orgs.). **Proteção internacional do meio ambiente. Brasília: Unitar, UniCEUB e UnB, 2009**.- Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/11334>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

BRANDIN, Lúcia. **A água como preocupação mundial: USP,2014**. Disponível em: <http://www.emdialogo.uff.br/content/agua-como-preocupacao-mundial>: Acesso em 19 de maio de 2019.

CERQUEIRA, L. L. et al. **Desenvolvimento de heliconia psittacorum e gladiolus hortulanus irrigados com águas residuárias tratadas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 6, 2008, p. 606 - 613.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GOBBI.L- **Água: uso e problemas**. Disponível em: <http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/agua-uso-e-problemas.html>. Acesso em 18 de maio de 2019

HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. M. **Manual de conservação e reuso de água para a indústria**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

JALBA, Daniel et al. (2010). Safe drinking water: **Critical components of effective interagency relationships**. Australia: Elsevier, Ltd.

LOPES.A- **A água do mundo está acabando? um problema geral do mundo**. Disponível em: <https://paisagismodigital.com/noticias/?id=a-agua-do-mundo-esta-acabando-%7C-paisagismo-digital&in=212>. Acesso em: 18 de maio de 2019

LOPES.G-: Ciência hoje- **As consequências da falta de água podem ser trágicas**. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/consequencias-da-falta-de-agua-podem-ser-tragicas>. Acesso em 18 de maio de 2019

NAKAGAWA.M – **Água é um direito ou um negócio**- Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/a-agua-e-um-negocio-ou-um-direito>. Acesso em 18 de maio 2019

SACHS, Ignacy. Estratégias de Transição para do século XXI – **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993.

SANTOS, V. D.; CANDELORO, R. J. Trabalhos Acadêmicos: **Uma orientação para a pesquisa e normas técnicas**. Porto Alegre/RS: AGE Ltda, 2006. 149 p. Acesso em: 10 maio.2019.

TUNDISI, J. G. et al. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade para atualização de professores de Ciências e Geografia: o modelo Lobo (Broa) - Brotas/Itirapina**. In: _____. (Org.) *Liminologia e manejo de represas*. São Carlos: USP, 1988. p.311-57. (Série Monografia).

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p28>

Julie Catherine Siqueira Santana

Graduanda do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Rita de Cássia Teixeira Assis

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF. Professora da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Silane Mattos Peres

Engenheira Civil e Segurança do Trabalho. Mestranda em Engenharia Civil – UFJF. Professora da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

Para se tornar uma grande cidade, é necessário investimentos no ramo da construção civil. Atualmente, a construção civil é uma das maiores exploradoras de recursos naturais da natureza. Este artigo apresenta a importância da utilização de materiais reciclados, ressaltando os tijolos ecológicos. O apelo ecológico desse trabalho é uma das razões para o seu uso nas construções, uma série de fatores devem ser somadas a esse quesito. Considerando a relevância do tema e do material que é utilizado em toda construção, será analisados os impactos positivos da utilização do mesmo, ambiental, econômica e social, assim, visando alternativas para a preservação do meio ambiente. O trabalho é do classificado como revisão bibliográfica, pesquisa do tipo exploratória. Foi possível atingir os objetivos traçados e concluir que a técnica construtiva do tijolo reciclável se mostra muito pertinente na atualidade, não só para edificações de baixa renda, mas também para edificações de grande porte, desde que respeitadas suas especificações técnicas.

PALAVRAS-CHAVE: Obras; Construções Sustentáveis; Reciclagem; Solo-Cimento.

INTRODUÇÃO

A proteção ao meio ambiente é considerada um direito e dever de todos os indivíduos e tem amparo na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, o qual traz também a obrigação de preservar ao Poder Público e à coletividade. A preocupação com relação ao meio-ambiente, que é enfatizada no artigo 225, é dada pois o setor da construção civil se apresenta como uma das maiores consumidoras de matérias-primas naturais.

De acordo com o Conselho Internacional da Construção (CIB), estima-se que a construção civil utiliza algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade e utiliza energia de maneira intensa, gerando diversos impactos ambientais, com uma cadeia produtiva de 14% e 50% de recursos naturais extraídos do planeta (SCHNEIDER e PHILIPPI. Jr, 2004). Além do consumo de matéria e energia, há também a

geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas sejam da construção (MMA, 2016).

Segundo pesquisa internacional realizada pela *Civil Engineering Research Foundation* (CERF), entidade ligada ao *American Society of Civil Engineers* (ASCE) dos Estados Unidos, revela-se que a questão ambiental é uma das maiores preocupações dos líderes do setor. Com isso, necessita, urgentemente, de novas formas de construção que ocasionem menos impactos ao meio ambiente. Uma alternativa para suprir essas demandas é o tijolo ecológico, composto por água, cimento e solo, visto que há uma facilidade em seu processo de fabricação que, conseqüentemente, favorece a diminuição de custos e no prazo de construção (MOTTA *et al*, 2014).

Até 2002, o Brasil não tinha políticas públicas para gerenciar os resíduos da construção civil. Nesse mesmo ano, entrou em vigor a Resolução nº 307, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, dispondo de ações necessárias para minimizar os impactos ambientais e proporcionar benefícios de ordem econômica, social e ambiental.

Segundo pesquisa da revista *Business Week*, realizada em 2006, constata-se que as próximas gerações aumentarão a demanda por itens ligados a sustentabilidade, sendo que dos entrevistados, 89% afirmaram que escolhem marcas associadas a esse conceito (FEBRABAN, 2010).

Levando-se em consideração que a construção civil tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos em seu processo produtivo, a busca de novas soluções construtivas, o emprego viável de novas ferramentas, a reciclagem de resíduos, o déficit habitacional, o desenvolvimento sustentável e a eliminação do desperdício no canteiro de obra por meio de racionalização de matérias e mão de obra, são desafios a serem encarados por pesquisadores que buscam solucionar os problemas gerados por tais resíduos. Pesquisas estão sendo feitas para o melhor reaproveitamento do mesmo. Um grande benefício de se utilizar o tijolo ecológico, é a vantagem de permitir reutilizar recursos que, até então, seriam considerados como simples entulho, mas que, com a reutilização dos mesmos, se tornam parte importante da composição base do tijolo ecológico (PEDROTTI, 2007).

A aplicação do tijolo ecológico corresponde a uma inovação na área de materiais de construção, sendo estes materiais capazes de provocar uma revolução nas estruturas de alvenaria. Essas peças visam à sustentabilidade e a preocupação com preservação do meio ambiente. Um dos grandes atrativos do tijolo ecológico são os seus baixos índices de poluição, pois não utilizam argila pura, que é extraída do fundo de várias encostas de rios, impactando a vegetação ao seu redor, então uma construtora, uma empresa, uma residência que utiliza esse material, pode-se afirmar que já está caminhando para um futuro promissor e contribuindo ativamente com o meio ambiente (DOS SANTOS, 2009).

Desta forma, a partir das informações contextualizadas, se demonstra e comprova a necessidade da realização das práticas sustentáveis no setor da indústria da construção civil, contribuindo, de forma direta, para o aspecto econômico e sócio ambiental. O trabalho em questão, tem como objetivo principal apresentar critérios e parâmetros que possam auxiliar na utilização do tijolo ecológico que tornem as edificações mais sustentáveis, assim como apresentar exemplificações de materiais e seu uso em casos práticos.

A importância do tema pode ser vista ao se considerar um edifício como um grande conjunto de materiais diferentes, cujos impactos ocorrem em todas as etapas, desde a extração das matérias primas e fabricação dos materiais, às fases subsequentes, de construção, uso e demolição.

Apoiando-se em Souza (2008), o estudo corrobora com a necessidade de preservação ambiental, reconhecendo a tendência de escassez dos recursos naturais e o acúmulo crescente de lixo urbano, uma vez que a construção civil é vista como a maior

geradora de resíduos, apontando a necessidade de novos conceitos e soluções técnicas visando a sustentabilidade das atividades da construção civil. A reciclagem e o aproveitamento de resíduos, buscam agregar valor aos materiais descartados, atribuindo-lhes uma nova condição, ainda que possam existir outras aplicações mais adequadas. Portanto, é importante a existência de uma pesquisa para analisar a realidade da construção de tijolo solo-cimento, verificar suas vantagens e constatar o custo para se construir com esse material talvez o incorporando em construções populares de grande e pequeno porte.

METODOLOGIA

A construção deste trabalho, a princípio, fundamentou-se em uma pesquisa exploratória por meio de bases textuais, artigos científicos e sites, em que fora feita uma análise crítica das referências sobre a viabilidade do uso do bloco solo-cimento na construção civil. Os dados aqui expressos referem-se à importância da sustentabilidade, da reciclagem do resíduo sólido e à extração e preservação de recursos naturais na construção civil. Dotaram-se dos seguintes descritores: sustentabilidade, reciclagem de resíduos sólidos na construção civil, impactos ambientais e a preservação dos recursos naturais, Resolução CONAMA 307/2002, 348/2004, Lei Federal 12.305/2010 e ABNT NBR 10004:2004.

Foi realizada uma vistoria em uma residência no projeto fornecido ao proprietário, na qual será utilizado este processo construtivo, na cidade de Paraíba do Sul (RJ). A vistoria consistiu em observar como será realizada a construção, acompanhando desde a fundação ao acabamento. Observando o detalhamento do material, estado de conservação e segurança. Trata-se de uma inspeção da área onde será instalado o tijolo ecológico, com o intuito de comprovar sua eficácia e se, de fato, ele gera menos resíduos que a alvenaria convencional, se detém uma mão de obra mais fácil e econômica e consegue entregar uma maior facilidade na execução das estruturas e instalações complementares.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

A construção civil se expande exponencialmente, ocasionando uma preocupação em relação ao meio-ambiente. Uma definição pioneira gerada pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988), e que ainda está em uso, considera “desenvolvimento sustentável aquele que satisfaz as necessidades da geração presente, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”.

A construção civil é uma das atividades mais antigas e importantes para o desenvolvimento econômico e social de uma região. Hoje, a sua representatividade na economia pode ser notada pelo dado de cerca de 40% da economia mundial provêm da participação da indústria da construção civil (BELTRAME, 2013). Sendo assim, torna-se um grande desafio para esta indústria realizar suas atividades utilizando uma quantidade inferior de recursos naturais, tendo a necessidade de construir cada vez mais.

Dos impactos das atividades relativas à construção, Beltrame (2013) lista alguns deles, mostrados na figura 01.

Figura 01: Impactos da construção civil.

Alguns impactos da construção civil
A operação dos edifícios consome mais de 40% de toda energia produzida no mundo;
Consome 50% da energia elétrica e 20% do total de energia produzida no Brasil;
A construção civil gera de 35% a 40% de todo resíduo produzido na atividade humana;
Na construção e reforma dos edifícios se produzem anualmente perto de 400 kg de entulho por habitante;
A produção de cimento gera 8% a 9% de todo o CO2 emitido no Brasil, sendo 6% somente na descarbonatação do calcário;
Assim como o cimento, a maioria dos insumos usados pela construção civil é produzida com alto consumo de energia e grande liberação de CO2;
Consumo de 66% de toda a madeira extraída;
34% do consumo mundial de água.

Fonte: Beltrame, 2013.

A construção civil causa impactos ambientais em todas as suas fases, desde a extração de matéria prima, produção de materiais, construção, utilização e demolição (DIAS, 2007). Além desses impactos, há ainda a extração de recursos naturais e consumo de energia, contaminação das águas subterrâneas e lençóis freáticos, a geração de resíduos sólidos, entre outros.

O problema gerado pela quantidade de resíduos sólidos é que muitas vezes são depositados em locais impróprios, causando assim, diversos problemas sociais e ambientais, como enchentes, proliferação de vetores, incômodo à vizinhança pelo fluxo de caminhões, aumento do material particulado em suspensão, acréscimo à quantidade de sólidos presentes na água e degradação do ambiente urbano (DIAS, 2007; ARAUJO e CARDOSO, 2010; NASCIMENTO *et al*, 2015).

Os impactos ecológicos não eram considerados relevantes às sociedades primitivas, pois a produção de resíduos era pequena e a assimilação ambiental era grande. Somente após o desenvolvimento tecnológico da revolução industrial no mundo, é que esta preocupação veio à tona.

A transformação no setor da construção civil exige mudanças em termos de regulamentação, mercado, precificação de produtos e insumos e mensuração de lucros e perdas. Mudanças essas que se tornarão realidade na medida em que passarmos a encarar os desafios da cadeia produtiva da construção, não mais sob uma lógica de custos, mas de oportunidades (SIMÃO, 2014).

Cada projeto deve encontrar soluções economicamente viáveis e levar a sistemas construtivos que sejam integrados ao meio ambiente, que promovam bem-estar e justiça social e sejam culturalmente aceitos. (CBIC, 2008), isto é, que sejam comprometidas com os pilares do desenvolvimento sustentável.

A arquitetura sustentável é uma arquitetura que atende às necessidades de seus habitantes a qualquer momento e em qualquer lugar, sem comprometer o bem-estar

e o desenvolvimento das gerações futuras. Portanto, arquitetura sustentável significa um compromisso honesto com o desenvolvimento humano e a estabilidade social, usando estratégias arquitetônicas para otimizar recursos e materiais. Minimizar o consumo de energia, estimulando o uso de fontes de energia renováveis; minimizar o desperdício e as 20 emissões; minimize a manutenção, funcionalidade e custo dos edifícios; e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes (GARRIDO, 2010, p.38).

O uso efetivo desses métodos requer a participação de todos os atores, incluindo governos, consumidores, investidores e associações, o que facilita a participação do setor da construção. A existência de políticas, planos gerais e políticas trabalhistas que indiquem sustentabilidade, reforçam esse incentivo, tornando essa prática obrigatória. Um estudo publicado pelo Centro de Construção de Tecnologias e Consultoria Criativa em 104 empresas brasileiras representando 41% das fábricas brasileiras, mostrou que 84% delas consideram a sustentabilidade como um ativo estratégico (FEBRABAN, 2010).

CARACTERÍSTICAS POSITIVAS DO TIJOLO SUSTENTÁVEL QUE RESULTAM NUMA EFICIÊNCIA SUSTENTÁVEL MAIOR DO QUE NA ALVENARIA CONVENCIONAL

Buscando uma solução mais sustentável para o setor da construção civil e buscando contribuir para diminuir o descarte de resíduos e comprovar que a necessidade da participação da sociedade, investidores e associações, o estudo da utilização desses resíduos na produção de tijolos ecológicos e na produção de concreto usinado, foi pontuada como uma forma de reduzir os impactos e comprovar que a sustentabilidade é importante e necessária.

A NBR 10834 (ABNT, 1984), caracteriza bloco vazado como um componente para alvenaria, composto por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo e cimento tipo Portland, água e eventualmente aditivos em proporções pré-estabelecidas pela norma.

Por se tratar de um material em abundância, o uso da terra crua (solo) como material para construção, vem sendo uma das maneiras para diminuir o impacto ambiental causado pelo ramo da construção civil. Ao ser misturado com o cimento e água, chega-se na mistura solo-cimento, e quando compactados a uma umidade ótima adquire resistência e durabilidade através da hidratação do cimento com a água.

Comparado à alvenaria convencional, que possui resistência de 20kgf/cm², o tijolo solo-cimento é mais resistente. Já o resultado do ensaio da absorção é de 15,32%, inferior do que a de um tijolo tradicional com 45,38%. Outro ponto importante a ser destacado é que o fator determinante para melhoria da qualidade do solo-cimento depende da umidade de moldagem, do tipo de solo, modelo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Para haver uma maior resistência à compressão, durabilidade e absorção do solo-cimento, é necessário que seja utilizado um percentual maior de cimento na mistura (MOTTA *et al*, 2014).

Figueirola (2004) afirma que a alvenaria de solo-cimento dispensa revestimento (caso opte por blocos aparentes), não se utiliza argamassa de assentamento, devido os blocos são encaixados, além de não necessitar da queima de óleo, madeira ou combustível durante o seu preparo, sendo assim uma atividade que poupa o meio ambiente, não liberando o gás carbônico (CO₂), que é extremamente prejudicial à saúde e ao meio ambiente.

Há algumas vantagens do tijolo ecológico com relação a sua praticidade e tempo de execução. Segundo pesquisas realizadas, o bloco ecológico ocasiona uma diminuição no tempo de execução da obra de 30%, em razão do seu formato que facilita os alinhamentos e encaixes que são essenciais na obra. Ademais, no bloco há furos que tem

como finalidade a passagem de tubulações que, conseqüentemente, evitam futuras rupturas de tijolos para a instalação de redes elétricas, lógicas e hidráulicas (SANTANA, 2013), conforme pode ser demonstrado na figura 02 a seguir.

Figura 02: Infraestrutura elétrica instalada em blocos de solo-cimento



Fonte: Tijolos Ecológicos Trindade (2014).

Em razão do seu formato, o tijolo ecológico promove maior facilidade de acabamento, uma vez que a pintura e o reboco têm a capacidade de serem supridos sem prejudicar a qualidade final das paredes. Tais blocos apresentam um acabamento de qualidade, fazendo-se muito semelhantes aos tijolos aparentes. No caso do responsável pela obra ainda pretender executar um acabamento, o mesmo pode ter uma fina camada de, somente, 3mm (MOTTA, 2014).

A utilização do tijolo ecológico é significativamente vantajosa por possuir um tempo de cura, de aproximadamente sete dias, inferior do que o do tijolo cerâmico, pela não utilização de argamassa em seu processo construtivo e por não necessitar de acabamento, uma vez que para seu assentamento utiliza-se somente uma espécie de cola branca em bisnagas, dessa forma, diminuindo o tempo de execução da obra. Além disso, também pode ser colocado sem reboco, em razão do seu aspecto liso (MOTTA, 2014).

O tijolo ecológico possibilita a geração de menos resíduos no decorrer da obra e na economia de material em função da ausência de madeira para a produção das fôrmas da viga e do pilar, promovendo, assim, um isolamento acústico em razão dos furos em seu interior, redução do acúmulo de umidade, isolamento térmico, facilidade na instalação elétrica e hidráulica, uma vez que ambas podem ser feitas por meio dos furos do próprio tijolo, entre outros benefícios (DOS SANTOS *et al*, 2009).

CUSTO BENEFÍCIO DO EMPREGO DO TIJOLO ECOLÓGICO

No âmbito da construção civil, as tecnologias alternativas são sujeitas a aplicação em programas habitacionais, especialmente nos que são destinados à produção de unidades para a população de baixa renda, que transformam-se em ganhos qualitativos, tanto no que refere-se à habitação, quanto ao espaço urbano, e numa melhor relação custo/benefício, equiparados às técnicas tradicionais (CORDEIRO, 2004).

Segundo a ABCP (1987), o uso do solo-cimento na construção de habitações populares, proporciona uma grande economia com diminuição de custos que tem a capacidade de atingir até 40% do custo absoluto da obra. O baixo custo do solo que, nesse caso, é o material utilizado em quantidade maior, auxilia para esse barateamento. Além disso, contribuem também o fato da minimização dos gastos com energia e das despesas com transportes. Há ainda a possibilidade de aproveitamento de mão-de-obra não qualificada, ocasionando uma maior redução dos custos envolvidos.

ESTUDO DE CASO

Pelos estudos realizados, relacionando à praticidade da colocação dos blocos de solo-cimento na construção civil, notou-se que este bloco de fato possui certas vantagens quando associado aos blocos cerâmicos comuns.

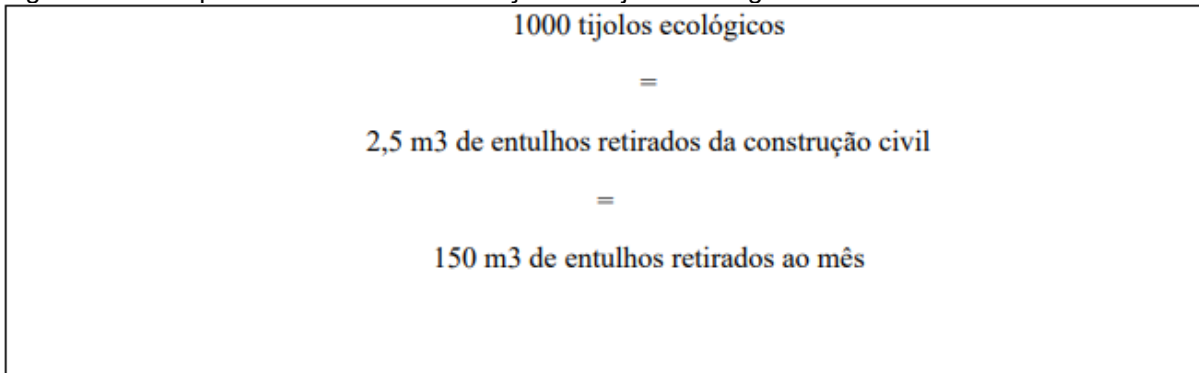
A construção civil é encarregada pela parte da edificação de uma grande diversidade de construções, as mais diferentes possíveis. É uma área que sempre será essencial, embora haja oscilação do mercado. Demanda-se bastante matéria prima e trabalho para a realização das obras. Um item indispensável na construção civil é o tijolo. Sendo o tijolo indispensável na maioria das edificações e ter no seu processo de fabricação tanto danos ao meio-ambiente, é visto com os dados apresentados que novas formas que visariam economia, praticidade e principalmente a sustentabilidade, seriam apresentados com o decorrer dos anos.

O tijolo ecológico promove uma diminuição de, aproximadamente, 30% no tempo de realização da obra, que acontece em razão da forma do tijolo ecológico, que tem furos de dimensões relevantes, facilitando a passagem das tubulações elétricas e hidráulicas sem precisar quebrar o bloco após o seu assentamento.

Outras vantagens estão no fato de não precisar da queima de madeira para a cura do tijolo que, por consequência, reduz o desmatamento de grandes espaços florestais e a poluição do ar, assim, contendo problemas futuros ao meio ambiente, como por exemplo o assoreamento de rios e a erosão do solo, e com o consumo exagerado da água, o que para certos tipos de tijolo ecológico faz-se o uso da água da chuva.

Conforme explica Pisani (2005) o tijolo ecológico de solo-cimento se trata de terra crua e por isso possui matéria prima em grande escala em todo o planeta, além de não precisar ser queimado, o que resulta na economia de energia. Também retrata o conforto térmico e acústico que ele oferece aos ambientes por possuir características isolantes. O tijolo ecológico colabora com o meio ambiente e reduz a emissão de gases do efeito estufa, além de, futuramente, ajudar na economia do país, pois é um produto que visa o reaproveitamento de matérias vegetais descartáveis com baixo custo e ótima aplicação em construções de moradias populares.

Figura 04: Exemplo de economia da utilização dos tijolos ecológicos.



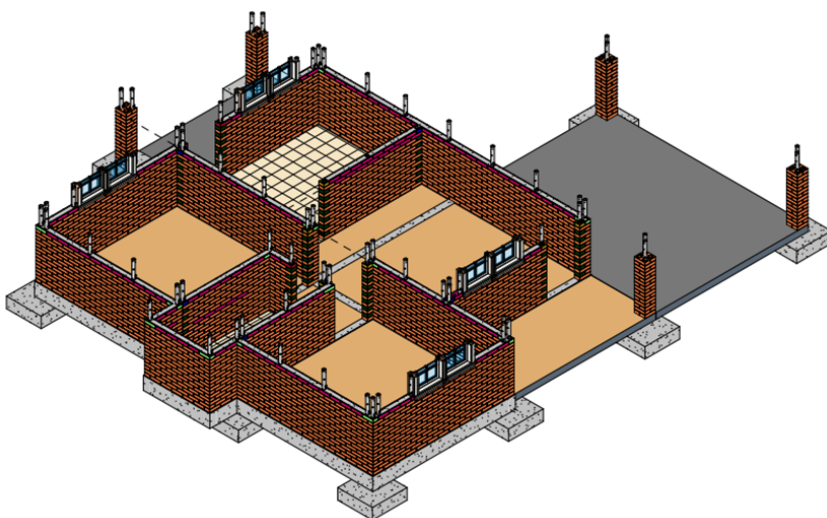
Fonte: Santana *et al* (2013).

O grande ponto positivo é a reutilização de entulhos que muitas vezes seriam descartados em lugares inapropriados. De acordo com Paiva (2011), a reciclagem para a composição do tijolo ecológico gera economia de custos. A redução do preço ocorre quando obtemos um baixo valor de gastos com materiais, eliminando as perdas e reaproveitando matéria-prima (PAIVA, 2011)

O tijolo tem diversas vantagens por possuir uma resistência seis vezes maior do que a de um tijolo tradicional e torna o ambiente mais aconchegante, além de ser feito de solo (terra), é um material que possui isolamento térmico. O bloco solo-cimento necessita do certificado de determinação de resistência e absorção d'água realizados em laboratório. Acerca da sua sustentabilidade, o mercado da construção civil, no Brasil, necessitaria de modificações em razão da ausência de incentivos necessários para que as pessoas substituam o tijolo convencional e, dessa forma, reduzindo os impactos ocasionados por ele.

É importante relacionar facilidade com economia do custo de uma edificação, uma vez que os tijolos ecológicos não possuem uma boa divulgação no momento, eles poderiam substituir o tijolo convencional, dessa forma, possibilitando um custo mais equilibrado e proveitoso na obra, assim, mantêm-se também o equilíbrio ecológico, porém, por não ser um material muito popular entre as pessoas, a busca por esse tijolo é inferior. Sua pouca divulgação não é eficiente para seu avanço, por isso é necessário maior divulgação.

Figura 05: Detalhamento de verga e contraverga da residência em tijolos ecológicos – Projeto Residencial em Paraíba do Sul (RJ).



Fonte: Autores, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora boa parte da indústria da construção civil ainda não utilize a reciclagem de resíduos, há de se pensar não apenas na reciclagem, mas sim na construção como um todo, considerando a relevância de ser sustentável em todas as fases do projeto, ser ambientalmente responsável, economicamente viável e socialmente justo.

Pelos dados apresentados, notou-se que o tijolo ecológico é o mais relevante da pesquisa e apresenta dados comprovados que permitem a sua utilização em larga escala como forma de amenizar os danos ambientais. Sabe-se que a degradação permanente do meio ambiente envolve uma articulação com a produção sobre a educação ambiental, com isso destacamos na presente revisão de materiais sustentáveis utilizados na construção civil, com intuito de reaproveitar os materiais, trazendo o menor custo sem afetar a qualidade na estrutura da obra, proporcionando expectativas às gerações futuras.

A sociedade e a construção civil deveriam ter a visão de que a sustentabilidade irá agregar valor, não só para o empreendimento em si, mas sim para todos que ali residirão, garantindo a qualidade de vida.

Os materiais de construção sustentáveis têm o potencial de substituir grande quantidade de materiais convencionais, promovendo, assim, a redução dos impactos ambientais, favorecendo a economia e a sociedade. Novas pesquisas podem apontar na direção da criação de novos materiais e na melhoria daqueles já existentes ou ainda buscar formas de fomentar um maior uso pela indústria da construção civil. (CORDEIRO, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). EC-4: **Solo cimento na habitação popular**. 2 ed. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.834/1984: Bloco Vazado de Solo-Cimento sem Função Estrutural**. Rio de Janeiro, 1984. 1 p.

BELTRAME, E. de S. **Meio Ambiente na Construção Civil**. 2013. Disponível em: http://www.eduardo.floripa.com.br/download/Artigo_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 18 de maio de 2019.

CMMAD, Comissão Mundial Sobre Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas/FGV. 1988.

CONAMA. Resolução 307, de 05 de julho de 2002. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

CONAMA. Resolução 348, de 16 de agosto de 2004. Alterna a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de junho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de ago. 2004. Seção 1, p.70.

CORDEIRO, M. E. V. M. **O sonho da casa própria na terra prometida: políticas habitacionais em Campos dos Goytacazes (1989-2004)**. Tese de Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, 2004.

DOS SANTOS A. F. R., Baumgart, L. N., Woiciokoski M., Tabarelli Jr. O., Jatzak S., Nicoletti V. **Utilização de resíduos da construção civil em tijolos ecológicos. Trabalho Interdisciplinar, Administração da Produção II**. Associação do Vale do Itajaí Mirim, 2009.

FEBRABAN. **17º Café com Sustentabilidade**. 2010. Disponível em: Acesso em: 21 de outubro de 2020.

FIQUEIROLA, V. Técnica PINNI. **Alvenaria de solo-cimento**, São Paulo, ed. 85, abr. 2004. Disponível em: Acesso em: 22 de outubro de 2020.

GARRIDO, L. **Conceito de Sustentabilidade**. Revista Vitruvius, Valencia, 12 março 2011. Entrevista concedida a Giuliano Augusto Pelaio. Disponível em: Acesso em: 22 de outubro de 2020.

MMA- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Municipal de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politicanacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos>> Acesso em: 21 de outubro de 2020.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. **Tijolo de Solo Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis**. Belo Horizonte: E-xata, 2014. 13-26 p.

PAIVA, A. P.; RIBEIRO, S. M. **A reciclagem na Construção Civil: como economia de custos**. São Paulo: FEA-RP/USP, 2011

PEDROTI, L. G. **Estudo de conformidades em relação à ABNT de blocos cerâmicos prensados e queimados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2007, 106 p.

PISANI, M. A. J. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento**. In: SINERGIA. v.6. n.1. 2005. São Paulo, 2005. 53- 59p.

SANTANA, S. J.; CARVALHO, X. A.; FARIA, A. R. **Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima**. Mato Grosso: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2013.

SCHNEIDER, D. M. PHILIPPI Jr, A. **Ambiente Construído. Cestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo**. Porto Alegre, v.4, n.4, p. 21-32, out./dez. 2004.

SIMÃO, P. S. **Desenvolvimento com Sustentabilidade. Câmara Brasileira da Indústria da Construção** – CBIC, Construção Sustentável, São Paulo, 2014.

SOUZA, M. I. B. et al. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, Vol. 12 – nº 2, 2008, 205-212 p.

TRINDADE, T.E, **Construção com Tijolos Ecológicos**. Disponível em: <http://www.tijolosecologicostrindade.com.br/construcao-com-tijolos-ecologicos/>. Acesso em: 21 de outubro de 2020.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p39>

Anaclara Molina de Sá

Acadêmica do 8º Período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense –
UNIVÉRTIX – Três Rios

Gustavo Aguiar da Costa

Acadêmico do 8º Período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense –
UNIVÉRTIX – Três Rios

Rita de Cássia Teixeira Assis

Graduada em Engenharia Civil, Especialista em Docência do Ensino Superior e Estruturas
de Concreto Armado. Mestranda em Ambiente Construído. Professora da Faculdade
Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios.

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Graduado em Análise de Sistemas, Especialista em Psicopedagogia e Tecnologias da
Informação Aplicadas à Educação. Mestre em Informática. Professor da Faculdade Vértix
Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios.

Paulo Roberto do Amor Divino Júnior

Graduado em Engenharia Ambiental. Professor da Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios.

João Paulo Silva de Souza

Graduado em Física. Pós-graduado em Docência e Gestão de Ensino Superior. Professor
da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios.

RESUMO

A prática do descarte adequado ou da reutilização de resíduos sólidos da construção civil vem se tornando cada vez mais comuns nos últimos anos, além de ser economicamente viável para o mercado da construção civil, também vem se tornando uma prática obrigatória, pois o descarte inadequado é considerado crime ambiental; a proposta e o objetivo desse artigo é identificar na cidade de Três Rios (RJ), como o resíduo sólido de construção civil é descartado na cidade, se existem empresas responsáveis pela coleta e pela destinação e se o mesmo é descartado de forma adequada ou inadequada. A má gestão dos resíduos sólidos pode causar sérios impactos ambientais e na saúde (Fauna e flora). A poluição dos centros urbanos vem crescendo rapidamente devido a mudanças no dia a dia da população e é um problema visível, porém ignorado pela a maioria. Por isso este artigo teve por objetivo apresentar expor a má gestão dos resíduos sólidos da cidade de Três Rios (RJ); Usando como metodologia o procedimento de revisão bibliográfica juntamente da pesquisa qualitativa, descritiva e aplicada, onde os resultados foram analisados e apresentados no trabalho em geral. Os resultados apontaram que não houveram mudanças na gestão da reciclagem dos resíduos. Conclui-se por tanto que esse estudo é de grande importância pois pode contribuir para melhorias no setor da construção civil e no dia a dia da população.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, construção civil, reciclagem, gestão ambiental, desperdício.

INTRODUÇÃO

“A construção civil é uma área de grande importância na indústria brasileira, com um forte indicativo de crescimento econômico” (IPEA, 2012). Porém, é um setor que gera muitos impactos ambientais, dentre eles, uma grande quantidade de resíduos sólidos. Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006, p. 65), afirmam que todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduos, comumente chamado entulho ou resíduo de construção e demolição (RCD), ou, ainda, como atualmente tem sido denominado, resíduo da construção civil (RCC).

No Brasil cerca de 42% dos resíduos sólidos tem destinação final inadequada, evidenciando assim que o país ainda tem muito que caminhar para a melhoria da questão dos resíduos. (VGRESÍDUOS, 2017)

A adoção de sistemas de reciclagem de resíduo de construção e demolição é um dos principais propósitos da Gestão Ambiental. Porém, na cidade de Três Rios (RJ), que se encontra em grande expansão imobiliária, a reciclagem desses resíduos, não vem acompanhando o desenvolvimento da cidade.

De acordo com Fonseca (2015, p.01):

A Gestão Ambiental é uma área de conhecimento e trabalho que visa planejar e aplicar ações ambientalmente corretas em conjunto com as pessoas e empresas. Seu principal objetivo é pesquisar, pensar, idealizar e colocar em prática atividades humanas e empresariais que utilizem de maneira racional os recursos naturais do nosso planeta.

Para Carvalho Júnior (2013, p.01), “a geração dos resíduos está atrelada a diversos fatores, como: legislação, Produto Interno Bruto (PIB), renda, nível e hábito de consumo, aspectos socioculturais e populacionais, entre outras”. “Há uma forte relação entre a geração de resíduos sólidos e a saúde, seja de forma direta ou indireta, além das agressões ambientais” (SANTOS, SILVA, 2009). Esses resíduos comprometem o paisagismo da cidade de Três Rios/RJ, além de trazer riscos à saúde da população trirriense.

A gestão inadequada dos resíduos de uma empresa pode contaminar o meio ambiente, trazendo impactos para um grande grupo de pessoas. Na verdade, a má gestão dos resíduos pode agir negativamente na saúde de todos, mesmo que seja no bairro, na rua ou na empresa. É importante saber que os resíduos estando bem alocados e geridos, contribuirá para a preservação do meio ambiente, evitando assim os impactos socioambientais e à saúde pública.

Os resíduos sólidos sendo mal geridos, causam poluição visual, poluição do solo, do ar e do lençol freático. (VGRESÍDUOS, 2017).

Os impactos da má gestão dos resíduos sólidos causam poluição atmosférica, poluição hídrica, poluição do solo e poluição visual, e, além disso, dependendo do tipo de resíduos, podem causar doenças para população, ocasionando o dano a saúde das pessoas. Outro impacto significativo é o risco de sofrer penalidades pela gestão inadequada (VGRESÍDUOS, 2020).

A maioria dos mais de 5.500 municípios do Brasil ainda não dispõe de recursos técnicos e financeiros para solucionar as questões relativas ao mau gerenciamento de resíduos sólidos.

Segundo BRASIL (2010, P.01):

A Lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de resíduos sólidos cujo objetivo é a prevenção e redução de geração de resíduos sólidos, visando ao consumo sustentável, aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos gerados em sua correta destinação.

É muito comum, encontrar em Três Rios, depósitos de resíduo da construção civil, em calçadas, terrenos baldios, caçambas, linhas férreas, margens do rio Paraíba do Sul, abandonados, mesmo possuindo pequenas empresas de recolhimento desse tipo de material, como: Papa Entulho e Disk Entulho. Além disso, na cidade, existem empresas pequenas de reciclagem de outros tipos de materiais, como, Lemnos Alumínio, que recicla objetos de alumínio. Porém, o município não possui, ainda, empresas que recolhem, reaproveitam e reciclam os resíduos sólidos da construção civil. (SÁ et al., 2018)

Uma empresa que apresenta uma boa gestão ambiental tem maior potencial competitivo, além de alinhar a lucratividade e a proteção ambiental no mesmo sentido. (VGRESÍDUOS, 2017)

Com base nessa perspectiva surge o objeto de estudo: a reciclagem (de resíduos sólidos da construção civil na cidade de Três Rios/RJ). Mediante ao problema apresentado, a pesquisa, tem como objetivo geral, expor a má gestão dos resíduos sólidos, ou seja, a destinação; o descarte; o armazenamento e o transporte do mesmo, sendo necessário uma melhor gestão da reciclagem.

Este estudo pode contribuir para melhorias, no setor da construção civil e no dia a dia da população, como: a redução dos resíduos sólidos espalhados pela cidade; a reciclagem e reutilização dos mesmos, diminuindo o desperdício de material que ocorre nas construções e o custo da obra.

Como é afirmado por Luiza Cardoso (2017, p.01), “a primeira lei a se destacar é a Lei 6.938/81 que instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA como um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. O CONAMA é presidido pelo Ministro do Meio Ambiente e conta com colegiado dos setores federais, estaduais e municipais, além do setor empresarial e sociedade civil. Os resíduos sólidos da construção civil são regulamentados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Resolução CONAMA 307/2002”.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem sua participação através da NBR 15112, NBR 15113 e NBR 15114 relacionadas a assuntos de diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de manejo. E nas NBR 15115 e 15116 sobre o uso de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil (Luiza Cardoso, 2017).

RESULTADOS

Dois anos após a realização do resumo, onde mostram locais onde resíduos sólidos são descartados de forma irregular em alguns locais do município, os acadêmicos voltaram a analisar locais da cidade em busca de resíduos sólidos descartados de forma irregular, inclusive nos locais onde foram realizadas as fotografias utilizadas no banner de 2018, FIGURA 1 e FIGURA 2, onde mostravam resíduos sólidos de construção civil descartados de forma irregular; Nesses locais os resíduos foram removidos; já a FIGURA 3 e FIGURA 4 foram tiradas em 2020, demonstrando que o descarte desses resíduos continua sendo em locais inadequados, já a FIGURA 5 se refere aos tipos de resíduos da construção civil.

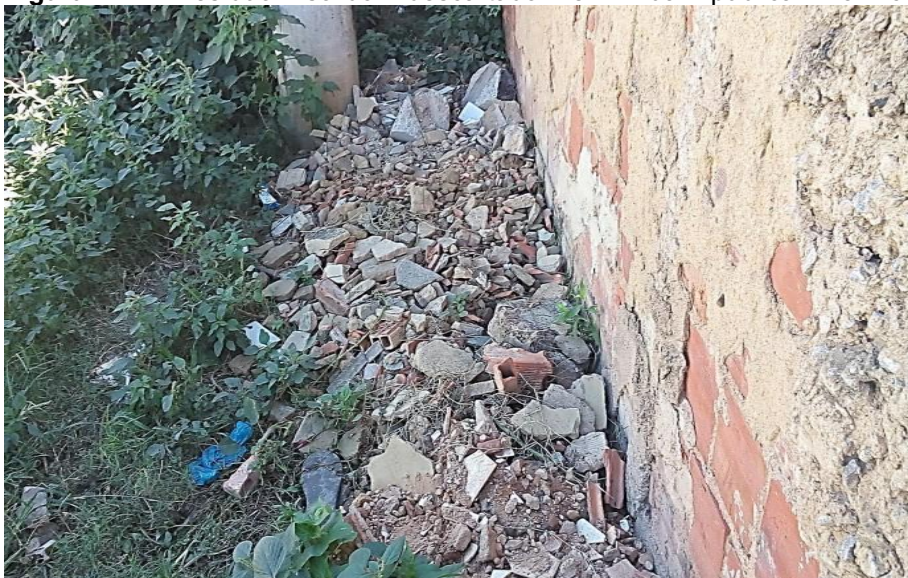
Figura 1: Resíduo sólido de construção civil descartado em linha férrea na cidade de três Rios (RJ).



Fonte: SÁ et al., (2018).

A figura 1 foi tirada no ano de 2018, como um exemplo de descarte irregular de resíduos sólidos, onde os acadêmicos realizaram um estudo em campo sobre resíduos de construção civil para um resumo que foi apresentada em banner, no mesmo ano, no fórum acadêmico da faculdade Vértix – Trirriense (FAVE).

Figura 2: Resíduo sólido descartado em rua pública na cidade de Três Rios (RJ).



Fonte: SÁ et al., (2018).

Figura 3: Resíduos sólidos descartados em terreno baldio na cidade de Três Rios (RJ).



Fonte: Autoria própria.

Assim como a imagem anterior, a figura 2 foi tirada no ano de 2018, como outro exemplo de descarte irregular de resíduos sólidos, onde os acadêmicos realizaram um estudo em campo sobre resíduos de construção civil para um resumo que foi apresentada em banner, no mesmo ano, no FAVE.

Como é demonstrado na figura 3, em 2020 foram identificados Resíduos descartados de forma inadequada pelo município, dois anos após a primeira pesquisa foi constatado que a cidade de Três Rios (RJ) ainda não possui um local adequado para o descarte de resíduos de construção civil, assim, ainda ocorrendo o descarte desses resíduos de formas inadequadas pela cidade.

Figura 4: Resíduos sólidos descartados em espaço público na cidade de Três Rios (RJ).



Fonte: Autoria própria.

A figura 4 demonstra que além de ser constatado que o município não possui local certo para a destinação desse tipo de resíduo, também foi averiguado que a secretaria municipal de meio ambiente dispõe de multas para quem for pego praticando o ato do

descarte inadequado de resíduos sólidos, podendo o infrator cumprir pena de prisão ou até mesmo processos judiciais mediante não somente a secretaria municipal do meio ambiente, mas também mediante ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Figura 5: Classificação dos resíduos sólidos da construção civil.



Fonte: PEREIRA (2020).

Conforme mostra a figura 5, Resíduos da construção civil são quaisquer materiais utilizados em uma obra e considerados lixos por não terem mais utilização na aplicação a qual foi designada. Esses resíduos precisam ser tratados de maneira adequada para que possam ser reciclados e reutilizados ou descartados.

Os resíduos em uma construção podem ser gerados pelos próprios métodos de execução de um serviço ou por algum tipo de demolição (CAIO PAREIRA, 2017).

A classificação do lixo da construção civil é dividida pelos tipos de materiais utilizados na execução dos serviços de uma obra. Os tipos de resíduos são classificados de acordo com a resolução no 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002).

Podem ser de classe A, classe B, classe C ou classe D. Sendo que, na cidade de Três Rios os resíduos sólidos, que foram encontrados em quantia maior, eram da classe A e classe B.

CONCLUSÃO

Percebe-se que a cidade de Três Rios (RJ) ainda não possui uma empresa de descarte e reciclagem de resíduos sólidos de construção civil e nem um local adequado para o descarte do mesmo, embora, como dito antes, exista na cidade o Aterro Sanitário União Norte Fluminense (CTDRS-TR). Mas, como mencionado anteriormente, possui empresas de recolhimento desses tipos de resíduos sólidos, não se sabe sua real destinação.

Segundo Porto e Silva (2008), “a construção civil é um dos setores de produção que mais desperdiça na utilização dos recursos naturais”.

Na construção civil, os resíduos sólidos, comumente chamados de entulhos, constantemente, são gerados por carência no processo da obra, como: erros, falhas e omissões na produção dos projetos e no seu andamento; má qualidade dos materiais

utilizados; descaso por parte da mão de obra; mau armazenamento e erros no transporte; substituição de objetos na reforma ou reconstrução.

A busca por soluções na área de resíduos reflete a demanda da sociedade que pressiona por mudanças motivadas pelos elevados custos socioeconômicos e ambientais. Se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos. A implantação de um Plano de Gestão trará reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, pois não só tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, como proporciona a abertura de novos mercados, gera trabalho, emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos. (MMA, 2020)

A Central de Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos de Três Rios (CTDRS-TR) constitui-se num empreendimento cujo partido contempla a implantação de um moderno complexo de tratamento de resíduos, composto por um Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos e por uma Unidade de Tratamento Térmico de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), tendo como objetivo comportar as demandas e carências existentes e as potencialidades proeminentes na região de inserção do empreendimento. (UNIÃO NORTE ENGENHARIA, 2015)

A área em que se pretende implantar a CTDRS-TR está inserida em uma região estratégica economicamente para o Estado do Rio de Janeiro, encontrando-se à margem da Rodovia BR-040, importante eixo viário desta unidade federal, permitindo fácil acesso para captação de clientes/geradores de resíduos de outros municípios do entorno, uma vez que inexiste nas proximidades qualquer infraestrutura adequadamente instalada e licenciada para o correto tratamento e destino final de resíduos sólidos urbanos. (UNIÃO NORTE ENGENHARIA, 2015)

A população e a economia passam por consequências ambientais por causa da negligência do descarte incorreto dos resíduos sólidos, o que pode ocasionar efeitos colaterais negativos. Por isso todo resíduo sólido possui um valor importante tanto na reciclagem quanto no local correto de sua destinação.

Administra-los do melhor modo possível é responsabilidade de todos os setores e empresas, independentemente se faz parte da construção civil ou não; e também dos cidadãos, das autoridades e instituições do poder público.

Em função disso o gerenciamento de resíduos sólidos é relevante uma vez que é formado por diversas ações que buscam diminuir os impactos ambientais da geração de resíduos, garantindo uma boa coleta, descarte e tratamento adequando a todos eles, não somente na cidade de Três Rios, mas em todos os municípios que possuam o mesmo problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Gardênia Oliveira David de; KIPERSTOK, Asher; MORAES, Luiz Roberto Santos. **Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável**. [2006]. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n1/29139.pdf>>. Acesso em: 19.mai.2018.

BRASIL. **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. [2010]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 19.mai.2018.

CARVALHO JÚNIOR, Francisco Humberto de. **Estudos de indicadores de sustentabilidade e sua correlação com a geração de resíduos sólidos urbanos na**

cidade de Fortaleza-CE. [2013]. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7981/1/2013_tese_fhcarvalhojunior.pdf>. Acesso em: 19.mai.2018.

CARDOSO, Luiza Moura. **Lei e NBR sobre resíduos sólidos da construção civil.** Set. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 07.jul.2020.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. Acesso em: 19.mai.2018.

FONSECA, Ana Flávia da. **O Que é Gestão Ambiental e o que ela tem a ver com você?** [2015]. Disponível em: <<http://blog.unipe.br/graduacao/o-que-e-gestao-ambiental-e-o-que-ela-tem-a-ver-com-voce>>. Acesso em: 19.mai.2018.

FREITAS, Bruno Gonçalves de; DINIZ, Mariana de Faria Gardingo; AMORIM, Tiago Dias. **Gestão dos resíduos da construção civil da cidade de Matipó/MG.** ANAIS-V-FAVE-VOL-1. p. 74-83. [2012]. Disponível em: <<http://univertix.net/wp-content/uploads/2016/05/ANAIS-V-FAVE-VOL-1.pdf>>. Acesso em: 19.mai.2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil.** [2012]. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 19.mai.2018.

MMA. **Resíduos Sólidos.** [2020]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 07.jul.2020.

PORTO, M. E. H. C. S. & VASCONCELOS, S. **Reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de casas populares.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008. Acesso em: 19.mai.2018.

PEREIRA, Caio. **Tipos de Resíduos da Construção Civil.** Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-residuos/>. Acesso em: 23.out.2020.

SÁ, A. M.; COSTA, G. A. **Gestão Ambiental: Proposta para Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil na Cidade de Três Rios/RJ.** Anais I FAVE Vértix Trirriense – Univértix p.133-136, 2018.

SANTOS, V. D.; CANDELORO, R. J. **Trabalhos Acadêmicos: Uma orientação para a pesquisa e normas técnicas.** Porto Alegre/RS: AGE Ltda, 2006. 149 p. Acesso em: 19.mai.2018.

SANTOS G. O., SILVA L. F. F. **Estreitando-nos entre o lixo e a saúde – estudo de caso de garis catadores da cidade de Fortaleza, Ceará.** Revista Eletrônica do Problema, Fortaleza, vol. 3, n.1, p. 83-102, jun. 2009. Acesso em: 19.mai.2018.

SOUZA, Fabiana Frigo; JÚNIOR, Paulo Roberto Batista; FERREIRA, Denize Demarche Minatti; FERREIRA, Luiz Felipe. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil: uma análise do relatório GRI de empresas listadas na BM&FBOVESPA.** Capes/Navus,

Florianópolis, n.4, p. 78-95, out./dez. 2015. Disponível em: <<http://navus.sc.senac.br/index.php/navus/article/view/251/265>>. Acesso em: 19.mai.2018.

UNIÃO NORTE ENGENHARIA. **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA**. Central de Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos de Três Rios - CTDRS-TR. [2015]. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dilam/documents/document/zwew/mtx/~edisp/inea0111742.pdf>. Acesso em: 07.jul.2020.

VGRESÍDUOS. **Impactos da má gestão dos resíduos sólidos**. [2017]. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/impactos-da-ma-gestao-dos-residuos-solidos/>>. Acesso em: 07.jul.2020.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p48>

Julie Catherine Siqueira Santana

Graduanda do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Silane Mattos Peres

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF.
Professora da Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Graduado em Análise de Sistemas. Especialista em Psicopedagogia e Tecnologias da
Informação aplicadas à Educação e Mestre em Informática pela UFRJ. Professor da
FAETEC e Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios.

João Paulo Silva de Souza

Graduado em Física. Especialista em Engenharia Elétrica. Especialista em Docência e
Gestão do Ensino Superior. Professor da Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

No presente artigo procurou-se identificar e analisar através de dados disponíveis na literatura e veículos oficiais, o impacto gerado no meio ambiente pela falta de tratamento do esgotamento sanitário no país e as soluções cabíveis a serem tomadas para amenizar este fato. A preocupação com o esgotamento sanitário, ao longo dos anos, esteve quase sempre relacionada a transmissão de doenças. O crescimento das cidades, o aumento populacional, o crescimento de parques industriais, consumo excessivo de matéria-prima e a constante geração de resíduos e principalmente o seu descarte irresponsável, têm levado a população e aos pesquisadores uma preocupação abrangente: a escassez dos recursos naturais. Diante das atuais condições do saneamento básico no país e dos princípios fundamentais propostos pela lei nacional de saneamento básico (Lei nº 11.445/2007), foi utilizado o método de revisão sistemática da literatura, estudo de caso da região por meio de uma pesquisa exploratória, estudando o esgotamento sanitário de diversas cidades, a disposição e captação de resíduos. Em seguida, apurou-se a importância do saneamento para saúde humana e os impactos ambientais gerados pela disposição inadequada de dejetos, e principalmente a necessidade de medidas de intervenção, em domínio público e doméstico.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento. Saúde Pública. Taxas. Recursos Naturais.

INTRODUÇÃO

Segundo o recente Diagnóstico Nacional dos Serviços de Água e Esgoto (BRASIL, 2016), apenas 40,8% da vazão de esgoto gerada no país é tratada. O esgoto doméstico ou efluente sanitário contém cerca de 99,9% de água e 0,1% de sólidos

orgânicos e inorgânicos (MENDONÇA, 1990). Assim, é comum a presença de microrganismos patogênicos, responsáveis por algumas doenças de veiculação hídrica. Os efluentes industriais além da matéria orgânica, podem carrear substâncias químicas nocivas ao homem e ao meio ambiente.

Os acidentes ambientais ocorridos, tem imposto às organizações a necessidade de se atualizarem e assumirem uma postura comprometida com a responsabilidade socioambiental. Frente a este contexto, o papel das empresas tem grande importância para a construção e a preservação do meio ambiente.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), mais de 100 milhões de brasileiros não possuem acesso à rede coletora de esgoto. Quanto maior a população do município, maiores são a disponibilidade de investimentos e a proporção de domicílios com serviço de esgoto. Nos municípios com população maior a 1 milhão de habitantes, a relação entre o volume de esgoto tratado e o esgoto coletado é superior a 90%. Destaca-se, principalmente, a falta de investimento no país, em especial nos municípios de médio e pequeno porte (BRASIL, 2017).

O crescimento acelerado da população mundial, juntamente com o crescente volume de esgotos sanitários produzidos, e ao mesmo tempo sendo despejados nos recursos hídricos e no solo, com pouco ou nenhum tipo de tratamento. Nesse sentido a busca crescente por soluções de saneamento ambiental e tecnologias de tratamento de esgotos é parte fundamental do processo de recuperação e manutenção da qualidade de vida da população e do meio ambiente (SCOTTÁ, 2015).

A coleta de esgoto é um serviço pouco praticado na maior parte do território brasileiro. O número de cidades que realizam o tratamento ainda consegue ser menor do que comparado ao número dos que realizam a coleta, originando graves consequências ao meio ambiente e à saúde pública. No Centro-Oeste do país, a segunda com menor percentual de municípios com coleta de esgoto as situações mais críticas estão nos estados de Mato Grosso e Goiás. Em Mato Grosso, 81% dos municípios não têm rede de coleta de esgoto e em Goiás essa taxa é de 72%. Em Mato Grosso do Sul 44% dos municípios faz tratamento, já no Distrito Federal apresenta-se situação acima da média nacional (RODRIGUES, 2011).

Em números mais expressivos, é dito que: A problemática do saneamento básico no Brasil pode ser medida pelo número de municípios existentes no país sem qualquer tipo de serviço de esgotamento sanitário. Segundo o IBGE (2008), 52,2% das 5.507 cidades brasileiras estavam nesta situação calamitosa. A imensa maioria dos municípios que se encontram em tal conjuntura possui população inferior a 10.000 habitantes e corresponde a 48,4% de todas as cidades brasileiras, nos quais 47,1% dos cidadãos vivem na zona rural. Em todo o Brasil, 18,8% dos habitantes vivem na área rural, tal valor em termos absolutos equivale a mais de 31 milhões de pessoas, número superior a toda a população da região Sul (IBGE, 2008).

A criação da Lei 11.445 de 2007 previa a melhoria do serviço de saneamento básico, e o acesso a todos os cidadãos dos municípios brasileiros, ao saneamento básico, que compreende quatro setores: a distribuição de água potável, drenagem adequada de águas pluviais, o manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos e a coleta e tratamento do esgoto sanitário. Entretanto são poucos os municípios que conseguem oferecer a todos os seus cidadãos estes quatro serviços.

O CONCEITO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO:

Os esgotos sanitários são constituídos essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais e, eventualmente, uma parcela não significativa de despejos industriais. Sua composição é, normalmente, de 99% de

água e apenas 1% de material sólido. Podem conter concentrações elevadas dos mais variados organismos patogênicos, acarretando um risco de transmissão quando em contato grupos populacionais (BASTOS; BEVILACQUA, 2006).

Segundo Zacarias (2000), a sociedade contemporânea é uma sociedade de massas onde reinam a produção em série e a distribuição massiva de produtos e serviços. O consumo desnecessário, a produção crescente e o lixo contribuem para um dos mais graves problemas ambientais no mundo atual: o esgotamento. A figura 1 apresenta as características encontradas nos esgotos brutos domésticos.

Figura 1- Características dos esgotos domésticos brutos.

Parâmetro	Concentração (mg.L ⁻¹)	
	Faixa	Típico
Sólidos Totais	700 – 1350	1000
DBO ₅	200 – 500	350
DQO	400 – 800	700
Nitrogênio Total	35 – 70	50
Fósforo	5 – 25	14
pH	6,7 – 7,5	7
Alcalinidade	20 – 50	35
Cloreto	20 – 50	35
Óleos e graxas	55 – 170	110

Fonte: Von Sperling (2005).

O propósito de um Sistema de Tratamento de Esgoto é retirar a maior parte do material sólido da água, e devolvê-la de forma mais limpa à natureza, de modo, a atender aos padrões de qualidade de lançamento de efluentes, conforme legislação vigente. A escolha do sistema de tratamento de esgoto deve levar em consideração a situação do corpo receptor e sua capacidade de autodepuração (BRASIL, 2009).

Segundo a constituição brasileira, o esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte e tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (BRASIL, 2007).

A RELAÇÃO DA SAÚDE PÚBLICA COM O ESGOTAMENTO SANITÁRIO:

Com o crescimento populacional acelerado, onde não existe tratamento de esgoto ou disposição de resíduos sólidos, há um quadro caótico do ponto de vista sanitário e ambiental, o que acarreta em um meio propício para a propagação de doenças de veiculação hídrica e outras correlacionadas ao crescimento sem infraestrutura, tornando-se um problema de saúde pública.

Segundo Heller (1998), a ausência de estruturas sanitária adequadas tem um efeito dominó, prejudicando a busca e desfrute de outros direitos humanos, como o

direito à saúde, à vida e à educação. Heller (1998) ainda complementa que, a falta de saneamento favorece a transmissão de doenças infecciosas, aumentando a mortalidade infantil e diminuindo expectativa de vida da população.

A instalação de um sistema de coleta e tratamento de esgotos de confiança promove a melhoria da saúde global e do saneamento, e por consequência, a redução da propagação de doenças de veiculação hídrica, o que ajuda aliviar o sistema de saúde (MUGA et al., 2009). Grande parte das doenças que se alastram nos países em desenvolvimento é proveniente da água de má qualidade (BRASIL, 2006). Muitas dessas doenças que surgem do contato com as águas residuais são causadas por agentes patogênicos e os mais comuns nos esgotos são as bactérias, parasitas e vírus.

Dessa forma, observa-se que a deficiência de saneamento básico está entre os maiores problemas de poluição, concentradas principalmente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste e causa anualmente milhares casos de mortalidade infantil (BANCO MUNDIAL, 1998). Segundos os dados elaborados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, para período de 1985 a 1990, a taxa de mortalidade infantil nos domicílios com condições adequadas de saneamento foi de 21,9%, enquanto nos locais onde as condições de saneamento eram inadequadas, foi de 59,1% (MIGUEL et. al., 2004).

Atualmente, a cada 14 segundos morre uma criança vítima de doença hídrica (MORAES; JORDÃO.2002). Esses fatos, em sua maioria, são atribuídos, principalmente, à falta de prioridade nos investimentos em saneamento básico, em especial à coleta e ao tratamento de esgoto (OGERA, PHILIPPI JR, 2004).

A proliferação sem justificativa de doenças infecciosas e parasitárias que relacionam à poluição hídrica e levam a perda de vidas humanas em razão das doenças de tratamento com procedimentos simples, é um estado de preocupação nacional. Recomenda-se que as políticas da área sejam implementadas em todas as esferas do estado, dando prioridade ao saneamento.

Segundo Moreira (2002) “a responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico sempre se situou na esfera municipal- mesmo antes da Constituição Federal de 1998, que reafirmou tal competência”. Isso, deixa explícito que os gestores não poderão ocultar ou transferir a sua responsabilidade para terceiros, mas sim devem programar a sua ação de governabilidade, medidas que atinjam um patamar público.

Diz a Carta Magna em relação ao Meio ambiente no capítulo do art. 225:

Art.225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial á sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988)

Moraes (1998) considera que as ações governamentais estão refletidas em decretos, normas, leis, regulamentos vigentes. É necessário seguir as regras estabelecidas na lei e assim passar a concretizar de forma plena, usando todos os mecanismos possíveis a implantação de um saneamento básico em esgotamento sanitário em todos os municípios, independente do porte.

A situação do setor de saneamento, no Brasil, tem consequência graves para a qualidade de vida e desenvolvimento da população, principalmente para as rendas baixas, residentes de periferias por exemplo.

Por esses e outros motivos, questões de saneamento e tratamento de esgoto foram introduzidas nas empresas. Programas preventivos e de reciclagem de resíduos, medidas para reduzir o consumo energia e de água no processo de construção e manutenção dos empreendimentos e, para apoiar a implementação destas práticas, a cada dia inovações tecnológicas estão sendo criadas. Segundo o SEBRAE (2007), a gestão ambiental é uma

questão de sobrevivência, tendo em vista que o meio ambiente é hoje parte do processo produtivo e não mais uma externalidade.

TARIFA DE ESGOTO AINDA QUE NÃO HAJA TRATAMENTO:

Com tudo isso, dentre as atividades desempenhadas pelas concessionárias responsáveis de cada região, está o fornecimento de água e a coleta de esgoto das unidades residenciais, comerciais e fabris, assim como a medição do volume utilizado e a cobrança pela prestação de tais serviços.

O serviço de esgoto sanitário é formado por um complexo de atividades, e qualquer uma delas é suficiente para permitir a cobrança de tarifa. Mesmo que não haja tratamento sanitário do esgoto antes de seu despejo, é legal a cobrança da tarifa de esgoto. A decisão é da Primeira Seção do Superior Tribunal de Justiça (STJ).

Com base no artigo 3º da Lei 11.445/07 e no artigo 9º do decreto regulamentador (Decreto 7.217/10), ficou submetido que a tarifa de esgoto pode ser cobrada quando a concessionária realiza coleta, transporte e escoamento dos dejetos, ainda que não promova o respectivo tratamento sanitário antes do deságue. Para eles, essa é uma etapa posterior e complementar, travada entre a concessionária e o poder público.

A legislação dá suporte à cobrança, principalmente porque não estabelece que o serviço público de esgotamento sanitário somente existirá quando todas as etapas forem efetivadas. Além disso, não proíbe a cobrança da tarifa pela prestação de apenas uma ou algumas dessas atividades. Essa é a jurisprudência do STJ.

O objetivo do estudo é mostrar com dados reais e revisão bibliográfica os impactos causados pelo descarte irresponsáveis de material oriundo do esgotamento sanitário. Tem por objetivo estudar a relação dos serviços de saneamento com o meio ambiente e com a saúde pública, constituindo-se em ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre o tema.

Além disso, constituir base para educação ambiental e reduzir os impactos dos serviços feitos de forma desorganizada, causando danos à saúde pública. Possibilitar a identificação de problemas oriundos da falta de saneamento básico dentro de uma região e suas possíveis soluções.

Com base nessa necessidade de estudo relacionada ao assunto abordado, surge a ideia de incentivar os setores da indústria, da construção civil, entre outros, apresentar um quadro quanto a responsabilidade socioambiental, investimentos expressivos na destinação adequadas dos seus resíduos sólidos.

METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo aplicando o procedimento de revisão bibliográfica, onde foram utilizados artigos pesquisados nas plataformas: Periódicos Capes, Scielo, Anais do Fórum Acadêmico da Faculdade Vértice e outras bases referenciadas neste estudo. “A Revisão Bibliográfica é parte de um projeto de pesquisa, que revela explicitamente o universo de contribuições científicas de autores sobre um tema específico.” (SANTOS e CANDELORO, 2006, p. 43).

No que diz respeito à abordagem do problema, refere-se a uma pesquisa exploratória. Creswell (2007, p. 35) explica que, “o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas [...] ou em perspectivas reivindicatórias / participatórias [...] ou em ambas”.

Em relação ao sistema escolhido e abordado em questão, foi baseado em assuntos pertinentes na sociedade no ano vigente, uma vez que os danos do mau descarte dos resíduos de esgoto ainda estão sendo comentados com frequência. Entretanto, no mesmo

viés, e a legislação em vigor no país, busca diminuir as situações existentes, já que hoje assuntos relacionados à preservação do meio ambiente estão cada vez mais ganhando destaque na área científica.

Estudos analisados durante a pesquisa bibliográfica contribuiu também, além da fundamentação teórica, para selecionar quais eram os principais problemas enfrentados, quais eram os principais questionamento da sociedade sobre o caso em tela e os procedimentos que deviam ser realizados mediante tal situação.

Foram realizados, grupos de discussão, onde objetivo era obter informações por meio de entrevistas direcionadas a grupos selecionados a partir de determinadas características identitárias. Trata-se de uma “conversa com finalidade”, ou seja, possui um foco de interesse sobre o qual se desenrolará a conversa, tendo o apoio de um roteiro temático estruturado. Esta técnica explora as representações conscientes permitindo ir além das respostas estereotipadas, pois pressupõe um envolvimento prolongado dos participantes na discussão estruturada, criando condições para uma reflexão coletiva que transcende a soma das opiniões individuais. Será potencialmente utilizada para investigação junto a moradores das áreas objeto de intervenções, lideranças comunitárias, profissionais e técnicos dos serviços de saneamento, saúde e educação.

Ao propor o diálogo entre as diferentes linhas de pesquisa acima mencionadas, o projeto tem a ambição de contribuir para o aprimoramento dos instrumentos de planejamento e avaliação de políticas públicas e, simultaneamente, incrementar e adensar o debate acadêmico.

Quanto aos objetivos e a natureza de estudo, a pesquisa é caracterizada como descritiva e exploratória, sendo que a área de referência escolhida para o presente estudo foi por regiões brasileiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mostram ainda que em relação a coletas e tratamentos de esgoto os números diminuem com relação a população atendida por esse serviço básico e aumentam quanto a população que não tem acesso nenhum. Segundo o levantamento de Saneamento em áreas irregulares, cerca de 50,3% da população do Brasil tem acesso à coleta de esgoto, enquanto mais de 100 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso a este tipo de serviço.

Com todo o estudo bibliográfico apresentado, é notório, uma ordenação dos efeitos positivos e negativos causados pela aplicação de sistemas de saneamento básico em áreas urbanas. Ampliando para projetos de mais complexidade, a junta de avaliação desses resultados na etapa de planejamento deve ser inadiável, dando prioridade a garantia da atos específicos por área, pelo ponto de vista da saúde pública, quanto pela saúde ambiental.

Não deixando questionamentos, várias teses sobre os reflexos dos atos de saneamento confirmam a veracidade de que a execução de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário causam benefícios aos dois vieses, o público e o ambiental. Um ponto que permanece dual, é o conhecimento sobre a reação dos diferentes reflexos, ao se confrontar com realidades distintas, uma vez que os envolvidos nessa problemática podem ser bastante móveis e mutáveis em comparação de uma vivência com à outra.

Levando em consideração os diferentes pontos sendo que, um está relacionado com a existência de dois arbítrios de propagação de doenças, o domínio público e o doméstico (CAIRNCROSS et al., 1996), sendo de extrema importância essa distinção em se tratando de saneamento. Segundo a autora, a divisão em dois âmbitos é importante na medida em

que o controle de propagação de cada tipo exige intervenções diferentes e tratamentos diferentes para cada caso.

As doenças infecciosas que podem ser supridas pela implantação de um sistema de saneamento, transmitem, geralmente, em ambos os âmbitos. Assim, mesmo que, em uma perspectiva geral, o saneamento só atue no setor público, é preciso atender às necessidades do setor doméstico, para que seja eliminada toda transmissão evitável de doenças infecciosas.

Em alguns momentos, os privilégios nem sempre são resultantes diretos de ações de saneamento, mas sim consecutivo da nova correlação ambiental e dos hábitos de comportamento e higiene que se estabelecem (Esrey et al., 1991).

Investir em saneamento é a única forma de se reverter o quadro existente. Guimarães, Carvalho e Silva (2007) explicam: dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 na área de medicina curativa. Entretanto, é preciso que se veja o outro lado da moeda, pois o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, que pode ser depredada em ritmo ascendente para bancar necessidades de consumo que poderiam ser atendidas de maneira racional, evitando a devastação da fauna, da flora, da água e de fontes preciosas de matérias-primas.

A sustentabilidade se associa cada vez mais à capacidade de inovação, logo, os gestores têm que estar atentos ao presente e ao futuro: se hoje é preciso atender às necessidades das partes envolvidas nos empreendimentos, é igualmente fundamental mapear e pesquisar novas práticas gerenciais, produtos e serviços, para se antecipar às necessidades do mercado de amanhã.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou a importância e abriu o conhecimento que escassez, a má distribuição da água, a falta de saneamento básico e a crescente degradação dos recursos hídricos movida por um modelo que os utilizam de forma crescente, descontrolada e irresponsável são alguns fatores que devem ser bem geridos, tendo em vista, a busca de um desenvolvimento econômico-social compatível com a conservação do meio ambiente.

É necessário que se estabeleça um equilíbrio entre os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, de tal forma que as necessidades materiais básicas de cada indivíduo possam ser satisfeitas, sem consumismo ou desperdícios, e que todos tenham oportunidades iguais de desenvolvimento de seus próprios potenciais e tenham consciência de sua corresponsabilidade na preservação dos recursos naturais e na prevenção de doenças.

A preocupação com a sustentabilidade tem levado a Indústria da Construção Civil, mesmo que com certo atraso em relação a outros setores produtivos, a grandes transformações e à absorção de novos conceitos gerenciais em razão do aperfeiçoamento profissional de seus administradores, da pressão exercida pela concorrência a nível internacional e pelo maior grau de conhecimento e exigência do consumidor, que valoriza cada vez mais empresas e produtos certificados em qualidade, ética e responsabilidade ambiental.

Com a realização desse estudo pode-se observar que há legislação para a políticas de saneamento no Brasil. Porém ainda não uma abrangência significativa no país. Deve-se estar atento que há tratamentos de esgotos disponíveis no mercado que cabe a qualquer tipo de situação e também quando relacionado a custo, porém ainda há pouco trabalho ou assim podemos dizer 'interesse' dos nossos governantes em oferecer um tratamento do esgoto a maioria da população.

Conclui-se que o mercado disponibiliza de vários tratamentos tecnológicos para o esgoto e que a cada dia há uma lenta evolução na cobertura desse serviço à população brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. **A agenda ambiental maltom** – Volume 1: Relatório de Política – Brasil: gestão dos problemas da poluição. Brasília:BM,1998.

BANCO DO NORDESTE. **Manual de Impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza, Banco do Nordeste, 1999.

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D. **Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 18 de maio de 2019.

BRASIL. JUS BRASIL. **Decreto 7217/10 | Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Brasília, 2010: Presidência da República: Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/823515/decreto-7217-10>. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Módulo Específico: Licenciamento Ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários**. MMA. Brasília, p. 7-33, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Brasília: IBGE, 2010. _____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

_____. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2015**. Brasília: SNIS, 2017.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento**. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2014. Brasília: SNIS, 2016.

CAIRNCROSS, S.; BLUMENTHAL, U.; KOLSKY, P.; MORAES, L. & TAYEH, A., 1996. **The public and domestic domains in the transmission disease. Tropical Medicine and International Health**, 1:27-34.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ESREY, S. A.; POTASH, J. B.; ROBERTS, L. & SHIFF, C., 1991. **Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma**. Bulletin of the World Health Organization, 69:609-621.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/>

downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

HELLER, L. **Relação de saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. Rev. Ciência e Saúde Coletiva, v.3, n.2, p. 73-84, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2008) **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

MENDONÇA, Sergio Rolim & CEBALOS, Beatriz Susana de O. **Lagoa de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos**. João Pessoa, S. Rolim Mendonça.

MIGUEL, A.R.; BEVILACQUA, N.; GUERRA, P.A.D.V.; BAPTISTELLI, S.C. Tratamento de águas residuárias domésticas. In: ROMÉRO, M.A.; PHILIPPI JR., A.; BRUNA, G.C. **Panol'ama ambiental da metrópole de São Paulo**. São Paulo: Signus.,2004. p.77-87,96-103.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. **Degradação de recursos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Rev. Saúde Pública, v..36, n.3, p.370-374,2002.

MORAES, Luiz Roberto Santos Moraes. **Impacto na saúde do acondicionamento e coleta dos resíduos sólidos domiciliares**. In: Anais do XXVI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental [CD-ROM]. Lima: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental;1998.

MOREIRA, T., CARNEIRO, M.C.F.A. A parceria público-privada na infraestrutura econômica. **Revista do BNDS**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, p.27-46, dez 1994.

MUGA, H.E.; et al. **Treatment Performance of Wastewater Lagoons in South Yungas Province of Bolivia**. **World Environmental and Water Resources Congress 2009: Great Rivers** © 2009 ASCE. Disponível em:<[http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=ASCECP000342041036000586000001&idtype=cvips&doi=10.1061/41036\(342\)586&prog=normal](http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=ASCECP000342041036000586000001&idtype=cvips&doi=10.1061/41036(342)586&prog=normal)>. Acesso: 22 de Outubro de 2020.

OGERA, R.C.; PHILIPPI JR., A. **Estudo comparativo da gestão municipal estadual de serviços de água e esgoto**. In: ROMÉRO, M.A.; PHILIPPI JR., A.; BRUNA, G.C. **panol'ama ambiental da metrópole de São Paulo**. São Paulo: Signus, 2004.p.545-552.

RODRIGUES, C. M. **Rede coletora de esgoto**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

SCÓTTA, J. **Avaliação e otimização de uma estação de tratamento de esgoto com sistema fossa e filtro de um município da serra gaúcha**. Lajeado: 2015.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Gestão ambiental**. Disponível em: <http://www.df.sebrae.com.br/> Acesso em 22 de outubro de 2020.

VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG. v.1. p. 283, 2005.

VON SPERLING, M. Lodos Ativados: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG. 2012.

ZACARIAS, R. **Consumo, lixo e educação ambiental**. Juiz de Fora: Ed. FEME, 2000.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p58>

Hellen Diane Castilho Patricio

Acadêmico do 10º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Kelly de Moura Pereira

Acadêmico do 10º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Silane Mattos Peres

Graduado em Engenharia Civil e Segurança do Trabalho; Professora e Orientadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Mestre em Informática e Analista de Sistemas; Professor e Orientador da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

A construção civil é um sinônimo de desenvolvimento, sendo assim, uma das atividades socioeconômicas mais importantes no Brasil, pois movimenta a economia, gerando empregos e lucros aos municípios. Embora seja algo bastante positivo, essa atividade traz consigo um dos principais problemas da atualidade, a grande produção de resíduos que poluem as cidades, que quando dispostos de forma desordenada, afetam o meio ambiente de forma negativa. O presente estudo baseia-se em uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e de estudo de caso. Seu objetivo é o entendimento das consequências urbanas e ambientais que ocorrem devido à disposição incorreta dos resíduos, enfatizando de que forma pode-se realizar a gestão dos mesmos assim como sua reutilização. A reciclagem e reutilização dos resíduos de construção pode gerar uma moderação nos gastos com materiais, podendo proporcionar melhor custo benefício, além de não agredir o meio ambiente. Gerenciar os resíduos, reutilizar o que for possível tentando ao máximo diminuir as perdas, devem ser itens a serem levados em conta durante todas as fases de qualquer projeto (elaboração, execução, finalização). Por fim, pode-se afirmar que tratar os resíduos da construção civil é favorável, assim como adquirir novas tecnologias. São questões que quando aplicadas, trarão benefícios ao meio ambiente e à economia do país.

PALAVRAS-CHAVE: Construção; Destinação Final; Resíduos.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e também pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega. Por outro lado, esta indústria é responsável por cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000).

Os resíduos de construção civil são restos de materiais utilizados em obras de forma em que quando não tem mais uma utilidade no canteiro, são descartados constantemente de modo e incorreto, em locais inapropriados. O descarte irregular desses resíduos pode gerar problemas sérios ao ambiente, como a contaminação dos solos, e podem afetar as águas superficiais e subterrâneas, além do impacto negativo na qualidade de vida da população. Para que tal evento não ocorra os resíduos precisam ser tratados de forma apropriada, seja para sua reutilização, reciclagem ou descarte final.

Existem vários métodos de reaproveitar os resíduos de construção, alguns resíduos podem ser reutilizados até na execução da própria obra, gerando uma redução de gastos na compra de materiais, desta forma otimizamos o orçamento e diminuímos os impactos negativos. Tudo isso é possível quando realizamos projetos que visam a sustentabilidade, garantindo que antes e após as construções sejam adotadas medidas que proporcionem a preservação ambiental e boa qualidade de vida.

O grande problema ocorre quando não há um jeito de reaproveitar o resíduo e o mesmo precisa ter uma destinação para seu descarte. Portanto se torna mais problemático quando associado a alta produção destes, pois muitas cidades não tem local adequado para o descarte, ocasionando o despejo em locais inapropriados, como por exemplo: encostas de rios e propriedades abandonadas, contribuindo na poluição do meio ambiente prejudicando também a qualidade de vida humana.

A crescente geração de resíduos sólidos resultantes de construções civis, demolições e reformas vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de forma a reduzir o descarte de materiais e encaminhamentos para os aterros. Tem-se necessária, também, a potencialização do uso dos resíduos na geração de matérias-primas secundárias através da reciclagem, com vistas a redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis, de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos (FRIGO, SILVEIRA, 2012).

Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006), o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.

A finalidade do presente trabalho é estudar quais tipos de resíduos podem ser gerados através de obras de construção civil, como também a reutilização dos mesmos. Busca-se também verificar a gestão responsável pelas empresas de construção civil que atuam em Três Rios, procurando reconhecer os resíduos gerados, expondo as práticas adotadas sejam elas a destinação final ou a reutilização desses materiais, tendo em vista a ação realizada para que possam diminuir os impactos ambientais e socioeconômicos no contexto urbano ambiental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), tem-se a definição de resíduo sólido como “Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.”

Ainda falando da norma, os resíduos sólidos possuem uma classificação, que é feita levando em conta a identificação do processo que lhes deu origem, sua constituição e

característica, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. São classificados conforme abaixo:

Resíduos classe I - Perigosos: são os que apresentam algum tipo de risco à saúde ou causam danos ao meio ambiente quando manuseados ou descartados incorretamente, contendo elementos com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Inflamabilidade – um resíduo sólido é caracterizado como inflamável: (código de identificação D001).

Corrosividade – resíduo é caracterizado como corrosivo: (código de identificação D002).

Reatividade – um resíduo é caracterizado como reativo: (código de identificação D003).

Toxicidade – o resíduo é caracterizado como tóxico se apresenta uma amostra representativa dele.

Patogenicidade – o resíduo é caracterizado como patogênico: (código de identificação D004).

Resíduos classe II – Não perigosos;

Resíduos classe IIA – Não inertes: resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, não se enquadra nos tipos e classificação dos outros resíduos, temos como exemplo a garrafa de plástico, papel e lixo orgânico.

Resíduos classe IIB – Inertes: aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, (ABNT, 1987b) e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, (ABNT, 1987c) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem n.º 8 (Anexo G da NBR 10004, ABNT, 1987a), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Porém existem outras formas de classificar o resíduo conforme sua origem, ou seja, sua fonte geradora, que são elas:

- Resíduos urbanos: Compreendem os materiais gerados nos domicílios e resíduos de limpeza urbana;
- Resíduos Industriais: resíduos resultantes dos processos produtivos das indústrias;
- Resíduos agrícolas: resíduos gerados na agricultura e na pecuária;
- Resíduos de Serviços de saúde: Gerados em hospitais, clínicas, laboratórios, consultórios em geral, etc.
- Resíduos da Construção civil: Resíduos gerados nas obras de construção e demolição de estruturas físicas;
- Resíduos radioativos: materiais sólidos, líquidos ou gasosos contaminados por radionuclídeos;

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a resolução CONAMA 307, tem-se como definição de resíduos da construção civil: “são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de

obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS E DADOS ESTATÍSTICOS:

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), gerou um Panorama de resíduos sólidos no Brasil referente a 2017/2018 ao qual consegue-se ter uma ideia da quantidade de resíduo coletado do setor de Construção civil. Segundo a mesma, destaca-se que tais dados se referem à quantidade coletada pelos municípios. Como nessa área o responsável por recolher os resíduos é o gestor da obra, os números aqui apresentados refletem, em sua maioria, apenas aquilo que foi abandonado em vias e logradouros públicos.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) representam grande parte dos resíduos sólidos produzidos no meio urbano, fazendo com que seja necessário a implantação de métodos que possam ajudar a minimizar os impactos urbano ambientais.

De acordo com Fraga, Marcel Faria (2006), o crescente processo de urbanização do Brasil nos últimos anos, aliado a um crescimento econômico relativamente estável, evidenciam o grande volume de RCC produzido nas cidades, conforme mostra o quadro abaixo. As municipalidades não estão estruturadas para o correto gerenciamento de um volume tão significativo de resíduos, nem para os inúmeros impactos por ele criados.

Quantidade total de RCD coletados pelas cidades no Brasil			
2017		2018	
Per Capita (kg/habitante/dia)	Total (toneladas/dia)	Per Capita (kg/habitante/dia)	Total (toneladas/dia)
0,594	123.421	0,585	122,012

Quadro 1: Adaptado de Quantidade total de RCD coletados pelas cidades no Brasil. Fonte: Abrelpe/IBGE

De acordo com dados fornecidos pela- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2018 foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos, um aumento de um pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foi coletado, sendo que 122.012 referem-se a resíduos da construção civil. Por outro, evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração.

QUANTO À CLASSIFICAÇÃO:

Os resíduos da construção civil são classificados, para os efeitos da Norma 15113 e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307.

Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.

Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.

Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil é bastante representativo no país, sendo responsável por obras e serviços de diferentes tipos, como de edificações industriais, comerciais e residenciais, obras de infraestrutura, dentre outros. Vale citar que o Brasil desenvolve, há alguns anos, programas de moradias, que visam suprir a demanda habitacional, sendo este fator mais um intensificador da geração de resíduos. O gráfico da Figura abaixo enfatiza a importância do setor da construção civil na economia do país, afetando diretamente o Produto Interno Bruto (PIB) (Ferreira & Moreira, 2013).

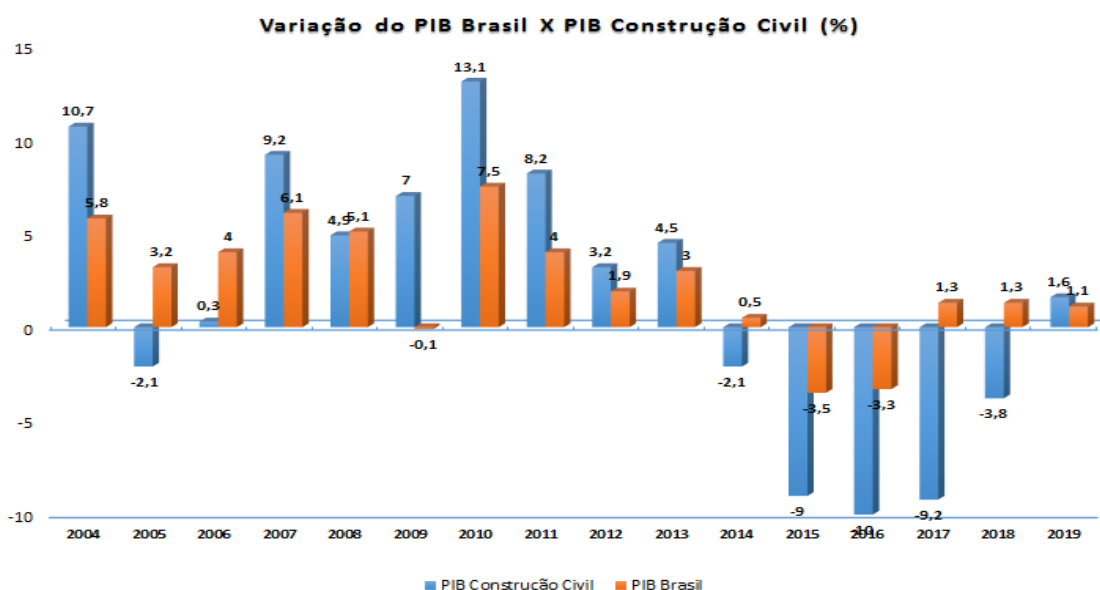


Figura 1: Adaptado de Crescimento da Indústria de construção, em % a.a. Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2013.

LEGISLAÇÃO E NORMAS

Segundo Guedes e Fernandes (2013), com a problemática gerada pelo aumento dos resíduos sólidos em âmbito nacional, os governos, cada vez mais, preocupam-se com a preparação das empresas e das populações para atuarem face dessa realidade, e, como ação corretiva e preventiva, algumas normativas foram elaboradas.

Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002 – Gestão de resíduos da construção civil, estabelecendo critérios e diretrizes a serem seguidos. Os resíduos de construção civil são definidos como os procedentes das obras de reformas, construções e demolições, também inserindo como resíduos os resultantes de preparo de pavimentação asfáltica, concreto, tubulação, como também a escavação de solos e terrenos.

- NBR 10004/2004 – Resíduos sólidos - Classificação
- NBR 15112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação. Regulamenta formas de gerenciamento e recebimento dos RCDs e Resíduos Volumosos (RVs) nas Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs), tendo em vista que cada município deve promover um local adequado seguindo a norma. Porém essa norma pode não se fazer presente em municípios de pequeno porte em razão a sua extensão, número de habitantes e Pib.
- NBR 15113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. É aplicada somente à RCDs que podem ser transformados em agregados para serem utilizados em obras de edificação e infraestrutura desde que já tenham passado pela triagem.
- NBR 15115/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Tem como objetivo estabelecer procedimentos para utilização de agregados reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC) em obras de pavimentação para reforçar as camadas de subleito, sub-base e base do pavimento.
- NBR 15116/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Tem como objetivo estabelecer requisitos para utilização de agregados reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC) em obras de pavimentação para reforçar as camadas de subleito, sub-base e base do pavimento.

REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Soares, Gabriel & Caitano, Yuri (2018), a sustentabilidade ocupa lugar de destaque nos fóruns e pautas mundiais de líderes políticos, influenciadores e tomadores de decisões. Sempre na busca por pesquisa, desenvolvimento e adequações entre as necessidades humanas e restrições naturais, assumindo um compromisso com o futuro. De mesmo modo é na indústria da construção civil. Diversas pesquisas são produzidas para auxiliar tanto no campo gerencial quanto no campo operacional no que se refere à inovadoras técnicas construtivas que busquem minimizar os impactos gerados pelas atividades e otimizar o uso dos recursos e matérias primas não renováveis utilizadas.

Conforme pesquisa feita por Morand, Fernanda Guerra (2016) a reutilização de materiais, elementos e componentes se torna possível a partir da escolha dos sistemas e tecnologias de construção durante a fase de projeto. Os resíduos produzidos numa obra podem ser reutilizados desde que sejam utilizados procedimentos adequados. Na busca de mais racionalização, procura-se especificar materiais e equipamentos com maior durabilidade e maior número possível de utilizações.

A construção civil é uma das áreas que mais produzem resíduos sólidos nas cidades, e devido a isso há uma necessidade de procurar formas eficazes para minimizar os danos que esses resíduos possam causar. A reciclagem é uma delas, e é uma prática ainda não

tão consensual entre as empresas, porém é capaz de gerar benefícios no âmbito social, econômico e principalmente ambiental.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no Município de Três Rios, que possui população de 77.432 habitantes, com população estimada para o ano de 2019 de 81.804 habitantes (IBGE, 2010). No município é perceptível o alto índice de edificações em fase de construção, o que acaba por elevar a densidade demográfica do município e a procura por moradias e áreas comerciais. Além disso é uma área estratégica, pois a cidade é cortada por duas grandes rodovias federais (BR-040 e BR-393),

O estudo foi dividido em três etapas. A primeira etapa foi baseada na realização de uma ampla revisão bibliográfica através de pesquisa em algumas publicações de artigos, teses, dissertações, TCC, manuais, cartilhas, NBR's e na legislação vigente, utilizando-se do portal: Google Acadêmico, Web of Science e Scielo.

A segunda etapa, foi a coleta de dados referente aos agentes geradores e coletores de resíduos, assim como fazer avaliações quantitativas destes e as áreas de disposição final em empresas que realizam atividades de construção civil, tudo isso com o objetivo de embasar melhor o estudo e também as considerações finais.

A coleta de dados, segundo Lakatos e Marconi (2003, P. 165), é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos. "São vários os procedimentos para a realização da coleta de dados, que variam de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação". Lakatos, Eva Maria e Marconi, Marina de Andrade (2003, P. 166)

A última etapa contempla compilar os dados levantados em campo, analisar e formular conclusões. Seguindo as três etapas, a pesquisa definida é do tipo exploratória, utilizando a pesquisa de campo e a pesquisa bibliográfica.

COLETA DE DADOS

O Método de coleta se baseou em um questionário que foi inserido no *Google Drive* e o *link* compartilhado com empresas e autônomos que prestam serviços de construção civil na região, durante o período de 01 de outubro a 27 de outubro de 2020. Foram compartilhados para cerca de 25 empresas e 12 destas responderam. O objetivo do questionário foi de avaliar o nível de gestão de resíduos em que essas empresas se encontram e também qual o nível de conhecimento das mesmas, acerca dos resíduos gerados também por elas. Os principais pontos abordados pelo questionário foram: destinação dos resíduos da construção civil e também perguntas voltadas a gestão dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

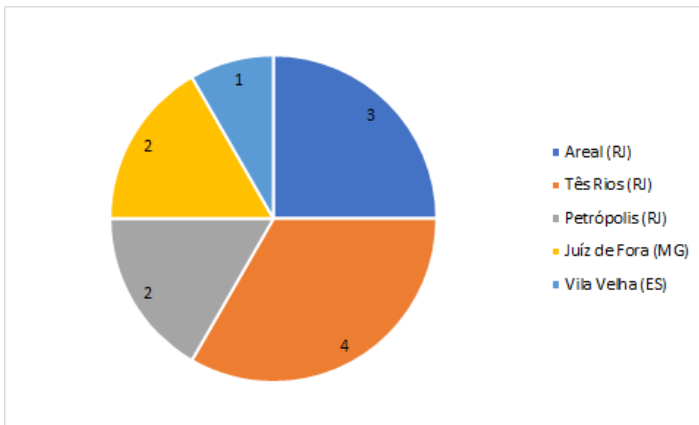


Figura 2: Cidades às quais empresas e autônomos informaram sua localidade.
Fonte: Autoria própria.

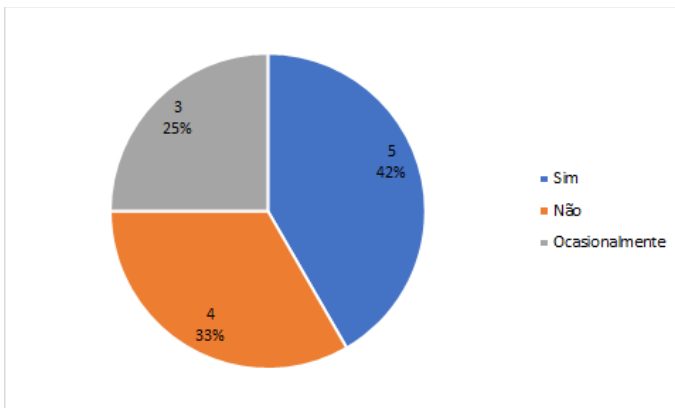


Figura 3: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo realiza algum tipo de separação dos resíduos de construção civil gerados?”.
Fonte: Autoria própria.

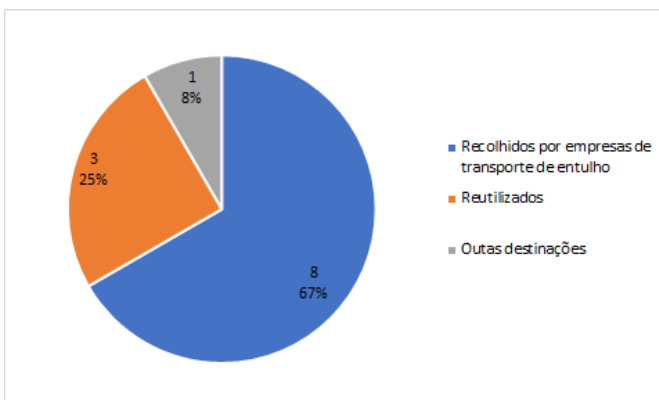


Figura 4: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “O que é feito com os resíduos produzidos no canteiro de obras?”.
Fonte: Autoria própria.

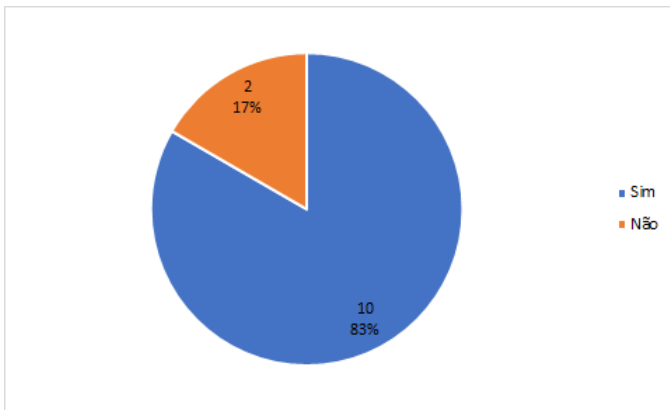


Figura 5: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “Seus funcionários foram treinados quanto ao correto descarte e/ou separação dos resíduos provenientes das obras?”.

Fonte: Autoria própria.

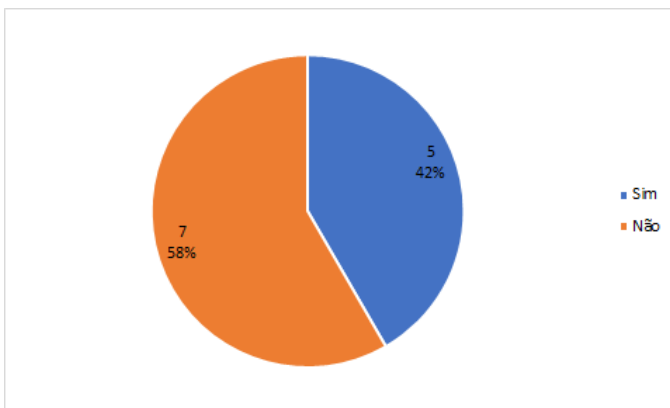


Figura 6: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo já recebeu algum tipo de informação através de órgãos públicos sobre as obrigações quanto ao correto descarte e destinação dos resíduos de construção civil?”.

Fonte: Autoria própria.

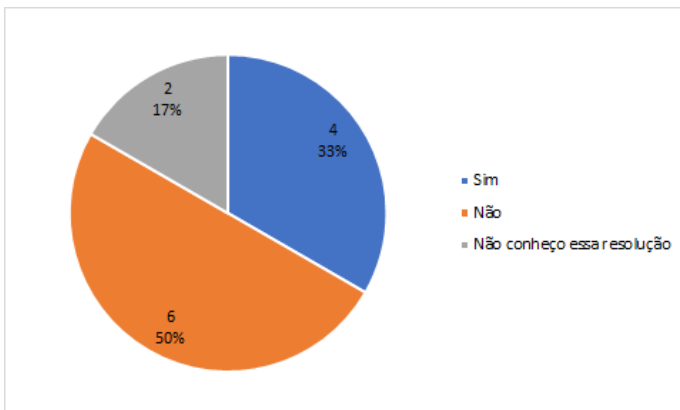


Figura 7: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo possui alguma gestão de resíduos de construção civil no que diz respeito a resolução CONAMA 307/2002?”.

Fonte: Autoria própria.

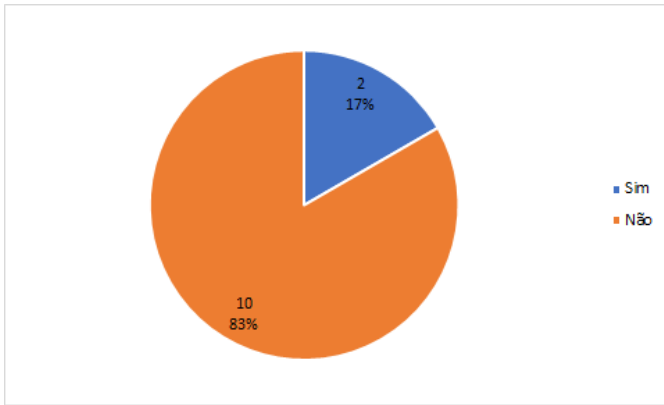


Figura 8: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo utiliza de alguma tecnologia para tratar os resíduos provenientes das obras?”.

Fonte: Autoria própria.

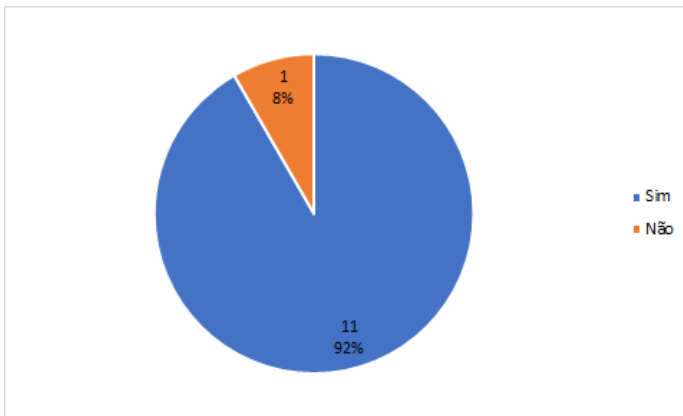


Figura 9: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo conhece as leis de preservação ambiental?”.

Fonte: Autoria própria.

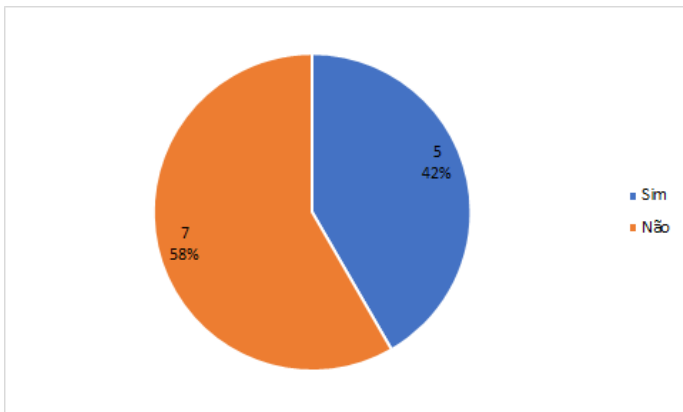


Figura 10: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa/autônomo possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos?”.

Fonte: Autoria própria.

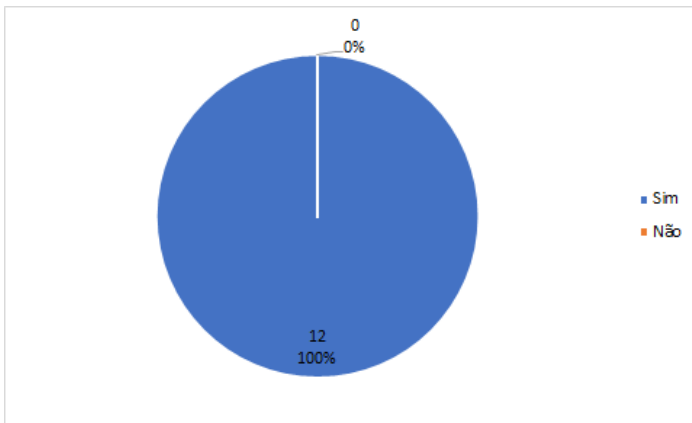


Figura 11: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo é a favor em aderir ações que diminuam os impactos causados ao meio ambiente?”.

Fonte: Autoria própria.

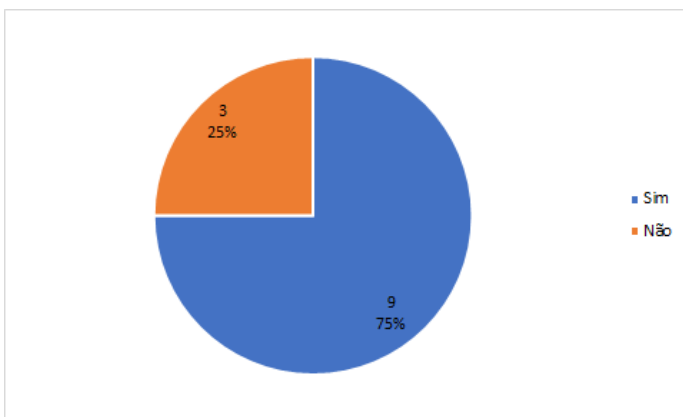


Figura 12: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo utiliza algum tipo de material sustentável nas construções?”.

Fonte: Autoria própria.

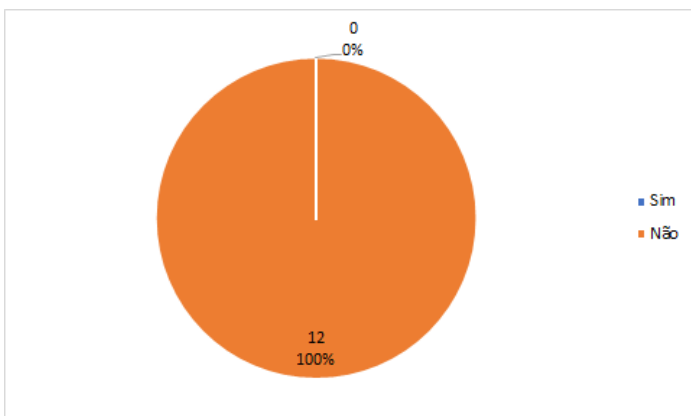


Figura 13: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo já foi multada(o) e/ou notificada(o) por algum órgão fiscalizador?”.

Fonte: Autoria própria.

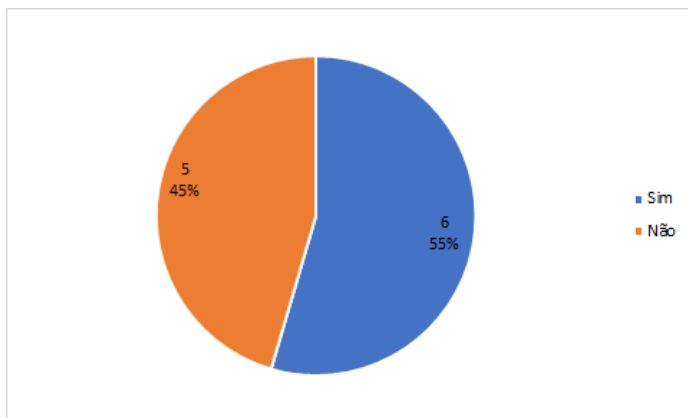


Figura 14: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo procura informações ou proporciona treinamentos sobre a reciclagem dos materiais?”

Fonte: Autoria própria.

Com relação aos resultados do questionário, foi possível analisar que a maioria das empresas separam de forma adequada os resíduos de construção civil, mas parte destas não seguem por esse caminho, ou seja, não aderem a separação dos mesmos e sendo a minoria as que optam pela separação dos RCC's de modo esporádico. Essa questão da separação é algo suma importância, pois uma vez que é possível verificar o que pode ser reaproveitado e o que deverá ser descartado, os materiais a serem reaproveitados podem ser implantados na execução da própria obra, o que gera um resultado satisfatório em relação ao orçamento e principalmente a sustentabilidade.

Um outro ponto que chamou atenção foi o fato de o questionário ser respondido por empresas e autônomos de diversos estados como, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, sendo que em todas elas não houve nenhuma fiscalização por parte dos órgãos competentes. Entretanto, 91,7% das empresas estão cientes das leis de preservação ambiental, portanto, caso a fiscalização exerça sua função de forma eficaz, as empresas e autônomos agiriam de forma correta, pois estariam cientes de suas obrigações para com o meio ambiente.

Segundo Martins (2010), desde quando a construção civil evoluiu juntamente com o nível estrutural das obras, passou-se a ter uma apropriada dúvida quanto a segurança e qualidade das mesmas. Nas décadas anteriores não se tinham Órgãos que fossem responsáveis pela fiscalização, assim fez-se necessário que estes existissem para que as obras atingissem um grau de qualidade e segurança elevado.

Com isso também foi possível verificar que há oportunidades hoje no mercado para empresas que se interessam por realizar gestão dos resíduos provenientes das obras, visto que na pesquisa em questão foi possível entender que mais de 50% delas não possuem planos de gerenciamento de resíduos, o que pode ser uma ótima oportunidade para empreendedores que realizam esse tipo de trabalho, uma vez que a questão dos resíduos hoje em dia é algo que tende a ser mais cobrado por conta degradação ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratar os resíduos de construção civil é algo de grande relevância, não só ambiental como também no meio urbano. Reciclar, reutilizar, reduzir, significa que o empreiteiro está atuando de maneira correta e sustentável, se adequando às Normas vigentes, tornando seu empreendimento benquisto. Para que isso seja possível o gerenciamento correto dos materiais no canteiro de obras é imprescindível, pois, ajuda a conter maiores gastos e

desperdícios de materiais beneficiando todo o projeto com soluções adequadas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10004:2004 - Segunda edição 31.05.2004. **RESÍDUOS SÓLIDOS - CLASSIFICAÇÃO**. Disponível em: <ABNT NBR 10004>Acesso em: 28 de Abril 2020.

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. **Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável**. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 65-72, mar. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000100009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 06 jul. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. **Resolução Conama nº 307**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>Acesso em: 15 de Maio 2020.

FERREIRA, A. R. L.; MOREIRA, H. C. **Análise crítica da gestão de resíduos de construção civil: estudo de caso do município do rio de janeiro**. 2013. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FRAGA, M. F. **Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte: Medidas de minimização com base em Projeto e Planejamento de Obras**. 2006. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FRIGO, J.P; SILVEIRA, D.S. **Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR**. Monografias Ambientais. 2012; 9(9): 1938-1952.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1º Edição: 2009. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <IBGE | Cidades@ | Rio de Janeiro | Três Rios | Panorama> Acesso em: 09 de junho de 2020.

GUEDES, G. G.; FERNANDES, M. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil no Distrito Federal**. *Revista Universitas Gestão e TI*, v. 3, n. 1, p. 39-50, jan. / jun.2013. Disponível em: <<https://www.arqcom.uniceub.br/gti/article/viewFile/2176/2034>>Acesso em: 15 de junho de 2020.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf> Acesso em: 14 de abril de 2020

LAKATOS, E. M. ; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**, São Paulo, Atlas, 2003.

MORAND, F. G. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção**. Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Engenharia Civil, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017420.pdf>> Acesso em: 30 de junho de 2020.

SOARES, G. H. N.; CAITANO, Y. A. **Análise de gerenciamento de resíduos gerados pela construção civil no município de Anápolis Goiás em obra multifamiliar e unifamiliar**. (Bacharel, Engenharia Civil, 2018). Disponível em:<UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG> Acesso em: 23 de junho de 2020.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p72>

Sara Corrêa Marques

Graduada em Engenharia de Materiais; Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais; Doutoranda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais - COPPE/UFRJ

Gabriel Andrade Luiz

Técnico em Edificações e Mecânica Industrial, Cadista, Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix - TR UNIVÉRTIX

Thalles Gumieri da Silva

Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix - TR UNIVÉRTIX

RESUMO

No contexto da busca por materiais sustentáveis, o bambu emerge como excelente alternativa para aplicações estruturais na construção civil e tem atraído a atenção de pesquisadores ao redor do mundo. Apesar de o Brasil possuir uma das maiores reservas de bambu do mundo, o uso dessa espécie vegetal em construções, bem como o entendimento sobre seus processos de produção e tratamento ainda não é muito difundido. O presente trabalho tem como escopo compreender os pontos mais importantes no que diz respeito à aplicação do bambu e demonstrar seu potencial e viabilidade como material estrutural natural e ecológico. Para tal, realizou-se um estudo bibliográfico sobre o tema, no qual foram exploradas as principais propriedades físicas e mecânicas do bambu, bem como seu contexto atual na construção civil. Por fim, com base nas informações obtidas, foi possível concluir que o bambu apresenta propriedades compatíveis e promissoras para as mais diversas aplicações na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentáveis. Bambu. Construção. Estrutural. Ecológico.

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas que tornem a construção civil mais sustentável se apresenta como um dos grandes desafios para o setor nos últimos anos. O conceito de sustentabilidade advém do objetivo de desenvolver atividades capazes de suprir as necessidades do presente, sem comprometer os recursos disponíveis para as gerações futuras. Nesse contexto, o emprego de recursos renováveis como substitutos para os materiais convencionalmente usados tem sido encorajado (Goh et al., 2020).

Projetar uma construção sustentável envolve o cumprimento de diversos requisitos na etapa de seleção de materiais, dentre eles, destacam-se durabilidade, baixo custo, baixo impacto ambiental, baixo consumo de energia, possibilidade de reciclagem futura, emprego de recursos regionais, entre outros (Medina & Librelotto, 2019).

Estudos apontam que a construção civil é responsável por 54 % das emissões de dióxido carbono do mundo, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa (Baganha et al.,

2009). Dentre os materiais mais utilizados atualmente, encontram-se o concreto, por sua elevada resistência à compressão, o aço, por sua excelente resistência à tração e tenacidade, e a madeira, que também se mostra eficiente como componente estrutural (Marçal, 2008). A extração, beneficiamento e fabricação desses materiais, em especial dos aços, depende de processos industriais que requerem alto custo energético e que utilizam recursos naturais esgotáveis. Além disso, geram uma elevada quantidade de rejeitos que são descartados no meio ambiente (Sanches Trevisan et al., 2019).

Entre os materiais renováveis e de baixo impacto ambiental mais promissores para uso na construção civil, encontra-se o bambu. Bambu é o nome usado para designar muitos tipos de gramíneas com um tronco que assemelha-se ao das árvores. Existem atualmente cerca de 1300 espécies de bambu identificadas ao redor do mundo, cada uma com características particulares. No Brasil, encontra-se a segunda maior biodiversidade de bambus do mundo, atrás apenas da China. Esta família de plantas é usada para diversas finalidades, agricultura, arquitetura, culinária, medicina, bioenergia, entre outros, particularmente na Ásia. Este material possui elevada taxa de crescimento, boa resistência mecânica, baixo impacto ambiental e viabilidade econômica [ref relatório pibic]. Além disso, o plantio do bambu é capaz de reduzir a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, uma vez que sua capacidade de conversão do mesmo em gás oxigênio é maior que a das árvores (Sanches Trevisan et al., 2019).

O emprego do bambu na construção civil não é novidade. O mesmo é um dos materiais de construção mais antigos existentes, sendo utilizado por diferentes culturas e presente em pontes, casas e canais de água, especialmente em países da Ásia e América Latina. Sua utilização atual é significativa em poucos países, os quais apresentam normatização para emprego na construção civil. Entretanto, na maior parte do mundo, o uso do bambu se encontra restrito a áreas rurais e precárias, principalmente devido à ausência de normas técnicas que regulamentem o emprego deste material em grandes construções (Correal, 2020).

Embora o uso do bambu na construção civil no Brasil ainda seja pequeno, seu potencial é imensurável. Sua alta taxa de crescimento e curto ciclo de colheita o tornam excepcional quando comparado a outros materiais presentes na natureza. Além disso, resultados experimentais demonstram que o bambu apresenta limite de resistência à fratura comparável ao de um aço carbono e uma razão entre limite de escoamento e densidade até seis vezes maior que a dos aços (Goh et al., 2020).

O uso do bambu pode reduzir de maneira importante o custo final de obras de interesse social, facilitando a construção em áreas rurais, uma vez que o mesmo pode ser plantado, colhido e tratado no próprio local. Além disso, sua baixa densidade facilita e reduz o custo de transporte (Marçal, 2008).

Dentre os fatores que dificultam a expansão da utilização desta gramínea na construção civil brasileira, além da ausência de normas técnicas supracitada, pode-se destacar a carência de mão de obra especializada. Embora o sistema construtivo seja bastante simples, requer-se conhecimento específico das propriedades mecânicas deste material para a confecção de conexões e posicionamento adequado das varas no projeto estrutural. Outra limitação a ser superada é a ausência de fornecedores de grande porte que garantam a qualidade do material (Marçal, 2008).

O bambu não é considerado um material totalmente sustentável pois, para o aproveitamento satisfatório de suas propriedades mecânicas e para garantir sua durabilidade, se faz necessário o emprego de tratamentos superficiais físicos ou químicos, a fim de impedir a presença de agentes biológicos deterioradores (Sanches Trevisan et al., 2019).

O acúmulo de conhecimento acerca das propriedades do bambu por parte do meio científico e o desenvolvimento de novos testes e normas serão capazes de alavancar o uso

do bambu como componente estrutural nos próximos anos. Suas características sustentáveis acima descritas demonstram seu potencial promissor na indústria da construção civil. Estima-se que o uso do bambu será capaz de superar o da madeiras em quatro vezes em um futuro próximo (Correal, 2020).

Para que seja cada vez mais viável o emprego deste material orgânico como material de engenharia economicamente viável e com possibilidade de industrialização, fazem-se necessários estudos científicos que explorem os processos de plantação, colheita, cura, tratamento e pós tratamento, bem como análises experimentais e estatísticas das principais propriedades físicas e mecânicas do colmo do bambu. Como os resultados obtidos, torna-se possível a elaboração de critérios confiáveis de dimensionamento estrutural e de processos industriais que viabilizem economicamente a obtenção do bambu em larga escala enquanto componente estrutural (Ghavami & Marinho, 2005).

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar as principais propriedades físicas e mecânicas do bambu, bem como suas possibilidades, vantagens e limitações enquanto material estrutural com emprego na construção civil. Com base nos resultados e discussões aqui apresentados, almeja-se apresentar o amplo potencial desta gramínea dentro da construção civil e estimular seu emprego em larga escala no setor.

METODOLOGIA

Este artigo trata-se de uma revisão bibliográfica exploratória que visa agregar conhecimento acerca do estado da arte do uso do bambu na construção civil. As informações aqui apresentadas baseiam-se na leitura de artigos científicos, dissertações e teses.

No escopo do trabalho, encontra-se um estudo sobre a macroestrutura e microestrutura do bambu, suas principais propriedades físicas e mecânicas, bem como conceitos relevantes a respeito do correto manejo e tratamento do mesmo de modo a obter o melhor desempenho enquanto material estrutural sustentável. Estão apresentadas ainda as principais possibilidades e formas de emprego do bambu na construção civil, além das vantagens e limitações inerentes ao material e sua aplicação.

A revisão bibliográfica aqui exposta contribui para o desenvolvimento de conceitos teóricos, comparações e validações de resultados de trabalhos futuros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O BAMBU

O bambu é uma planta pertencente à família das gramíneas, com elevada taxa de crescimento e presente naturalmente em regiões de clima tropical e subtropical, sendo mais comumente encontrado na Ásia e na América Latina (Marçal, 2008).

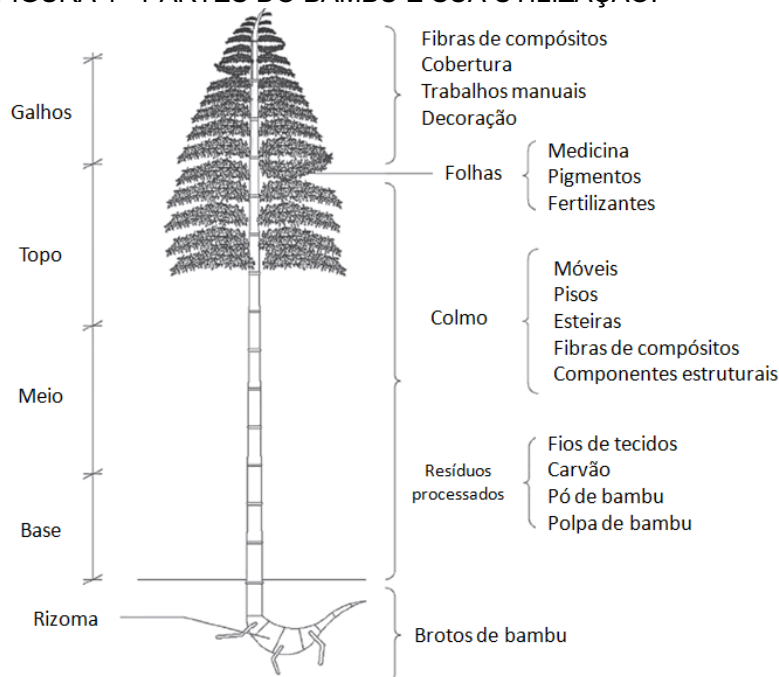
No Brasil, são catalogadas mais de 200 espécies distintas de bambu. É importante ressaltar que nem todas as espécies desta planta possuem as propriedades necessárias para emprego estrutural. Dentre as espécies mais versáteis e aplicáveis à construção civil, destacam-se as seguintes: *Arundanaria*, *Bambusa*, *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa*, *Melocanna*, *Phyllostachys*, *Schizostachyum*, *Guadua* e *Chusquea* (Correal, 2020).

PROPRIEDADES MACROESTRUTURAIS E MICROESTRUTURAIS

O bambu é formado por uma parte aérea e uma parte subterrânea, sendo a primeira constituída pelo colmo, galhos e folhas e a segunda constituída por rizomas e raízes. Em

seu habitat natural, pode crescer à partir de sementes ou dos rizomas. Sua raiz é fasciculada, com função de ancoragem e extração de água e nutrientes do solo. Os rizomas são caules subterrâneos com nós equidistantes. Do rizoma origina-se o colmo, parte aérea, que é formado por um série alternada de nós e entrenós (Ghavami & Marinho, 2005). É um material extremamente versátil, podendo ser usado nas mais diversas aplicações. Na Figura 1 está apresentada uma representação esquemática de suas principais partes, juntamente a exemplos de produtos que poder ser obtidos a partir das mesmas.

FIGURA 1 - PARTES DO BAMBU E SUA UTILIZAÇÃO.



FONTE: CORREAL, 2020

Conforme observado, a região de maior interesse para aplicações estruturais é o colmo. Os colmos do bambu são tubos relativamente cônicos, de elevado comprimento, que apresentam irregularidades periódicas denominadas nós. A base dos mesmos, de maior diâmetro, é a que suporta as maiores solicitações devido à ação dos ventos (Minto Fabricio et al., 2017).

Um corte longitudinal do colmo permite a observação de sua parte interna, que possui diafragmas que subdividem seções ocas entre cada nó. Cabe ressaltar que algumas espécies de bambu podem apresentar um interior maciço. São os diafragmas que conferem a resistência à torção e à flambagem do longo colmo. A distância entre os nós é denominada internó e possui influência significativa sobre a resistência mecânica do colmo (Correal, 2020).

Além da distância internodal, existem outros parâmetros de grande importância para as propriedades mecânicas do colmo, são eles: comprimento do colmo, diâmetro externo e espessura da parede. Esses parâmetros irão variar de acordo com a espécie, qualidade do solo, temperatura e umidade ambientais, insolação, manejo do bambuzal, posição ao longo com colmo, entre outros. Na Figura 2 estão dispostos um diagrama esquemático das principais regiões do colmo, bem como fotos das partes externa e interna do colmo.

Figura 2 - à esquerda, diagrama esquemático das principais regiões do colmo. no centro, parte externa do colmo. à direita, parte interna do colmo.

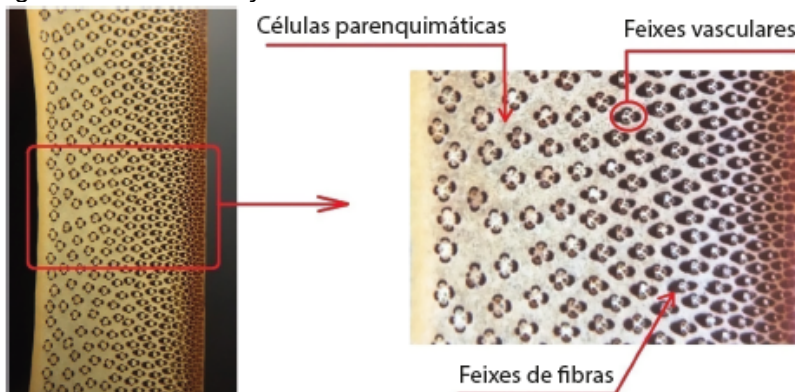


Fonte: minto fabricio et al., 2017

É importante ressaltar que parâmetros como diâmetro externo, espessura da parede e distância internodal podem variar ao longo de um mesmo colmo. Em geral, a região basal tende a apresentar maior diâmetro externo e maior espessura de parede quando comparado à extremidade superior. O espaçamento internodal tende a crescer a partir da base, atingindo valores máximos no região central e voltando a valores inferiores nas partes mais altas (Minto Fabricio et al., 2017). Devido à relação direta entre características estruturais e propriedades mecânicas, é de se esperar que haja uma variação nas propriedades mecânicas ao longo de um mesmo colmo.

Os colmos são internamente formados por fibras, vasos e condutores de seiva alinhados ao longo de seu comprimento, envolvidos por uma substância chamada parênquima. Do ponto de vista microestrutural, são considerados materiais compósitos, constituídos pela associação de fibras resistentes mecanicamente, fortemente aderidas à matriz dúctil de parênquima (Ghavami & Marinho, 2005). Conforme observado na Figura 3, a distribuição dessas fibras e vasos não é homogênea ao longo da espessura da parede do colmo. Existe uma maior densidade das mesmas próximo à face externa, de modo a elevar a resistência do bambu (Minto Fabricio et al., 2017).

Figura 3 - corte da seção transversal do colmo do bambu.



Fonte: minto fabricio et al., 2017

O bambu é constituído 40 % por fibras, 50 % por células parenquimáticas e 10 % conjuntos vasculares. A densidade de fibras tende a ser maior nas partes superiores do colmo devido ao seu formado cônico. Os conjuntos vasculares são os componentes estruturais mais variados do bambu, podendo variar forma, tamanho e distribuição ao longo da altura do colmo.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

O bambu é um material anisotrópico, ou seja, suas propriedades físicas e mecânicas variam de acordo com a direção de referência. Por ser tubular, suas direções de referência são: longitudinal, radial e circunferencial. A direção longitudinal é paralela às fibras, a direção radial é ao longo da espessura do colmo, enquanto que a circunferencial é paralela ao perímetro da seção transversal do mesmo (Minto Fabricio et al., 2017). Variações de propriedades mecânicas tendem a ser mais importantes ao longo do eixo longitudinal do colmo do bambu, principalmente devido ao fato de a densidade de fibras crescer com a altura, conforme mencionado anteriormente (Correal, 2020).

O tempo de colheita é um parâmetro chave para a obtenção de melhor performance no ponto de vista de resistência mecânica e rigidez. Esta relação pode variar dependendo da espécie, porém, em geral o bambu atinge a maturação em 3 anos. Um outro parâmetro importante é o teor de umidade presente no bambu, o qual tem um efeito significativo sobre a durabilidade do material. Assim como a madeira, o bambu seco apresenta melhor resistência mecânica quando comparado ao bambu natural, recém colhido. O teor de umidade pode afetar ainda a estabilidade dimensional, resistência à flexão e à fluência. Teores entre 20 e 30 % são considerados ideais (Correal, 2020).

Do ponto de vista estrutural, as propriedades físicas e mecânicas de maior importância para o uso do bambu são o teor de umidade, a densidade, resistências à compressão, à tensão, à flexão, ao cisalhamento e o módulo de elasticidade. A resistência à compressão é, em geral, determinada ao longo dos eixos longitudinal e radial, enquanto que as resistências à tração e ao cisalhamento são obtidas ao longo do eixo longitudinal (Ghavami & Marinho, 2005).

O limite de resistência à tração de algumas espécies de bambu pode ser variar entre 140 e 280 MPa, sendo comparável aos valores observados em aços carbono. Devido à distribuição heterogênea das fibras ao longo do eixo radial, resistência à tração do interior do colmo tende a ser inferior à observada na superfície do mesmo. (Goh et al., 2020).

É importante ressaltar que o bambu tende a apresentar uma baixa resistência à tração ao longo do eixo radial, perpendicular ao comprimento das fibras. Isso ocorre pois, neste tipo de solicitação, é a matriz de parênquima, de baixa resistência mecânica, que resiste ao esforço (Goh et al., 2020).

A variação dos valores de resistência à tração e do módulo de elasticidade em função da posição ao longo do eixo longitudinal e da presença de nós foi investigada em amostras do bambu da espécie *Guadua angustifolia* (Ghavami & Marinho, 2005). Os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - propriedades mecânicas de diferentes partes do colmo do bambu da espécie *guadua angustifolia* (GHAVAMI & MARINHO, 2005).

Parte do Bambu	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Base sem nó	93,38	16,25
Base com nó	69,88	15,70
Centro sem nó	95,80	18,10
Centro com nó	82,62	11,10
Topo com nó	115,84	18,36
Topo sem nó	64,26	8,0

Fonte: (GHAVAMI & Marinho, 2005).

Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que a presença de nós reduz a resistência à tração do material. Isso ocorre devido à descontinuidade das fibras nesses pontos. No nó ocorrem mudanças que alteram a seção e acúmulo de tensões. A falha dos corpos de prova de tração tende a ocorrer nessa região (Minto Fabricio et al., 2017).

A maior resistência à tração observada nas regiões do topo do nó quando comparada às demais pode ser explicada pela maior densidade de fibras presentes nessa área devido ao perfil cônico do colmo, com menor diâmetro externo na extremidade superior.

Assim como em todos os materiais compósitos, as fibras são as responsáveis pela resistência mecânica do colmo do bambu. Desse modo, suas características como distribuição, comprimento, geometria e densidade terão grande influência sobre esta propriedade.

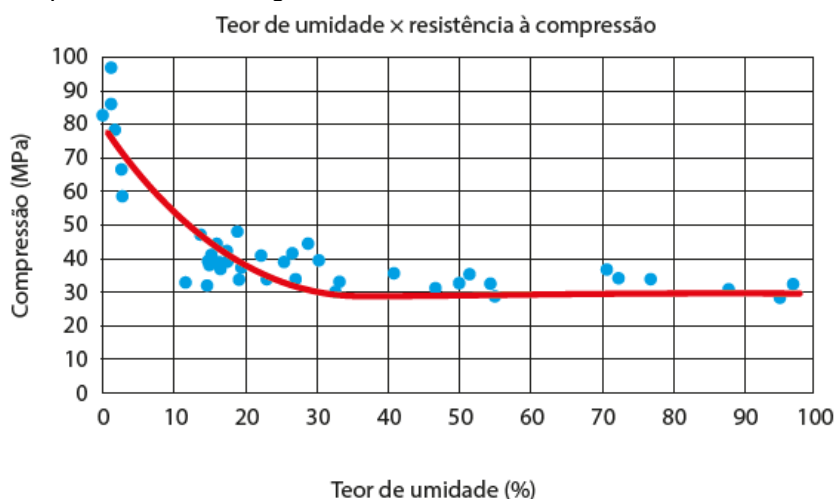
Observou-se experimentalmente que a resistência à compressão do colmo do bambu da espécie *Guadua angustifolia* pode ser até três vezes menor que o valor obtido para a resistência à tração (Ghavami & Marinho, 2005).

A resistência mecânica longitudinal do bambu é a mais importante para finalidades práticas e é denominada resistência paralela às fibras (Minto Fabricio et al., 2017). Devido à orientação das fibras ser paralela ao eixo do colmo, o bambu resiste mais à tração, pela elevada resistência mecânica característica das fibras, do que à compressão, devido à baixa resistência mecânica da matriz de parênquima (Goh et al., 2020).

O baixo módulo de elasticidade característico da maioria das espécies de bambu evidencia sua elevada elasticidade. Esta propriedade é vantajosa no que diz respeito à aplicação do bambu em elementos estruturais, principalmente em áreas propensas à ocorrência de terremotos (Goh et al., 2020).

A influência do teor de umidade sobre a resistência à compressão do bambu foi investigada em corpos de prova espécie *Bambusa vulgaris*. Conforme pode ser observado na Figura 4, quando a umidade é muito baixa, a resistência à compressão aumenta satisfatoriamente. Após atingir-se cerca de 30 % de umidade, a resistência à compressão se estabiliza e deixa de ser influenciada por este parâmetro. Este valor é considerado o valor de saturação das fibras (Minto Fabricio et al., 2017).

Figura 4 - relação entre o teor de umidade e o limite de resistência à compressão paralelo às fibras do bambu da espécie *bambusa vulgaris*.



Fonte: MINTO ET AL., 2017

TRATAMENTOS EMPREGADOS NO BAMBU

A durabilidade é um dos parâmetros de maior importância para o emprego do bambu na construção civil. Embora a durabilidade natural do material varie dependendo da espécie, a vida em serviço do bambu, sem tratamento, gira em torno de 1 a 3 anos quando em contato direto com o solo, de 4 a 5 anos quando em ambientes internos e pode ultrapassar 15 anos em condições muito favoráveis (Goh et al., 2020). Com o objetivo de

aprimorar a durabilidade do material e, assim, viabilizar sua utilização, diversos tratamentos podem ser realizados.

De modo geral, a vida em serviço do bambu pode ser aumentada significativamente através do emprego de etapas que eliminem o amido presente no mesmo, grande atrativo para fungos e insetos. Existem vários tipos de tratamentos para esta finalidade, os quais consistem, em sua maioria, na substituição do amido por substâncias químicas que dificultem a entrada de agentes biológicos deterioradores do bambu (Marçal, 2008). Em construções de pequena escala, processos tradicionais como a imersão em água e a fumigação podem ser empregados (Tatibana et al., 2016).

Além dos tratamentos destinados a proteger o bambu contra o ataque de fungos e insetos, há tratamentos que podem ser empregados com o objetivo de melhorar o desempenho destes materiais.

A presença de poros e vazios na microestrutura do colmo compromete suas propriedades mecânicas. O preenchimento dessas regiões com resinas poliméricas é capaz de aumentar a resistência à tração, à compressão e à flexão, além de elevar a estabilidade dimensional e a durabilidade. Cabe ressaltar que a impregnação do bambu com resina polimérica, além de melhorar as propriedades mecânicas, promove a imunização contra insetos (Minto Fabricio et al., 2017).

O BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, um dos critérios mais importantes na etapa de seleção de materiais é o custo. Nesse contexto, o bambu pode ser classificado como um material ecológico estrutural de baixo custo, principalmente graças à sua alta taxa de crescimento e curto ciclo de colheita quando comparado a outros materiais de crescimento natural. Agregado a isso, a elevada resistência à tração e elevada razão entre resistência mecânica e densidade, característicos do bambu, o tornam extremamente promissor para o setor. (Goh et al., 2020).

Embora o emprego do bambu em construções tenha ficado, por muitos anos, restrito a áreas rurais, observa-se sua expansão para construções modernas nos últimos anos. Um dos empregos mais comuns do bambu é como reforço e molde para o concreto. Além desta finalidade, o bambu pode ser empregado como pilares, vigas, esteiras, assoalhos, telhas, tubulações, lajes, portas, janelas, pisos, além de painéis decorativos e modulares pré-fabricados (Correal, 2020; Goh et al., 2020).

Além dos tipos de empregos supracitados, cabe destacar ainda o uso do bambu na forma laminada, denominado LBL (*laminated bamboo lumber*). O LBL é um novo material estrutural, feito à partir placas de bambu convencional prensadas a quente (Wu et al., 2020).

Como principais vantagens do uso do bambu na construção civil, podem ser destacadas suas características ecológicas como material renovável e de obtenção e processamento limpos, sua versatilidade, seu baixo custo de produção quando comparado a outros materiais de construção e suas propriedades mecânicas, em especial sua elevada razão entre resistência mecânica e densidade (Goh et al., 2020).

Como limitações para o emprego do bambu como material estrutural, destaca-se a necessidade de tratamentos que impeçam o ataque de insetos e fungos, sua baixa resistência a intemperes, sua elevada inflamabilidade e heterogeneidade macro e microestrutural ao longo do colmo (Tatibana et al., 2016).

CONCLUSÃO

Em consequência dos problemas ambientais que ameaçam o planeta, o incentivo ao uso de materiais sustentáveis se torna cada vez maior. Nesse contexto, o bambu emerge como excelente alternativa para emprego na construção civil. Características como sua elevada taxa de crescimento, seu caráter renovável e biodegradável, sua baixa densidade associada a elevada resistência mecânica e sua grande versatilidade de aplicações são de grande interesse.

O intuito deste trabalho foi apresentar o grande potencial do bambu como material estrutural para emprego na construção civil, através de uma revisão bibliográfica a acerca de suas características macroestruturais, microestruturais, físicas e mecânicas. Os resultados aqui expostos demonstram que o bambu apresenta propriedades físicas e mecânicas compatíveis com esta aplicação, as quais podem ainda ser aprimoradas através do emprego de tratamentos superficiais.

O acúmulo de conhecimento acerca das propriedades do bambu por parte do meio científico e o desenvolvimento de novos testes e normas serão capazes de alavancar o uso do bambu como componente estrutural nos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baganha, A., Junior, T., Leonardo, ;, Kenupp, K., De, R., & Campos, Q. (2009). **UTILIZAÇÃO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL-UMA ALTERNATIVA AO USO DE MADEIRA**. In *Revista Ciências do Ambiente On-Line Julho* (Vol. 5, Issue 1). <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/177>
- Correal, F. F. (2020). **Bamboo design and construction**. In *Nonconventional and Vernacular Construction Materials* (pp. 521–559). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102704-2.00019-6>
- Ghavami, K., & Marinho, A. B. (2005). **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia***. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1), 107–114. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662005000100016>
- Goh, Y., Yap, S. P., & Tong, T. Y. (2020). **Bamboo: The Emerging Renewable Material for Sustainable Construction**. In *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* (pp. 365–376). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.10748-9>
- Marçal, V. H. S. (2008). **Uso Do Bambu Na Construção Civil**. In **UNIVERSIDADE DE BRÁSÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA**. UNIVERSIDADE DE BRÁSÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA.
- Medina, F., & Librelotto, L. I. (2019). **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC/ CTC ÁREA DO CONHECIMENTO-CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS Área: ARQUITETURA E URBANISMO TECNOLOGIA DA ARQUITETURA**. Virtuhab. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/203981>
- Minto Fabricio, M., Camargo de Brito, A., Vittorino, F., Ghavami, K., Perazzo Barbosa, N., & Eustáquio Moreira, L. (2017). **Bambu como Material de Engenharia**. In **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Conforto Ambiental, Durabilidade e Pós-Ocupação** (pp. 305–348). Editora Scienza. <https://doi.org/10.26626/978-85-5953-029-2.2017c0012.p.305-348>
- Sanches Trevisan, P., Gomes De Sousa, K., Ribeiro, F. C. V., & Garcia, H. B. (2019). **SUBSTITUIÇÃO DAS TRELIÇAS METÁLICAS POR TRELIÇAS DE BAMBU NAS VIGOTAS PARA LAJES TRELIÇADAS**. *Revista Científica UMC*, 4(3).

<http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/761>

Tatibana, R. M., Reis, M. P. dos, & Bianchi, G. (2016). **BAMBU COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, 4(10). <https://doi.org/10.17271/2317860441020161394>

Wu, J., Yuan, H., Wang, W., Wu, Q., Guan, X., Lin, J., & Li, J. (2020). **Development of laminated bamboo lumber with high bond strength for structural uses by O₂ plasma**. *Construction and Building Materials*, 121269. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121269>

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p82>

Gabriel Andrade Luiz

Técnico em Edificações e Mecânica Industrial, Cadista, Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense. UNIVÉRTIX – Três Rios.

Thalles Gumieri da Silva

Acadêmico do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense. UNIVÉRTIX – Três Rios.

Rita de Cássia Texeira Assis

Graduada em Engenharia Civil; Mestranda em Ambiente Construído; Professora da Faculdade Vértix Trirriense. UNIVÉRTIX – Três Rios.

Lucas Machado Rocha

Graduado em Engenharia Civil, pós-graduado em Sustentabilidade na Construção Civil e Mestre em Mecânica das Estruturas; Professor da Faculdade Vértix Trirriense. UNIVÉRTIX – Três Rios.

Silane Mattos Peres

Graduada em Engenharia Civil e Segurança do Trabalho; Pós-graduada em Gestão de Projetos e Mestranda em Ambiente Construído; Professora da Faculdade Vértix Trirriense. UNIVÉRTIX – Três Rios.

RESUMO

O aumento de ocorrência de enchentes urbanas na cidade de Três Rios nos últimos anos motivou o desenvolvimento desse trabalho, o qual tem como objetivo apontar a deficiência de permeabilidade existente nas pavimentações públicas. Tal deficiência, é analisada pelo efeito do aumento da urbanização e impermeabilização dos solos, acarretando no crescimento do escoamento superficial. Além disso, o trabalho ressalta a importância do direito de ir e vir, que é garantido por lei e deve ser cumprido pelo poder público do município, onde no seu próprio plano diretor local menciona direitos que são descumpridos aos cidadãos residentes. Desse modo, o estudo busca ainda desenvolver acerca da questão da falha urbanística que provoca diversas enchentes, devido à fatores como a utilização do asfalto CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), além do dimensionamento defasado do sistema de drenagem, como também a poluição ocasionada pela ação humana. Mediante a esse fato, o conteúdo aponta os principais fatores que propiciam a recorrência de inundações, afetando o tráfego e qualidade de vida na cidade Três Rios. Com base nessa temática, é apresentado como proposta de intervenção, a utilização de uma camada asfáltica mais eficiente, como o CPA (Camada Porosa de Atrito), a revisão do dimensionamento das tubulações e a conscientização da ação humana, de forma a minimizar a incidência desse problema.

Palavras-chave: Enchentes. Asfalto. Permeabilidade. Inundações. Urbanização.

INTRODUÇÃO

Odom (1988) considera que a acelerada urbanização e crescimento das cidades, especialmente a partir de meados do século XX, promoveram mudanças fisionômicas no Planeta superiores à de qualquer outra atividade humana.

O processo de expansão significativa da urbanização, assim como o crescimento das superfícies impermeáveis nos grandes centros e cidades, começa a sofrer inúmeros problemas, muitas vezes, devido a um deficiente planejamento urbano.

Dados do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), do ano 2000, mostraram que o Brasil apresentava uma taxa de população urbana de aproximadamente 82%, próxima à saturação, sendo que 13 cidades já possuíam mais de um milhão de habitantes. Mediante a esse fato, o inchaço urbano propicia consequências diretamente proporcionais ao crescimento urbano, como a desproteção do meio ambiente e, conseqüentemente, uma frequência cada vez maior de enchentes que causam prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

Relacionando esses atuais problemas, o século XX, em especial a partir da sua segunda metade, foi marcado pelo desenvolvimento técnico-científico em grandes proporções, no qual o Brasil urbano multiplicou-se num índice de aproximadamente 14 vezes sua população, segundo o IBGE (2010). No entanto, esse sistema globalizado de desenvolvimento desenfreado da população ocasionou grandes inchaços urbanos que, em decorrência da imigração populacional, promoveu o aumento urbanístico do solo devido à construção de edifícios, calçadas e ruas impermeáveis.

Portanto, o plano diretor de Três Rios, menciona que a zona urbana consolidada no Art. 20 tem como obrigatoriedade e dever de:

Art. 20 -Esta área deverá ser objeto de restrição construtiva através do controle dos índices urbanísticos tendo em vista a compatibilizar os seus níveis de ocupação com a capacidade instalada de infraestrutura e de mobilidade urbana tendo em vista evitar a saturação e a degradação dos níveis de qualidade de vida observados atualmente neste local.

Em contrapartida, segundo Fontes (2003) o processo de urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que por sua vez acarretam em respostas hidrológicas deficientes nas áreas urbanizadas, apresentando implicações como o aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração, o que tem como consequência direta a ocorrência de inundações urbanas como é recorrente na cidade trirriense. Esta camada de impermeabilização, quando submetida a um maior volume de chuva durante um curto espaço de tempo, faz com que o revestimento não seja capaz de drenar toda água para os canais captadores e tão pouco absorver para o solo.

Este efeito pode ser notado tanto a nível local, quando são analisadas enchentes de algumas ruas e bairros, quanto a nível de bacias hidrográficas inteiras como será feito nesta presente análise, onde as enchentes atingem maiores proporções e podem causar catástrofes ainda mais intensas.

Portanto, a película do produto betuminoso do asfalto do tipo CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente) o qual tem uma elevada resistência mecânica e durabilidade, flexibilidade e estabilidade, mas que em contrapartida tem pouca impermeabilidade de líquidos, é tido como o principal retentor da água da chuva (SENÇO,2001).

Fato este que na cidade de Três Rios-RJ, ao se aproximar da estação chuvosa, torna-se evidente o problema de alagamentos em vários pontos da

cidade, sendo um dos principais a Avenida Zoelo Sola, localizada nos bairros Triângulo e Centro.

Dessa forma, a parcela da água não infiltrada passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava pela superfície do solo ficando retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade das seções e maior número de captações de drenagem, as quais não suportam toda demanda de recurso hídrico.

Mediante a esse fato, esse trabalho tem objetivo a partir dos cálculos com coeficiente de runoff (c) comparar a viabilidade técnica do asfalto CPA (Camada Porosa de Atrito), como alternativa para a ocorrência de alagamentos urbanos, além de compará-lo com a camada de asfalto CBUQ.

A eficiência do asfalto CPA especificado no DNER 386/99, surge exatamente para combater esses efeitos indesejáveis do excesso de água sobre o pavimento. O CPA por apresentar grande volume de vazios que permitem com que a água infiltre em seus poros e seja encaminhada para drenos laterais.

O trabalho apresenta o CPA como proposta, como também aponta a necessidade de uma revisão das tabulações e pontos de drenagens, além de conscientizar a importância da ação humana com o meio ambiente, de forma que ajude a minimizar a incidência desse problema nas vias públicas da cidade de Três Rios.

METODOLOGIA

A análise do objeto de estudo será realizada na cidade de Três Rios pelos graduandos de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense, onde serão avaliadas as condições de uma das principais vias da cidade com ocorrências de inundações nos últimos anos. A presente proposta trata-se de uma abordagem quantitativa no qual é usado métodos científicos como bibliográfico, documental e estudo de caso.

O primeiro procedimento feito foi uma consistente pesquisa bibliográfica em levantamentos já realizados como: artigos científicos, sites e livros.

Segundo Fonseca (2002), a pesquisa científica começa com uma pesquisa bibliográfica, onde o pesquisador tem a oportunidade de conhecer o que já foi realizado sobre o conteúdo.

Após essa fase do estudada, será executada uma análise documental através de plantas de levantamento Planialtimétricos onde serão realizados cálculos de vazão (Q), além do uso de reportagens e imagens feitas por uma das principais rádios da cidade, a Radio 3Rios, buscando identificar a incidência de inundações ocorridas na Avenida Zoelo Sola, no bairro Triângulo.

RESULTADOS

CONSEQUÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO.

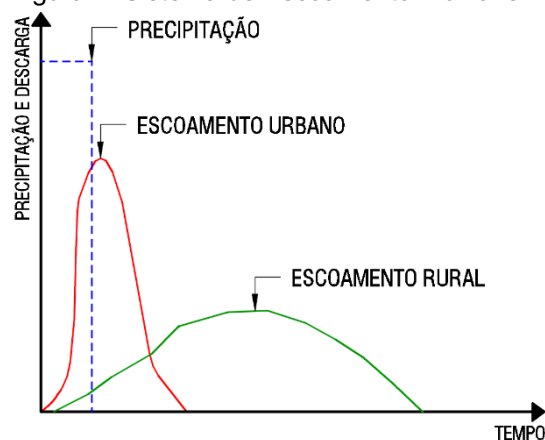
Considerados fenômenos naturais, as enchentes e inundações ocorrem repetidamente nos cursos d'água devido às chuvas intensas (POMPÊO, 2000). No entanto, apesar de serem naturais, a intervenção da ação antrópica tende também ser responsável pelas ocorrências registradas nos grandes centros urbanos, devido o descarte de lixos em locais impróprios, como ruas, córregos e bueiros.

A falta de planejamento, inerente do rápido crescimento urbano da cidade, provoca desastres relacionados às enchentes e inundações os quais são muito relevantes em âmbito mundial (PIRES; CARRILHO; GALVÃO. 2019).

Segundo Cristo (2002), muitas cidades desenvolveram suas malhas urbanas ao longo dos leitos dos rios colocando em risco populações que periodicamente, em consequência de chuvas intensas e concentradas, sofrem problemas com as inundações e/ou com acúmulo de águas pluviais nas vias urbanas.

A cada nova construção de casa, prédio comercial ou industrial com ruas asfaltadas, a vazão das águas pluviais escoadas superficialmente aumenta como demonstra a figura 1. Além disso, a impermeabilização faz com que essa vazão seja transportada para a captação da rede pública num tempo bem menor do que ocorria anteriormente, acelerando ainda mais com o período chuvoso.

Figura 1: Sistema de Escoamento Pluvial em áreas urbanas e rurais



Fonte: Acervo Próprio dos autores.

Com o acréscimo do volume e da velocidade do fluido transportado, faz com que ocorra a sobrecarga do sistema de drenagem, provocando os alagamentos e enxurradas urbanas (VIRGILLIS, 2009).

Na tentativa de mitigar o problema, a gestão pública enfrenta a limitação dos métodos tradicionalmente usados para escoar as águas pluviais, tais como calhas, sarjetas, bocas de lobo e tubulações enterradas, mas que, não colaboram para uma gestão eficaz da questão das cheias, transferindo o problema para jusante (foz/baixadas).

Com isso, é ocasionada a perda da capacidade natural de infiltração do solo, desta forma acontece um maior escoamento superficial o qual, agrava ainda mais o problema das enchentes (TUCCI, 2003).

Com a urbanização, ocorre também o processo de compactação do solo devido o fluxo de veículos transitando pelas vias e assim diminuindo o número de vazios das partículas do solo, dificultando a drenagem do mesmo e demais efeitos negativos.

ASFALTO CONVENCIONAL (CBUQ)

No Brasil, há grande utilização do asfalto (CBUQ), Faixa B DNER com polímero, segundo definição da norma DNER – ES 313/97 (15) “mistura executada em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e ligante betuminoso, espalhada e comprimida a quente”.

Nos grandes centros urbanos a utilização de CBUQ, além da grande densidade de áreas construídas e pavimentadas e com a baixa densidade de áreas verdes, nota-se uma considerável elevação da temperatura do ar local. Segundo Amorim (2005) este fenômeno é conhecido como ilha de calor, caracterizado pela elevação das temperaturas do ar e das superfícies do meio urbano em relação às do entorno rural próximo.

A presença e o desenvolvimento das ilhas de calor nas pavimentações urbanas como a de Três Rios são negativos para o meio ambiente, pois provocam alterações na umidade do ar, precipitação e ventos e intensificam o fenômeno conhecido como aquecimento global (GARTLAND, 2010).

Além disso, trazem como consequência desconforto térmico, problemas de saúde, elevação do consumo de energia para refrigeração dos ambientes, maior poluição do ar, dentre outros (OKE, 1987).

O asfalto (CBUQ), além de ser um corpo sólido (negro) que segundo a física absorve toda a radiação térmica incidente, têm propriedades que contribuem para a formação das ilhas de calor, como por exemplo, a utilização de agregados finos que aumentam sua compactação e diminuem o número de vazios, além da sua composição formada pelo impermeabilizante betuminoso que não absorve umidade.

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo expresso o seu grau através do "coeficiente de permeabilidade". O conhecimento da permeabilidade de um solo é de importância em diversos problemas práticos de engenharia, tais como: drenagem, rebaixamento do nível d'água, recalques, e outros.

Intervalos de Variação do Coeficiente de Permeabilidade, o valor de K é comumente expresso como um produto de um número por uma potência negativa de 10 como, por exemplo, $K = 1,3 \times 10^{-8}$ cm/seg. Valor este, característico de solos considerados impermeáveis para todos os problemas práticos.

No caso de misturas betuminosas, a classificação em termos de permeabilidade, segundo ZOOROB apud C. A. O'FLAHERTY (26), conforme é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação em termo de permeabilidade para misturas betuminosas.

K (cm/s)	Permeabilidade
1×10^{-8}	Impermeável
1×10^{-6}	Praticamente Impermeável
1×10^{-4}	Drenagem Baixa
1×10^{-2}	Drenagem Razoável
1×10^{-1}	Drenagem Alta

Fonte: Adaptado de ZOOROB apud C. A. O'FLAHERTY (26) – Highways- the location, design, construction and maintenance of road pavements, 2020.

ASFALTO PERMEÁVEL (CPA)

Do ponto de vista técnico, é falho não incorporar a drenagem na fase inicial do desenvolvimento urbano, o que resulta em projetos muito caros ou, em estágios mais avançados, na sua inviabilidade técnico-econômica (BRAGA, 1994).

Com estas prerrogativas, nasce em 1999 o estudo no Brasil sobre a utilização da Camada Porosa de Atrito (CPA) com polímero: segundo definição da norma DNER – ES 386/99 (02) “mistura executada em usina apropriada, com características específicas, constituída de agregado, material de enchimento (filer) e cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero do tipo SBS, espalhada e comprimida a quente.”

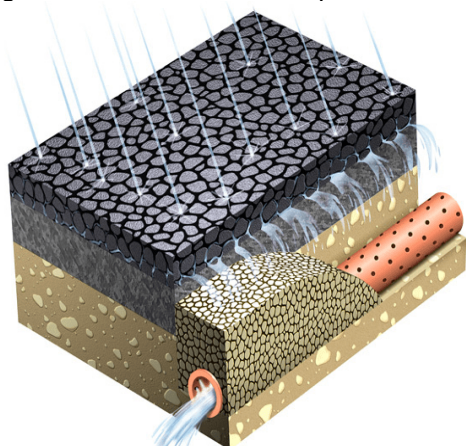
O pavimento drenante não tem como função a drenagem, ou seja, não deve ser adotado no lugar de bocas de lobo, bueiros e outras captações. O CPA é um pavimento poroso que tem como função diminuir os riscos de aquaplanagem, aumentando o atrito entre pavimento e pneu e possibilitando ainda a redução de ruídos gerados pelos veículos (VIRGILLIS, 2009).

Virgillis (2009) comenta que os processos de construção do revestimento poroso não apresentam diferenças expressivas em relação ao concreto betuminoso convencional, a exceção de algumas particularidades. Este tipo de pavimento pode ser aplicado a partir do leito ou ser executado em cima do pavimento existente. Antes da aplicação, realiza-se a impermeabilização e regularização da superfície, que não pode ter depressões com profundidade maior que 1 cm, para evitar a formação de bacias que propiciam o acúmulo de água entre o revestimento e o pavimento existente.

A regularização deve propiciar uma declividade transversal adequada ao escoamento da água. Deve ser previsto, também, dispositivos que permitam que a saída da água do interior seja rápida, podendo-se usar os acostamentos para implantar drenos (VIRGILLIS, 2009).

Essencialmente, o concreto permeável é um pavimento de concreto estrutural, com um grande volume de vazios interconectados (15 a 35%). Como o concreto convencional, é feito de uma mistura de cimento, agregados graúdos e água. Contendo pouca ou nenhuma areia, resulta em uma estrutura celular porosa que permite que a água passe facilmente como demonstra figura 2.

Figura 2: Sistema do asfalto permeável



Fonte: Il Populista, 2018.

Quanto maior a resistência que se procura, menor será a permeabilidade. Para obter maior permeabilidade é preciso maior volume de vazios e,

consequentemente, haverá menos resistência. Por isso, há limitações na aplicação do sistema de drenagem com concreto permeável, que é mais indicado para locais com menor solicitação de carga, onde a resistência é menos exigida, locais de tráfego leve (FEBESTRAL, 2005). Fatores que influenciam na durabilidade dos pavimentos permeáveis é uma rotina de limpeza e um controle de sedimentos (SCHUELER et al, 1992).

Após os estudos bibliográficos e de campo efetuado pode-se afirmar que uma sociedade só é realmente justa a partir do momento em que ela garante, a todos, a igualdade de direitos, como o direito da mobilidade urbana eficaz que é garantida pela lei nº12.587 art. 5º.

Mobilidade Urbana está fundamentada nos seguintes princípios:

I- acessibilidade universal; II - desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; III - equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; IV - eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; V - gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana; VI - segurança nos deslocamentos das pessoas; VII - justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; VIII - equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; IX - eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

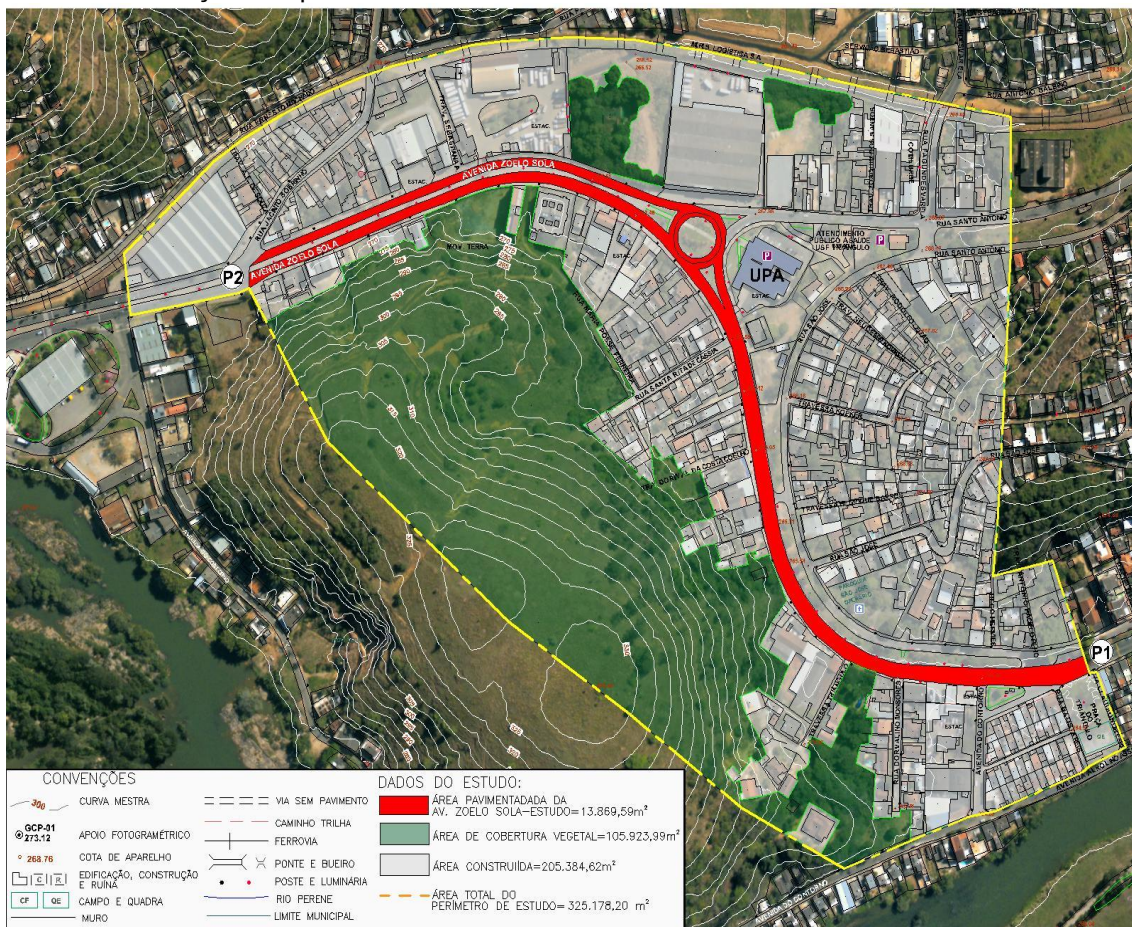
Desse modo, é evidente que não oferecer condições adequadas de mobilidade urbana é negar direitos e, por isso, a busca por construir por um Brasil mais acessível é cada dia mais um dever dos arquitetos, engenheiros e outros profissionais da área. As questões de enchentes urbanas vão muito além de proporcionar dignidade à sociedade. Isso se deve, uma vez que nos dias atuais de acordo com Dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2004) indica que no Brasil mais de 80% das pessoas são moradores urbanos, próximo a saturação. Deste modo garantir segurança em períodos chuvosos, como também permitir o tráfego da sociedade, está diretamente ligado a esta temática.

O estudo foi feito com uso de uma planta esquemática, entre os pontos (P1) definido como Praça do Triângulo e (P2) definido como Rua Jacinto Sobrinho, delimitando em vermelho o trecho da Avenida Ozelo Sola no Bairro Triângulo e centro, o qual visa pontuar a maior ocorrência de enchentes na cidade Três Rios-RJ.

Com isso, foi traçado um perímetro de estudo em amarelo tracejado para uma análise da enchente, onde a rua em destaque na cor vermelha, é de mão de dupla possuindo um comprimento entre os pontos de referência mencionados com comprimento de 1,509 km e área de 13.869,59 m², ambos medidos a partir do centro de cada via, somando também o comprimento da rotatória localizada próxima a UPA.

Ao redor da localidade estudada, a cobertura vegetal é a superfície predominante contendo área de 105.923,99 m² como também em maior parte, ocupada por área construída na cor cinza com valor de 205.384,62 m² representadas na figura 3.

Figura 3: Planta Esquemática do estudo efetuado entre os pontos (P1) e (P2), Triângulo de Três Rios-RJ com traçado do perímetro bacía adotado no estudo.



Fonte: Adaptado pelos autores de Google Earth, 2020.

Nessa localidade a pavimentação é feita de asfalto CBUQ, e há nos dois lados da via a presença de bueiros e bocas de lobo, no entanto não produzem uma eficiência de drenagem em períodos chuvosos mediante a demanda das águas pluviais.

Ademais a esse fato, o município de Três Rios/RJ está localizado na região central do estado do Rio de Janeiro, inserido na sub-bacia do Rio Paraíba do Sul possuindo uma área de 326.757 km² (IBGE, 2010) localiza-se a uma altitude aproximada de 329 metros do nível do mar. A população de Três Rios, segundo IBGE (2010), é de 77.432 habitantes.

Para melhor entendermos a questão das enchentes urbanas deve-se ser analisada fatores como os dados pluviométricos. Por isso, será analisado a estação de Moura Brasil, código 02243015, localizada na Latitude 22°08'15.5"S e Longitude 043°09'33.25"O. A estação pluviométrica encontra-se em atividade desde 1936, sendo operada pelo Serviço Geológico do Brasil/CPRM como demonstra a figura 4.

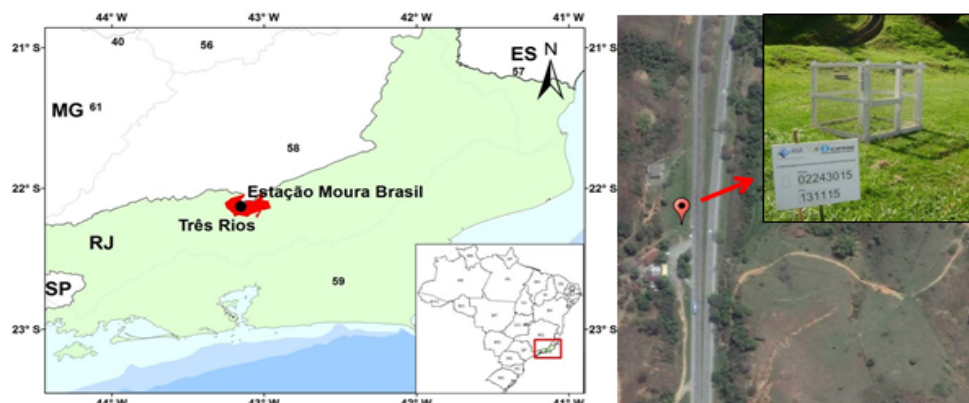


Figura 4: Localização do Município da Estação Pluviométrica no Município de Três Rios
 Fonte: Adaptado de Atlas Pluviométrico do Brasil pelos autores, 2020.

EXEMPLO DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA NA AVENIDA ZOELO SOLA

Suponha que em uma determinada ocasião do dia, em Três Rios, ocorreu uma chuva que gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial da cidade provocando uma enchente urbana. No entanto, foi registrada com tempo de duração (t) de 5 minutos e adotando o tempo de retorno (T) igual 5 anos. Qual é a intensidade pluviométrica da chuva em mm/h no local do estudo?

Portanto, respondendo esse questionamento vamos adotar a seguinte equação 01 para obter a intensidade chuva em (mm/h).

Equação 01 adotada para cálculo é a seguinte:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \text{ Onde:}$$

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso da estação de Moura Brasil que fica muito próximo do bairro Triângulo, os parâmetros das equações IDF são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 2085,0; b = 0,1877; c = 17,3 \text{ e } d = 0,8976;$$

Considerando (t) = 5 minutos e (T)= 5 anos, logo então a resposta será:

$$i = \frac{2085 \cdot T^{0,1877}}{(t + 17,3)^{0,8976}}$$

$$i = \frac{2085 \cdot 5^{0,1877}}{(5 + 17,3)^{0,8976}}$$

$$i = 173,80 \text{ mm/h}$$

TEMPO DE RETORNO DA CHUVA NA AVENIDA ZOELO SOLA

Adotando a intensidade pluviométrica da chuva no local de 173,80 mm/h, qual será o tempo de retorno dessa precipitação?

Portanto, para encontrar esse dado, será necessário a inversão da equação 01. Dessa forma obtemos a equação 02.

Equação 02 adotada para cálculo é a seguinte:

$$T = \left[\frac{i(t + c)^d}{a} \right]^{1/b}$$

Então logo sabemos que a intensidade (i) é igual a 173,80 mm/h. Substituindo os valores na equação logo temos:

$$T = \left[\frac{173,80(5 + 17,3)^{0,8976}}{2085,0} \right]^{1/0,1877}$$

$$T = 5 \text{ anos}$$

Confirmado o tempo de retorno de 5 anos, pode-se afirmar que esse valor corresponde a probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 20% como demonstra o cálculo abaixo:

$$P(i \geq 173,80 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T}100 = \frac{1}{5}100 = 20\%$$

Um relato deste problema foi feito por uma das principais rádios da cidade, Rádio 3Rios, onde reporta sobre o alagamento ocorrido no dia 24 de dezembro de 2019. O ocorrido no trecho da Avenida Zoelo Sola, impossibilita o deslocamento de carros, prejudicando não só o tráfego urbano como também toda a população residente nessa extensão, os impedindo de saírem de suas casas para efetuarem suas atividades cotidianas, como pode ser visto através dos esquemas A e B representados na figura 5.



Figura 5 – Fotos da Avenida Zoelo Sola no Bairro Triângulo-Três Rios (A e B).
Fonte: Rádio 3Rios, 2019.

Em contraposição ao relato, o Município de Três Rios, menciona no Art. 42 do plano diretor que alcançará o desenvolvimento sustentável mediante os seguintes objetivos:

- I - Valorização, preservação, recuperação e exploração racional de seus recursos naturais de forma a compatibilizar as necessidades sociais e econômicas da população sem criar risco e danos ao ambiente que comprometam a qualidade de vida das gerações futuras;
- II - O ordenamento territorial do Município deve assegurar o justo equilíbrio entre as áreas urbanas, rurais e naturais;

Em desconformidade ocorre o reflexo contrário do que é estipulado no plano diretor local, onde pode ser notado que nos dias de hoje na cidade, os problemas agravam-se pelas condições socioeconômicas e culturais brasileiras que fazem com que os cursos de d'água urbanos sejam vistos pela população como locais de destino de esgotos e lixo. As movimentações de solo são descontroladas e acabam assoreando também os rios.

À medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema pode ser minimizado com adequada frequência da coleta dos resíduos como também a educação da população com multas pesadas.

Há mais de vinte anos Viola (1987, p. 129) sugere que a reforma urbana ecológica aponta para uma cidade mais democrática, mais humana e respirável: a cidade do ser humano. Para isso, não é necessário que a cidade apenas tenha meios de aluguéis e transportes mais acessíveis, na qual cada família tenha direito a um terreno, mas também um ambiente urbano mais arborizado, mais silencioso e alegre, menos verticalizado, menos agressivo e com menores índices de poluição do ar.

Mediante da expressão “reforma ecológica” que segundo Viola (1987) usa para reivindicar um mundo urbano melhor, sugere, de imediato, que tal ambiente está longe de uma cidade ideal como propôs Tuan (1980). No Brasil, acreditamos que tal “reforma” seja urgente, especialmente no ambiente urbano pelos perceptíveis impactos ambientais negativos.

O lixo urbano, muitas vezes, é responsável pelos impactos ambientais evidentes na cidade de Três Rios. Assim, de acordo com essas ideias, foi feita uma Reportagem pela Rádio 3Rios no dia 07 de dezembro de 2015, sobre a grande quantidade de lixo encontrada em galerias pluviais do córrego Vila Isabel, que é localizado na Avenida Zoelo Sola demonstradas nos esquemas A e B da figura 6.



Figura 6 – Fotos da Avenida Zoelo Sola no Bairro Triângulo-Três Rios (A e B).
Fonte: Rádio 3Rios, 2015.

Reportagem feita pela Rádio 3Rios no dia 19 de fevereiro de 2020, sobre a grande quantidade de asfalto sendo pavimentado no bairro Triângulo, na Avenida Zoelo Sola demonstradas nos esquemas A, B e C da figura 7.



Figura 7 – Fotos da Avenida Zoelo Sola no Bairro Triângulo-Três Rios sendo asfaltada.
Fonte: Rádio 3Rios, 2020.

Fotos tiradas por internautas diante, do alagamento ocorrido no dia 20 de Março de 2020 como demonstra figura 8.



Figura 8 – Fotos da Avenida Zoelo Sola no Bairro Triângulo-Três Rios (A, B e C).
Fonte: Rádio 3Rios, 2020.

ALTERNATIVA PARA PREVENÇÃO DAS ENCHENTES URBANAS

Ainda assim, um estudo de Araújo, Tucci e Goldenfum (2000) avaliou o que ocorre com o escoamento superficial a depender do nível de permeabilidade do revestimento adotado. O nível de escoamento é mensurável a partir do chamado coeficiente de escoamento pela superfície (c), com os principais valores representados na tabela 2.

Tabela 2- Coeficientes experimentais de escoamento pela superfície

Tipo de Superfície	VARIAÇÃO DE RUNOFF (C)	VALOR ADOTADO	ÁREA DO ESTUDO
Telhado Cerâmico	0,80 a 0,90	0,80	A. Construída
Pavimento Betuminoso	0,80 a 0,95	0,95	A. Pavimentada
Vegetação Média	0,18 a 0,22	0,22	A. de Cobertura Vegetada
Camada Porosa Atrito (Proposta)	0,02 a 0,05	0,05	A. Pavimentada

Fonte: Adaptado de Manual de Drenagem Urbana, 2020.

Como pode ser notado na tabela 2, o coeficiente de runoff da superfície camada porosa de atrito, proporciona maior escoamento das águas pluviais no local e isso pode ser comprado mediante a seguinte expressão:

De posse deste coeficiente, utilizou-se como base de cálculo os desenvolvimentos de Marchioni e Silva (2016), que utilizam uma adaptação da equação 03 para o cálculo de vazão máxima de contribuição de uma bacia. Assim, caso a área de contribuição possua algum nível de permeabilidade, utiliza-se a seguinte equação:

Equação 03 adotada para cálculo é a seguinte:

$$Q = \frac{C.I.A}{60}$$

Onde:

C = Coeficiente de escoamento de *runoff*

Q = Vazão de Projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

Adotando a área pavimentada da Avenida Zoelo Sola de 13.869,59m² comparando o pavimento asfáltico betuminoso com o pavimento de camada porosa de atrito, para ambas as vazões, pode-se avaliar que são respectivamente:

ASFALTO BETUMINOSO:

$$Q1 = \frac{C.I.A}{60}$$

$$Q1 = \frac{0,95. 173,80. 13.869,59}{60}$$

$$Q1 = 38.166,80 \text{ l/min}$$

CAMADA POROSA DE ATRITO:

$$Q2 = \frac{C.I.A}{60}$$

$$Q2 = \frac{0,05. 173,80. 13.869,59}{60}$$

$$Q2 = 2.008,78 \text{ l/min}$$

Além da área pavimentada de 13.869,59m², adotando a área de cobertura vegetal de 105.923,99 m² e a área construída de 205.384,62 m² ao redor da Avenida Zoelo Sola, podemos calcular a vazão total (QT) da bacia de estudo considerando o coeficiente de runoff específico de cada uma superfície como demonstra a tabela 2, com isso obtemos:

VAZÃO TOTAL DO PERIMETRO DE ESTUDO DA BACIA:

$$Q_{TOTAL} = \frac{C.I.A}{60}$$

$$Q_T = \frac{(0,80. 173,80. 205.384,62) + (0,95. 173,80. 13.869,59) + (0,22. 173,80. 105.923,99)}{60}$$

$$Q_T = 581.613,26 \text{ l/min}$$

Pode ser notado que há uma diferença considerável entre as duas vazões, onde Q2 tem uma redução de 94,75% em relação a vazão Q1, o que de fato demandaria um tempo muito menor para seu escoamento total. No entanto, relacionando a vazão Q1 com o tempo de escoamento, fica evidente que essa demoraria 19 vezes a mais de tempo para efetuar o mesmo escoamento que a vazão Q2 e com isso fica notável que a capacidade drenante da camada porosa de atrito tem poder de minimizar os problemas ocorrentes na bacia de Enchentes urbanas.

Mas em contraposição, a vazão Q1 só consegue minimizar representa 6,22% da vazão total da bacia de estudo o que de fato seria necessário outras medidas para melhorias da drenagem urbana e pluvial do local. Devido a esse sistemática, além da alternativa do asfalto permeável, pode ser citado propostas que ajudem a escoar toda a vazão demandada pela bacia.

CONCLUSÃO

Em resumo, o aumento da ocorrência das enchentes urbanas na cidade de Três Rios é consequência de fatores socioeconômicos e de infraestrutura. Fatores estes, como a deficiência de permeabilidade nas pavimentações dimensionamento defasado das tubulações de drenagem, o não cumprimento das leis propostas no plano diretor local como também a poluição provocada pela população que desse modo prejudica o funcionamento dos pontos de drenagem.

Além disso, como a própria Constituição Federal cita que confere ao município o dever legal de promover o adequado ordenamento territorial, urbano e do uso e parcelamento do solo, fica notável que o plano diretor da cidade tem diretrizes muito interessantes no que tange a respeito das áreas urbanas e desenvolvimento sustentável, mas que no entanto, na prática não são cumpridas pelo poder público por falta de fiscalização dos órgãos competentes, como também a má administração das secretarias de infraestrutura que não garantem à sociedade uma boa qualidade de vida.

Fica notável, que esgotos sanitários, sedimentos e lixo, além da falta de controle urbanístico, contribuem para dificultar mais ainda a aplicação de medidas de controle corretivos da drenagem urbana. Mas apontar como pseudo-solução desse problema o ideal não é só canalizar as águas pluviais em galerias de modo que apenas erradique a paisagem de cenários degradados, (ainda que isso seja justificável para boa política urbana).

Apesar destes problemas típicos, a ação da população tem grande poder de modificação dentro desse problema alarmante, onde a educação ambiental e fiscalização do poder público proporciona em novos hábitos humanos. Por isso a o poder público deveria criar um serviço de remoção sistemática de sedimentos e lixo acumulados nas áreas urbanas e rios; onde este serviço teria grande visibilidade e publicidade para funcionar também como um fator de conscientização dentro da educação ambiental.

Portanto, fica evidente que o coeficiente de escoamento do asfalto betuminoso característico das pavimentações da cidade, não supre a demanda em dias de chuva máxima, onde ficou comprovado nos cálculos que vazão que o coeficiente de runoff desse tipo de superfície demandaria 19 vezes mais tempo para escoar toda água demandada comparado a Camada Porosa de Atrito.

Em contrapartida muitas soluções corretivas e propostas com técnicas modernas de projeto de drenagem urbana são aplicáveis como a utilização do asfalto CPA que tem um coeficiente de escoamento mais eficaz e capaz de reduzir o volume de água por um determinado tempo. Nesse estudo ficou evidente através dos cálculos que a superfície drenante porosa pode proporcionar uma drenagem 19 vezes mais eficiente que a atual pavimentação da Avenida Zoelo Sola que ocorre devido ao coeficiente de runoff característico dessa superfície.

Portanto fica evidente que o problema presente na Avenida Zoelo sola não é somente da pavimentação, mas também da falta de conscientização da população no

que diz a respeito ao descarte de lixo em locais indevidos como também as dimensões das tubulações de drenagem inferiores a demanda pluvial.

Mas em contrapartida, conclui-se que a utilização da camada porosa de atrito pode ser um agente minimizador diante do fenômeno de enchentes urbanas na cidade tririense, possibilitando um melhor tráfego de automóveis como também uma melhor mobilidade urbana da população residente nos bairros Triângulo, Centro e Vila Isabel como os demais outros que fazem ligação a essa via tão importante para cidade de Três Rios.

No entanto, a camada porosa de atrito não tem o poder de minimizar toda recorrência de enchentes urbanas. Portanto, pode ser efetuado em busca desse prol o aumento da cobertura vegetal ao redor da área urbana, desviar as águas pluviais para o Rio Paraíba do Sul que é muito próximo da localidade, redimensionar o sistema de drenagem existente, criar bueiros inteligentes que impeçam o congestionamento de resíduos provocados pela poluição humana. Ademais a esses pontos, pode ser criado taludes que diminuam a velocidade do líquido transmitido pelo solo, além de incentivar a população que faça emprego de telhado verde nas residências devido a seu coeficiente de runoff ser mais favorável para o escoamento do que o da telha cerâmica que é o predominante na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. R. D; TUCCI, C. E. M; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Brazilian Journal of Water Resources**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29.2000.

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL. EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA. Disponível em: \leq
http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17542/idf_tresrios_rj_suscet.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 de outubro de 2020

BRAGA, B. D. **Gerenciamento Urbano integrado em ambientetropical.** Seminário de Hidráulica Computacional Aplicada a Problemas de Drenagem Urbana. São Paulo: ABRH. 1994.

BRASIL. Lei de mobilidade urbana, nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 23 de maio de 2020

C. A. O'FLAHERTY, A. M. Highways- the location, design, construction and maintenance of road pavements. ZOOROB, S. E. Design and construction of hot-mix bituminous surfacings and roadbases – Chapter 12. Oxford. Butterworth Heinemann, 2002.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** 2. ed. São Paulo, 2005.

Febestral. **Les Revetements Drainants en paves de beton.** São Paulo, 2005. Figura 2 – Disponível em: < <http://www.ilpopulista.it/news/15-Ottobre-2018/29659/serve-l-asfalto-drenante-sulle-autostrade-siciliane.html> >. Acesso em: 10 março 2020.

Figura 3 - GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://www.google.com/earth>>. Acesso em: 20 Outubro. 2020.

Figura 4 - GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://www.google.com/earth>>. Acesso em: 20 Outubro. 2020.

Figura 5, 6, 7 e 8. Disponível em: <<http://www.radiotresrios.com.br/>>. Acesso em: 14 de Outubro de 2020.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2007.

FONTES; A. R. M.; BARBASSA, A. P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v. 8, n.2. 2003.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em Outubro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2000. Indicadores de desenvolvimento sustentável: disposição de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>>. Acesso em: 10 março. 2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Sistema de Indicadores de Percepção Social. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=6186>. Acesso em: maio 2020.

NAKAZONE, L. M. **Implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais**: a experiência da CDHU. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo 2005.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2 ed. Routledge. New York, p. 435. 1987.

PIRES, RODRIGO AZEVEDO GONÇALVES; CALADO, JANE DA CUNHA; FURTADO, DAYANA BRAINER DA SILVA; NETO, WILSON LEVY BRAGA DA SILVA. VIABILIDADE TÉCNICA DO ASFALTO PERMEÁVEL, COMO ALTERNATIVA NA MITIGAÇÃO DE INUNDAÇÕES, EM ÁREAS URBANAS. **Simposio internacional de gestão de projetos, inovação e sustentabilidade**, SÃO PAULO, v. VII, p. 1-15. 2018.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, V-5, Santa Catarina, 2000.

SENÇO, W. D. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo: Pini, v. 1 e 2, 2001.

SHUELLER, T. GALLI, J. **Environmental Impacts of Stormwater Ponds**. In watershed Restorationn soucebook. Anacostia Restoration Teram Metro. Washington Council Governm. 1992.

TUAN, Y. F. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Tradução de Livia de Oliveira. São Paulo; Rio de Janeiro, 1980.

TOLEDO. Manual de Drenagem Urbana, agosto de 2017. Disponível em: <[https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/manual de drenagem urbana - volume i.pdf](https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/manual_de_drenagem_urbana_-_volume_i.pdf)>. Acesso em: 20/10/2020

TUCCI, C. E., & BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Ed. dos Autores, Porto Alegre, 2003.

TRÊS RIOS. Plano Diretor do município de Três Rios, de 02 de outubro de 2013. Disponível em: <http://cvtr.rj.gov.br/plano-diretor/>. Acesso em: 10 de outubro de 2020

VIOLA, E. et al. **Ecologia e Política no Brasil**. Espaço e Tempo: IUPERJ, Rio de Janeiro, 1987.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p99>

Julie Catherine Siqueira Santana

Graduanda do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Maria Eduarda de Oliveira Ribeiro

Graduanda do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Especialista em Psicopedagogia e Tecnologias da Informação aplicas à Educação e
Mestre em Informática pela UFRJ. Professor da FAETEC e Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios.

João Paulo Silva de Souza

Graduado em Física. Especialista em Engenharia Elétrica. Especialista em Docência e
Gestão do Ensino Superior. Professor da Faculdade Vértix Trirriense
UNIVÉRTIX – Três Rios

Silane Mattos Peres

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído – UFJF.
Professora da Faculdade Vértix Trirriense UNIVÉRTIX – Três Rios

RESUMO

Diariamente, os meios renováveis tornaram-se o alvo de inúmeras pesquisas, em razão da preocupação com escassez desses recursos e principalmente com o meio ambiente. Por este e outros motivos que serão citados no decorrer do trabalho, muitas são as razões para a inserção das fontes renováveis de energias. As fontes de energia limpa, são apresentadas como principal alternativa para atender as necessidades da sociedade, levando em consideração a qualidade e segurança de atendimento da demanda de eletricidade e diminuição dos impactos ambientais, ocasionados pelo intenso consumo de energia. A Energia Limpa é definida como o próprio nome diz, de matérias naturais e renováveis, ou seja, não poluentes e inesgotáveis, conforme afirma Pinto (2013). Dessa forma, o propósito desse artigo foi detectar os principais modelos de energias renováveis que existe no Brasil, sua aplicabilidade e os benefícios que são atribuídas a cada uma no meio ambiente. Identificou-se as energias alternativas renováveis, eólica, hidráulica e Solar, como as mais populares no Brasil, em que a última citada, torna-se a mais acessível. Mudanças significativas de impacto ambiental entre as fontes limpas e as fontes não-renováveis foram encontradas. Visando a diminuição dos impactos ambientais, o presente estudo, foi criado com base nas orientações do estudo exploratório através de uma pesquisa bibliográfica a partir de uma revisão dos principais conceitos e aplicabilidade acerca das fontes de energia limpas no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Danos ambientais, Fontes de energia limpa, Recurso natural.

INTRODUÇÃO

O emprego de energias renováveis pelas indústrias é uma ação estratégica que exige planejamento e responsabilidade ambiental, além de amplo envolvimento e conhecimento quanto aos recursos provenientes da natureza. (RODRIGUES, 2006).

A humanidade vive em constante evolução e expansão. Com o aumento da densidade populacional no mundo, a busca por recursos, principalmente os energéticos, vem gerando impactos ambientais que são assunto de discussões mundiais. Nesse viés, a progressiva preocupação em relação as questões ambientais e também com a conscientização mundial a respeito da promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis, vêm incentivando a produção de pesquisas de desenvolvimento tecnológico, que objetivam a incorporação dos efeitos da aprendizagem e a resultante diminuição dos custos de geração de tais tecnologias (FREITAS & DATHEIN, 2013).

A produção de Energia Limpa está sendo alvo de grandes discussões e estudos. O uso de fontes renováveis passa a ser a melhor opção para obtermos resultados positivos e sem danos ambientais. O Brasil como referência mundial em energias limpas, com baixa emissão relativa de gases poluentes na atmosfera. A participação das fontes renováveis na capacidade instalada de geração do país é de 83,0%, enquanto a média mundial alcança 33% (REN21, 2019).

O recurso energético mais usado, mundialmente, para a geração de energia elétrica é originado de fontes fósseis e que não são renováveis, como por exemplo o carvão mineral, o gás natural e o petróleo. Além da preocupação infundável com o seu esgotamento, as grandes dependências de fontes de energia não renováveis de energia têm ocasionado também a emissão de gases tóxicos e poluentes e material particulado. Os mais alarmantes dos gases que são liberados para a atmosfera, do ponto de vista mundial, são os “gases do efeito estufa”, evidenciando o dióxido de carbono (FREITAS & DATHEIN, 2013).

Burke & Ornstein (1999) demonstram o problema, associando estas atividades à busca de resultados a curto prazo, sem levar em conta os custos a longo prazo. Os autores apontam que os passos do desenvolvimento humano historicamente ocorrem sem que se percebam os danos ou que se cause alarme imediato para os riscos. Contudo, cada ação interfere, de forma geral, em como a humanidade se relaciona entre si e com a natureza. Como consequência, hoje os danos ambientais são uma realidade que evidencia a necessidade de iniciativas individuais que, por sua vez, reflitam em ações conjuntas para a reversão ou para a desaceleração de todo o processo de degradação ambiental.

A construção civil foi e continua sendo um dos principais agentes que contribuíram para o panorama atual. Nesta área, segundo a arquiteta Vanessa Gomes (Projeto Design, 2007), coordenadora do Comitê Temático de Avaliação de Sustentabilidade e conselheira do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, o raciocínio imediatista é um dos cerne do problema da sustentabilidade das edificações.

Neste contexto, Energia Limpa é definida como o próprio nome diz, de matérias naturais e renováveis, ou seja, não poluentes e inesgotáveis, conforme afirma Pinto (2013). Temos como exemplo, o sol, o vento, água, que são encontradas em grande escala e com abundância, alternativa que foi considerada “limpa” para a produção de energia elétrica é o hidrogênio, pois ao ser utilizado como combustível deixa apenas vapor de água como resíduo (NASCIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012).

O uso correto dos recursos renováveis é uma ótima forma de substituir as “energias sujas” e, assim, impedir danos ao planeta (AZEVEDO, 2013). Os recursos renováveis de energia são aqueles em que as fontes naturais usadas têm a capacidade de se regenerar, isto é, são classificados como inesgotáveis, além disso, reduzem o impacto ambiental e contornam o emprego de matéria prima que, geralmente, é não renovável. A energia eólica, energia hidráulica e energia solar, são, entre as energias alternativas renováveis, as mais

populares atualmente. São muitas as vantagens da utilização das energias renováveis, pois o País possui condições bastante favoráveis em associação a esse tipo de fonte de energia. Os benefícios consequentes do aumento no consumo de energia são muitos.

Podemos citar como benefícios desse modelo de energia: aumento da diversidade de oferta de energia, maior geração de empregos no setor energético e novas oportunidades nas regiões rurais, preservação da biodiversidade, redução da poluição e da emissão de gases de efeito estufa, crescimento econômico, fornecimento de energia sustentável em longo prazo e redução do risco da falta de energia (COSBEY, 2011).

É viável e vantajoso o uso dessas energias alternativas renováveis substituindo os combustíveis fósseis. Além das energias renováveis serem praticamente inesgotáveis, elas também podem possuir um impacto ambiental muito pequeno, sem atingir a composição atmosférica do planeta ou o balanço térmico.

A utilização dessas energias alternativas renováveis em substituição aos combustíveis fósseis é viável e vantajosa. Além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis podem apresentar impacto ambiental muito baixo, sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta. De acordo com Fadigas (2011), diversas são as fontes para obtenção de energia elétrica, como por exemplo, as hidrelétricas, o carvão, o petróleo, a biomassa, a solar, a eólica, a geotérmica, a fusão, o hidrogênio, as ondas, a térmica das marés, as marés, os óleos vegetais, o álcool e o gás natural.

É nessa linha de raciocínio que uma série de alternativas associadas à geração de energia vem sendo desenvolvidas ao longo dos últimos anos, levando em consideração questões ambientais, tecnológicas, políticas e sociais, como a energia hidroelétrica, termoelétrica, biomassa, de marés, eólica, entre outras (ABRAMOWSKI e POSORSKI, 2000; MARTINS, GUARNIERI e PEREIRA, 2008; BRASIL, 2010).

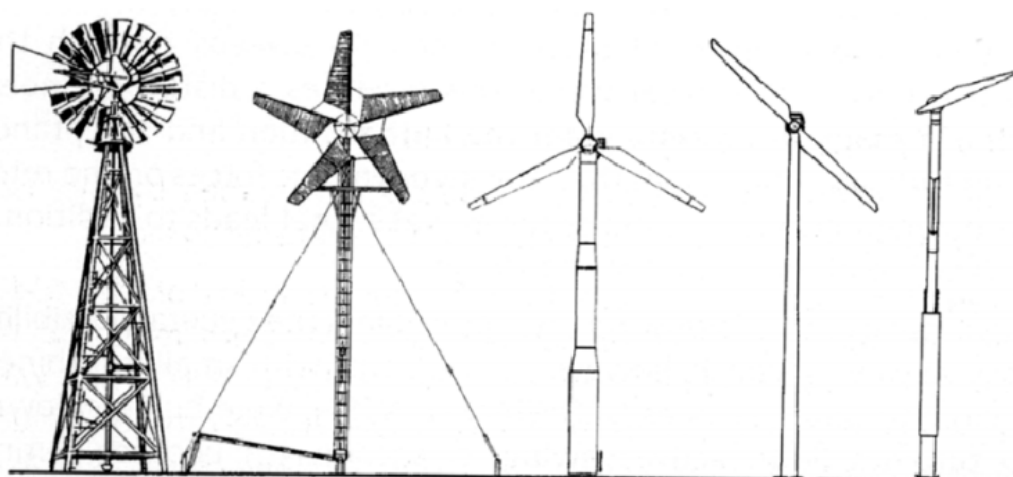
AS PRINCIPAIS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL E SUAS CONTRIBUIÇÕES AO MEIO AMBIENTE:

Energia Eólica: Define-se como sendo a energia cinética das massas de ar provocadas pelo aquecimento desigual na superfície do planeta. Além da radiação solar também têm participação na sua formação fenômenos geofísicos como: rotação da terra, marés atmosféricas e outros (MME, 2007).

A energia cinética compreendida nas massas de ar em movimento (vento) vem sendo utilizadas pelo homem há mais de 3.000 anos. A ideia de produzir energia elétrica com base nos ventos, iniciou-se no século XIX, naquela época utilizavam-se os moinhos para moer grãos, para bombear água e transportar mercadorias em barcos a vela, esse esquema continua sendo utilizado atualmente, em que o vento acerta a hélice da qual gira um eixo que impulsiona o gerador (ATLAS, 2008).

Seu aproveitamento ocorre através da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de energia elétrica, ou através de cata-ventos e moinhos para trabalhos mecânicos, como bombeamento de água. (ANEEL, 2002)

Figura 1- Turbinas Eólicas Horizontais



Fonte: MARQUES,2004.

De acordo com Javier e Rodriguez Rodriguez (2012, p. 42), a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico, produzindo, portanto, energia limpa.

Apesar deste tipo de tecnologia não queimar combustíveis fósseis e consequentemente não produzir emissões atmosféricas poluentes, a sua implantação com fazendas eólicas não é plenamente privada dos impactos ambientais, visto que elas modificam as paisagens com suas grandes torres e hélices e ainda ameaçam as aves se forem implantados em rotas migratórias. Sem contar os ruídos emitidos (baixa frequência) que podem causar incomodo e até mesmo interferências nas TVs. Outro problema grande também enfrentado é o alto custo dos geradores eólicos e ainda assim com esses custos elevados acaba sendo uma fonte de alternativa viável, pois tem um retorno financeiro a curto prazo (CEMIG, 2012; SILVA & BRITO, 2016).

De acordo com Junfeng (2006), a geração de energia eólica conseguiu alcançar um patamar de relevância, que mesmo durante a crise econômica mundial de 2008, continuou crescendo em ritmo acelerado com taxas de aproximadamente 32% de expansão e 41% em 2009. Para os autores, este crescimento ainda está fortemente baseado na instalação de turbinas eólicas em terra, que representa mais de 98% de todas as instalações até 2010, no entanto, o potencial de produção de energia offshore demonstra significativo potencial e representam atualmente apenas 1,3% da capacidade instalada.

Energia hidráulica: originou-se nos tempos remotos, no século II a.C, em que eram utilizadas as populares "noras", que eram rodas de água do modelo horizontal, onde estabeleceu-se a substituição do trabalho animal pelo trabalho mecânico. E dessa forma, com o avanço tecnológico no século XVIII, manifestaram-se as primeiras turbinas e os motores hídricos, fato esse que beneficiou na transformação da energia mecânica para energia elétrica. Tal energia, tinha como características a evaporação, a aceleração e acumulação da água, aspectos esses que são gerados pela irradiação solar e pela energia gravitacional, os tornando responsáveis pela geração de energia elétrica (ATLAS, 2008; CEMIG, 2012).

A criação de uma usina hidroelétrica, composta basicamente pela barragem, pelo sistema de adução e captação da água, pelo vertedouro e pela casa de força, dá-se de maneira integrada e conjunta. O objetivo da barragem é capturar água, assim, formará um reservatório em que a água será armazenada. Além de armazenar água, tal reservatório contribui para a adequação da vazão do rio, tanto em dias de estiagem, quanto em dias

chuvosos, ocasionando um volume adequado na captação da chuva e em uma diferença de altura, de forma que se torna fundamental para a produção de energia hidrelétrica (EDUARDO & MOREIRA, 2010; CEMIG, 2012).

Dessa forma, na esfera nacional e em associação à crise energética presente, as expectativas em relação a utilização dessa energia, estão cada vez mais altas e, mesmo que estejam em crescimento no Brasil, no mundo ela já move cerca de 2 bilhões de dólares. No Brasil, o Ceará foi o primeiro estado a se expressar em relação a essa energia e, dessa forma, incentivou muitos outros estados dos brasileiros que, atualmente possuem 20,3MW de capacidade instalada em território nacional ligadas a rede elétrica (ANEEL, 2016; SILVA & BRITO, 2016).

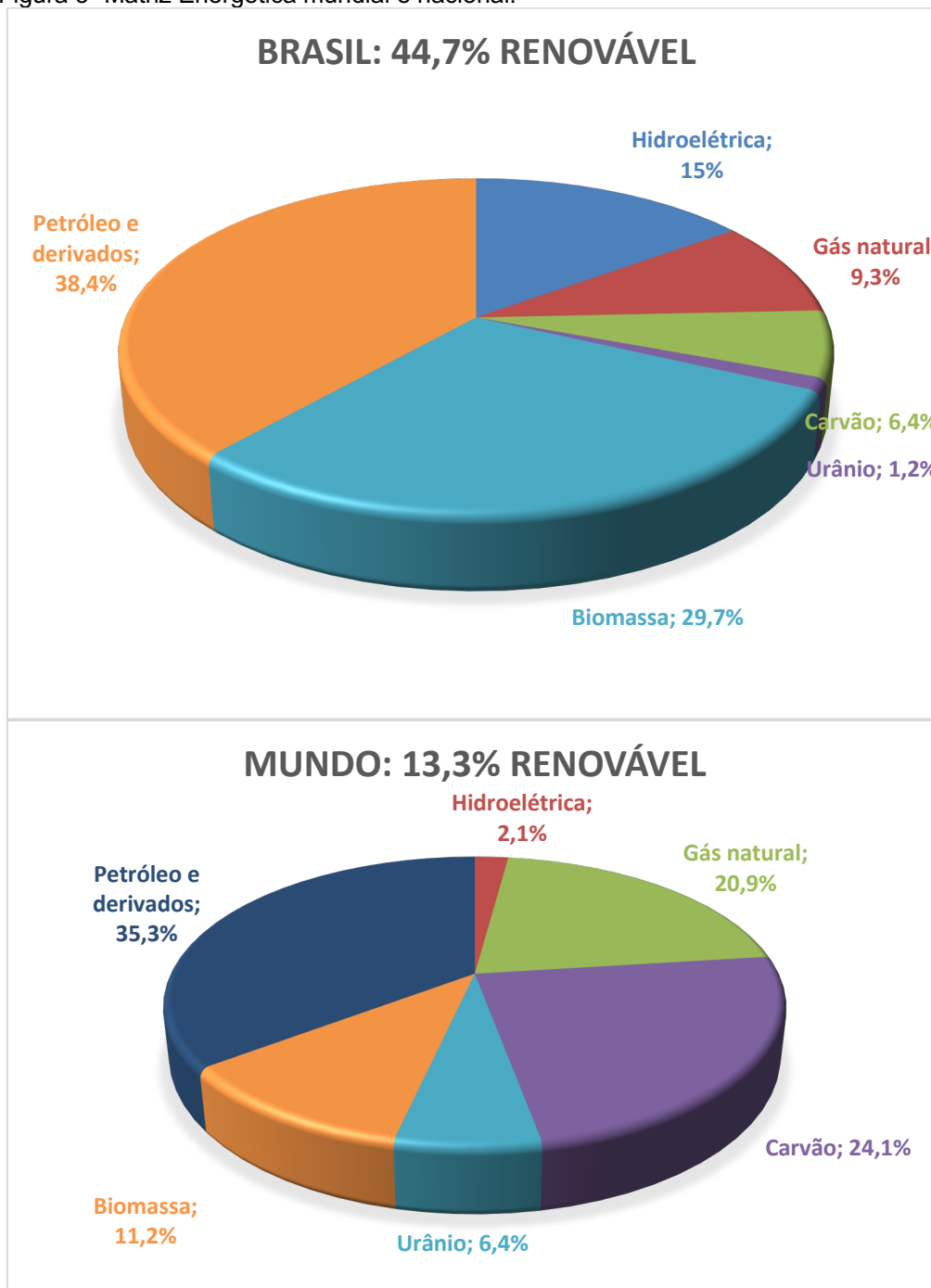
Figura 2: Usina Hidrelétrica



Fonte: ARTEAGA,2010.

A energia hidráulica, diferente das demais fontes renováveis, representa uma significativa parcela da matriz energética mundial, possuindo tecnologias de aproveitamento consolidadas. Em muitos países é a principal fonte de energia elétrica, e conforme podemos visualizar na figura 4, esse tipo de energia representa aproximadamente 2,1% da geração total de energia elétrica mundial, e 2,1 % da matriz nacional (Revista cultura e cidadania 2012).

Figura 3- Matriz Energética mundial e nacional.



Fonte: REVISTA CULTURA E CIDADANIA 2012.

Segundo o Balanço Energético Nacional (2003) embora a tendência ao aumento de outras fontes de energias seja grande, devido a fatores socioeconômicos e ambientais que restringem projetos hidrelétricos e aos avanços tecnológicos no aproveitamento de novas fontes de energia, a probabilidade é de que a energia hidráulica continue sendo a principal fonte energética no Brasil pelos próximos anos (ANEEL,2002).

Energia Solar: o maior capacitor de energia que sue supre a terra é o Sol, fazendo-se uma fonte indireta de quase todos os outros tipos de energia, como biomassa, combustíveis fósseis, hidráulica, eólica e energia dos oceanos. O método de energia oriunda solar, ocorre em razão do aquecimento desproporcional da atmosfera, o que produz

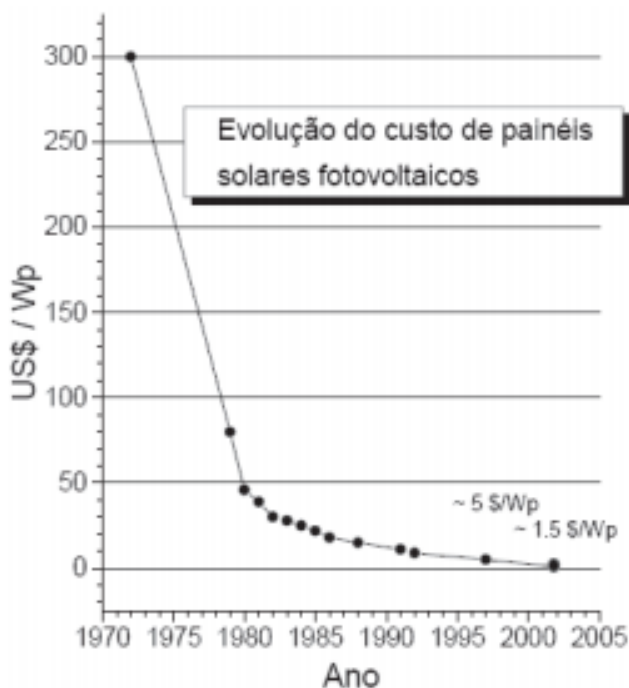
o ciclo das águas e a circulação atmosférica, de modo a serem usufruídos nos parques eólicos e com seu represamento que, futuramente, proporcionará a geração hidroelétrica. Possuem duas maneiras para que haja o aproveitamento do potencial, que são os sistemas de coletores solares e os sistemas de altas temperaturas (EDUARDO & MOREIRA, 2010; DANIEL et al.,2016).

A forma direta de obtenção se dá por meio de células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício. A luz solar, ao atingir as células, é diretamente convertido em eletricidade. No entanto, essas células fotovoltaicas apresentam preços elevados. O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (energia que o Sol carrega) incidem sobre os átomos, proporcionando a emissão de elétrons, que gera corrente elétrica. (ANEEL, 2002)

O Brasil, atualmente, tem 39 usinas solares que possuem a capacidade de 22.952kW caracterizando 0,0150% na matriz elétrica ligas a rede elétrica e, também, as não ligadas a rede em razão da grande e rápida crescente da energia solar. Prevê-se a consumação entre 300 até 500kWh/mês (ANEEL, 2016).

Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de utilização de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável. (ANEEL, 2002).

Figura 4- O custo das células fotovoltaicas em função do tempo.



Fonte: RUTHER,1999

O Brasil tem uma enorme habilidade em produção de energia e, além disso, tem vantagem associada a outros países ao que se diz respeito a alternativas de energias renováveis, no entanto, quando trata-se da introdução das tecnologias de tais fontes, ainda encontra-se obstáculos. Na maior parte das vezes, o mercado é limitado unido a essas tecnologias, o que influencia, de modo direto, no gasto dessas fontes, assim, favorecendo continuamente na importação de tecnologias de outros países (CEMIG, 2012; WWF, 2012).

Com tudo isso, entre os inúmeros debates que cercam a sociedade moderna, um dos poucos consensos que se consegue verificar em estudiosos das mais diversas áreas diz respeito à inovação como um fator determinante para a competitividade e o

desenvolvimento de nações, regiões, setores, empresas e até indivíduos (CASSIOLATO e LASTRES, 2000; VELOSO FILHO e NOGUEIRA, 2006).

Como desdobramento das atuais pressões sociais, políticas e institucionais, significativa parcela dos países emergentes passou a buscar desenvolver ou adquirir tecnologias mais limpas de energia, tendo em vista uma aproximação com a definição de desenvolvimento sustentável.

Desta forma, a partir das informações gerais, se demonstra e comprova a necessidade da realização das práticas sustentáveis no setor de energias, nota-se que vai além do poder econômico e sócio ambiental. O trabalho em questão tem como objetivo principal apresentar os conceitos e uma resposta energética e ambiental que possam auxiliar na utilização das três matrizes energéticas, e as tornem as mais viáveis para atender a sociedade.

A importância do tema pode ser vista ao se considerar um âmbito global, o impacto no ambiente pode ser muito reduzido em relação ao que é atualmente, cujos impactos ocorrem em todas as etapas, desde a extração das matérias primas e até mesmo durante o processo, com a emissão dos gases e o prejuízo no ambiente terrestre principalmente.

Apoiando-se em Souza (2008), o estudo corrobora com a necessidade de preservação ambiental, reconhecendo a tendência de escassez dos recursos naturais e o acúmulo crescente de lixo urbano, uma vez que a construção civil é vista como a maior geradora de resíduos. Apontando a necessidade de novos conceitos e soluções técnicas visando à sustentabilidade das atividades energéticas do país.

METODOLOGIA

Este trabalho fundamenta-se como uma pesquisa exploratória/explicativa, de revisão bibliográfica, que analisa aspectos qualitativos sobre o tema abordado. A pesquisa exploratória geralmente é realizada logo no início do projeto de pesquisa.

A escolha do método bibliográfico se deu por este possibilitar que o investigador tenha acesso a uma cobertura mais ampla do fenômeno e pela percepção de que o estudo de um setor requer a coleta de uma série de informações esparsas que dificilmente poderiam ser coletadas em um único trabalho de campo (GIL, 2010).

Gil (2008, p. 27), diz que as pesquisas exploratórias têm, como um de seus principais objetivos “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis”

No que diz respeito à abordagem do problema, refere-se a uma pesquisa qualitativa. Creswell (2007, p. 35) explica que, na pesquisa qualitativa e exploratória, “o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas [...] ou em perspectivas reivindicatórias / participatórias [...] ou em ambas”.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado por outros pesquisadores e, sua principal vantagem acha-se no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2008, p. 50).

Para viabilizar esta pesquisa, um dos autores que atuava no acompanhamento do processo teste de execução de uma elevatória de água, que usaria a energia proveniente de fontes renováveis, e através do estágio que cumpria do curso de Engenharia Civil, conseguiu adquirir informações a fim de obter dados fidedignos para posteriormente, serem analisados e interpretados com pesquisas em livros, trabalhos científicos publicados nas plataformas de busca Scielo e a pesquisa de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, espera-se conseguir, com a metodologia adotada, obter dados suficientes para a comprovação da viabilidade de uso de sistemas alimentados por fontes renováveis de energia.

As fontes de energias alternativas renováveis vêm numa crescente aceleração e motivadas em todos os países por conta das consequências severas em relação aos impactos ambientais produzidos pelas energias não renováveis como o petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares, em razão da luta contra o aquecimento global. Visto essa preocupação com as energias não renováveis em relação aos seus impactos ambientais causados e a crescente demanda de energia em todo o mundo, o grande desafio aos longos dos anos será a produção de mais energia emitindo menos gases de efeito estufa (AGUILAR et al., 2012; SANTOS, 2015).

Conforme mostra a figura abaixo, podemos identificar que o Brasil ocupa um destaque no desenvolvimento e uso de fontes renováveis devido a sua extensão territorial e principalmente pelo clima favorável para produção de matrizes energéticas renováveis.

Figura 5: Evolução da oferta interna de energia.



Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2020)

O aproveitamento da energia sempre gera algum tipo de impacto ambiente seja ela renovável ou não renovável, de pequena ou grande proporção. Porém, esses impactos podem ser minimizados quando associados o planejamento de recursos integrados, visto que eles visam um mundo mais sustentável, promovendo medidas políticas e econômicas (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2011; FREITAS & DATHEIN, 2013; SANTOS, 2015).

A relação da discussão da sustentabilidade, assim como coloca Elkington (2012), a respeito dos três pilares, segue uma linha em que não se deve vê-la como definida para uma organização isolada, mas, sim, para um sistema econômico-social-ecológico completo e, dessa forma, faz sentido a relação com os sistemas de inovação e o relacionamento que ele pressupõe em termos de instituições, corporações, conhecimentos e agentes diversos. De acordo com Elkington (2012, p. 275), “para atingir um desempenho excepcional da linha dos três pilares, são necessários novos tipos de parcerias econômicas, sociais e ambientais”, desenvolvidas a longo prazo e decisivas na transição para a sustentabilidade.

Conforme afirma a FAPESP (2010), a maioria das tecnologias de energia renovável, esbarram no alto custo de implantação/manutenção, ou ainda a densidade disponível do recurso (sol, vento, etc.), o que inviabiliza sua instalação. Sem sinalização de mudanças de custos, muitas opções de energia renovável continuam a ser mais caras do que as alternativas convencionais, embora algumas tecnologias, como a solar, estejam rapidamente se aproximando competitividade comercial em algumas configurações.

Conseguir novas reduções no custo da energia solar provavelmente irá exigir aperfeiçoamentos tecnológicos adicionais e pode eventualmente envolver novas tecnologias inovadoras, sendo que as oportunidades para reduções de custo no curto prazo incluem o aperfeiçoamento do sistema utilizado, o que envolve, talvez possíveis substituições dos sistemas utilizados (Lopes, 2011).

Como foi mostrado anteriormente, a energia solar ainda consegue chamar a atenção dentre as outras, devido o seu potencial energético, principalmente no Brasil. Os módulos fotovoltaicos já representaram cerca de 67% dos custos totais de um sistema (média em 2008). Atualmente, sua produção vem barateando a cada ano, chegando a representar menos de 50% dos custos totais (TOLMASQUIM, 2016). A previsão, de acordo com a Revista Hotéis (2017), é “de queda acentuada de custos das placas fotovoltaicas nas próximas duas décadas”, o que atrairia os olhares dos consumidores comerciais, residenciais e industriais, diante da oportunidade do alcance da independência energética. Logicamente, os custos de investimentos no sistema variam de acordo com diversos fatores, como, por exemplo, localização, configuração, tamanho e tipo de sistema (TOLMASQUIM, 2016).

Nesse aspecto, os países que evoluem com sua matriz para recursos energéticos de custo e de impacto ambiental mais baixo obtêm seguramente importantes vantagens comparativas. Paradoxalmente, com o desenvolvimento econômico e social há uma expressiva demanda de energia e com isso a necessidade de um alto grau de segurança e de sustentabilidade energéticas, muitas vezes gerando desagradáveis impactos ambientais (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescente aumento populacional e consumo de combustíveis fósseis, deve-se adotar um sistema de produção de energia que seja totalmente e ou parcialmente limpo, representando soluções para a crescente demanda energética mundiais visando minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, dentre tais soluções destacam-se aquelas baseadas em fontes inesgotáveis de energia, tal como a energia solar, que aumenta gradativamente devido a consciência ambiental das pessoas como a economia que a mesma trás possibilitando um melhor aproveitamento financeiro e energético.

Podemos concluir que a Produção de Energia Limpa se tornou eficaz para o combate à poluição, a emissão de gases poluente, o crescimento econômico e a geração de novos empregos. Porém, a carência de pesquisas, informação e o custo elevado fazem com que este recurso seja pouco utilizado no Brasil.

A energia solar é a que mais se viabiliza aos mecanismos existentes no Brasil em função de sua aplicabilidade mesmo em locais isolados, devido ao imenso potencial energético dessa fonte, encontrado em todo território e quanto a redução dos impactos ambientais, em comparação com as outras fontes de energia.

Em relação aos impactos ambientais constatados nas fontes de energias renováveis distintas, entende-se que esses são classificados como de baixa escala e com uma expressiva diminuição de tais impactos, quando equiparado com as fontes não renováveis de energia.

Ainda que as novas tecnologias de aproveitamento de energia ainda tenham um alto custo de implantação, vale ressaltar que algumas delas como a energia eólica, biomassa e a solar, apresentam um curto prazo, tanto de implantação, quanto de retorno financeiro, além de minimizar o impacto no meio ambiente.

O intuito central era mostrar que a utilização da energia por fontes limpas, poderia ser adequada no dia a dia da sociedade e reduzindo os danos ambientais para que próximas gerações tenham acesso a ela, podendo desfrutar dos recursos pré-existentes e ter uma base tecnológica, para futuros avanços na forma de obtenção de energia sustentável. Preservar para a sociedade vigente, não só contribuir para os humanos que virão, é guardar o que nós temos de melhor, a nossa principal origem de recursos, de todos os tipos, a natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOWSKI, J.; POSORSKI, R. **Wind energy in developing countries**. DEWI Magazine, n. 16, p.46-53, February, 2000.

AGUILAR, R.S; OLIVEIRA, L.C.S; ARCANJO, G.L.F. **Energia Renovável : Os Ganhos E Os Impactos Sociais , Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras**. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, **Atlas da Energia Elétrica do Brasil, 1º edição**, 2002.

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica, **Energia no Brasil e no Mundo, parte I**. 2007

ANEEL – **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em 14 de outubro de 2020.

ARTEAGA, Ronald Céspedes; BLANCO, Claudio José Cavalcante; LEITE, Jandecy Cabral, 2010. **Análise para diminuição das perdas no processo de Geração de Energia Elétrica da UHE - Balbina**. Acesso em 14 de outubro de 2020.

AZEVEDO, P.J.S. **Uma análise dos efeitos da crise econômica-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis**. [Dissertação] Universidade do Porto, 2013.

BURKE, J.; ORNSTEIN, R. **O presente do fazedor de machados**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. “CBCS - Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis”. Disponível em <http://www.cbcs.org.br/sobreocbcs/>. Acesso em: 12 outubro de 2020.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistemas de inovação: políticas e perspectivas**. Parcerias Estratégicas, n. 8, p.237-255, 2000.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. **Alternativas energéticas: Uma visão da Cemig** - Belo Horizonte: CEMIG, 2012.

COSBEY, A. **Trade, sustainable development and a green economy: Benefits, challenges and risks**. *The Transition to a Green Economy: Benefits, Challenges and Risks from a Sustainable Development Perspective*, p. 40, 2011.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007

DANIEL P et al. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 241-247, 2016.

EDUARDO, C.; MOREIRA, S. **Fontes alternativas de energia renovável, que possibilitam a prevenção do meio ambiente**. *Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense*, v. 1, p. 397-402, 2010.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade: canibais com garfo e faca**. Edição histórica de 12 anos. São Paulo: M. Books, 2012.

EPE. (2020). **Plano decenal de expansão de energia**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>. Acesso em: 26 de outubro de 2020.

FAPESP - **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. São Paulo: FAPESP, 2010. 300p.

FADIGAS, E.A.F.A. **Energia eólica - Série sustentabilidade**. Rio Grande do Sul: Editora Antus, 2011.

FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. *Revista Nexos Econômicos*, v. 7, n.1, p. 71-94, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Antônio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JAVIER, M.M.M.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, L.M. **Energia Eólica**. Montevideu: Curtón, 2012.

JUNFENG, L. et al. **A study on the pricing policy of wind power in China**. Brussels: GWEC, 2006.

LOPES, L. F. da R. **Importância da energia renovável para o meio ambiente**. 2011. 63 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2011.

MARQUES, Jeferson. **Turbinas eólicas: Modelo, análise e controle do gerador de indução com dupla alimentação**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME)/EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Caderno 11: eficiência energética. Brasília, 2007d. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br> >. Acesso em: 12 de outubro de 2020.

NASCIMENTO, T.C. MENDONÇA, A.T.B.B.; CUNHA, S.K. **Inovação e sustentabilidade na produção de energia: O caso do Sistema sectorial de energia eólica no Brasil.** Caderno EBAPE, v. 10, n. 3, set., 2012.

PINTO, M. **Fundamentos de Energia Eólica.** Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PROJETO DESIGN. **Entrevista: Vanessa Gomes.** São Paulo: Arcoweb, 2007, n.332, out

REN21. **Renewables 2019 – global status report.** Paris: REN21, 2019. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2020.

RODRIGUES, R.S. **O uso de energia oriunda de fontes renováveis nas indústrias brasileiras: uma questão de sustentabilidade.** São Paulo: 2006.

Revista cultura e cidadania 2012 Artigos: **Matrizes Energéticas do Brasil.** Disponível em: <http://revistaculturacidadania.blogspot.com.br/2012/05/artigos--matrizes-energeticas-do-brasil.html> Acesso em: 15 de outubro de 2020.

RÜTHER, R. **Panorama atual da utilização da energia solar fotovoltaica.** 19 p. 1999. Disponível em: Acesso em: 15 de outubro de 2020.

SILVA, M.S.T.; BRITO, S.O. **Impactos ambientais associados a construção de empreendimentos elétricos no setor de distribuição de energia.** Revista Faroeciência, v. 1, n. 1, p. 266-280, 2016.

SOUZA, M. I. B. et al. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, Vol. 12 – nº 2, 2008, 205-212 p.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos hídricos no Século XXI,** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** (Coord.). EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz energética brasileira. Novos Estudos,** n. 79, nov. 2007.

WWF - **Fundo Mundial para a Natureza. Além de grandes hidrelétricas:** Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. Relatório Técnico. Brasília, 2012.

Doi: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p112>

Rafael Nascimento Lopes

Bacharel em Engenharia Mecânica – UFF
MBA em Gestão de Projetos – USP

Allan da Silva

Licenciado em Geografia – Unisiam
Especialista em Ciências Sociais – UFJF

Bárbara Eckert de Medeiros

Acadêmica do 6º Período de Engenharia Mecânica
Faculdade Vértix Trirriense

RESUMO

Este artigo apresenta uma breve análise sobre a importância do processo de reciclagem para os municípios brasileiros, como um instrumento de sustentabilidade e transformação social e econômica com a geração de trabalho e renda para a sociedade. Para a fundamentação teórica, assumiu-se os pressupostos da Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que orienta, fomenta a criação e o desenvolvimento de cooperativas nos municípios brasileiros. Para o levantamento dos dados foram realizadas pesquisas de campo com os representantes de uma cooperativa que coleta materiais recicláveis no município de Três Rios, do estado do Rio de Janeiro. As informações coletadas foram tratadas em três categorias com base na análise dos conteúdos para efeito de comparação com os dados da pesquisa publicada pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT, 2018). Os resultados apontaram, com base na pesquisa da ANCAT, diversas semelhanças entre a cooperativa do município de Três Rios e as cooperativas dos demais municípios. Indicaram ainda através da análise SWOT, alguns desafios a serem enfrentados para que a cooperativa possa ser um mecanismo estruturado e com uma gestão plena, possibilitando que possa se desenvolver ainda mais, gerando mais trabalho e renda para o município.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Resíduos sólidos; Desenvolvimento socioeconômico;

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é um conceito consolidado a partir do compromisso global assumido por representantes de 170 países presentes na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que aconteceu no Rio de Janeiro em 1992, (**Rio-92**). Este conceito é norteado por princípios políticos, econômicos, ambientais e sociais que se fundamentam na busca e construção de projetos viáveis e capazes de atender as necessidades da geração atual e, que se comprometam com a manutenção das necessidades das gerações futuras. Neste contexto, dentro das diversas responsabilidades e compromissos assumidos pelos governos nessa conferência mundial, está a prática da

coleta de resíduos sólidos urbanos (**RSU**), que são destinados para o processo de reciclagem.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (**PNUD**), elaborado pela Organização Mundial da Saúde (**OMS**), a reciclagem é definida como um processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos, através da coleta, separação, recuperação e transformação de produtos e bens que foram descartados. Esse processo envolve a economia de matérias primas, combate ao desperdício, reduz a poluição ambiental, valoriza os resíduos e a preservação e conservação do meio ambiente.

No Brasil, a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (**PNRS**), é bastante atual e está norteada por princípios básicos do processo de reciclagem, sendo uma ferramenta importante para o desenvolvimento necessário do País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do tratamento e disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos está contemplada no artigo 16, da Lei nº 12.305/10. No estado do Rio de Janeiro, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente é o órgão responsável pela elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Essa responsabilidade visa garantir a minimização, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final correta dos resíduos sólidos urbanos nos municípios do estado.

A elaboração do Plano Municipal de Resíduos Sólidos está contemplada no artigo 18, da Lei nº 12.305/10. Em Três Rios, município localizado a 131 km ao norte da capital do estado do Rio de Janeiro, a Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura norteia as suas ações pelos princípios básicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que busca na prática, através da parceria com uma cooperativa de coleta seletiva do município, promover a gestão correta dos resíduos sólidos, possibilitando tanto a coleta, redução do lixo gerado, destinação correta e a reciclagem dos materiais que retornam para o ciclo produtivo, diminuindo o desperdício e gerando trabalho e renda para os municípios.

A reciclagem e a geração de renda

No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (**Abelpre**), em 2018, o país só recicla apenas 3% dos resíduos sólidos, sendo que este percentual poderia chegar a 30% do material descartado. A composição do descarte urbano dependerá de algumas variáveis a serem consideradas como o porte econômico do município, os hábitos de consumo da população, entre outros fatores. Porém, as proporções indicadas pelo relatório da Abelpre de 2018, e outras literaturas específicas giram em torno de 65% de matéria orgânica, 15% de papel e papelão, 7% plástico, 3% metais, 2% vidros e 8% de materiais diversos (madeira, borracha, pilhas, lâmpadas, couro, louça, etc.).

A reciclagem não promove apenas a proteção ao meio ambiente, gera um impacto social e econômico, uma vez que reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de lixo descartado por indústrias, comércios e residências e abre centenas de postos de trabalho e renda, gerando empregos e contribuindo para a construção de um modelo de desenvolvimento humano mais abrangente, complexo e integral.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (**PNRS**), na seção IV “Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos”, no artigo 18, inciso XII menciona sobre o desenvolvimento de:

“XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos”

Para que esse verbo jurídico estimule e se transforme em ação capaz de aumentar o volume de resíduos sólidos destinados para as indústrias de reciclagens, gerar emprego

e renda para a população brasileira, é necessário analisar os dados municipais sobre as pessoas e empresas que trabalham nesse ramo da economia.

Segundo Rauber (2011), com a sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos (**PNRS**), o Brasil passa a ter um mecanismo de desenvolvimento social, econômico e ambiental. Sosa (1992) afirma que a reciclagem não só possibilita o aumento da vida útil dos materiais, gera novos negócios empresariais, como também contribui para a proteção ambiental.

O processo de reciclagem como um mecanismo de geração de negócios, renda e trabalho para a sociedade, tem na figura do coletor urbano ou das cooperativas locais com suas estruturas (galpão, carrinho de coleta, prensas, caminhão e outros maquinários) e gestão, um importante agente ambiental, pois estes, contribuem de forma significativa para aumentar o índice de coleta seletiva no Brasil, dando seguimento a cadeia sustentável com a possibilidade de reaproveitamento e reciclagem através dos materiais descartados. Esta cadeia é uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos urbano mais vantajosas para o nosso planeta, tanto do ponto de vista ambiental quanto do socioeconômico, pois reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, além de diminuir o volume de lixo e gerar emprego a milhares de pessoas.

A partir dessa importância, verifica-se a necessidade de se pensar sobre como esse instrumento de transformação social, estrutura e gestão, tem sido operado pelas cooperativas locais, que atuam na coleta desses resíduos, pois enquanto instrumento de trabalho e geração de renda, apresenta em si, dupla intencionalidade, isto é, pode servir como objeto de transformação social e construção de cidadania, como também para a submissão e opressão dos indivíduos que dependem desse meio de sobrevivência, confirmando para a manutenção, o crescimento da desigualdade e exclusão social existentes que permeiam a nossa sociedade.

Sendo assim, o objetivo do estudo é analisar os dados sociais, econômicos e estruturais divulgados pelo anuário de 2017- 2018 da Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (**ANCAT**), e compará-los com os dados de uma pesquisa de campo, feito numa cooperativa de coletores de materiais recicláveis, situada no município de Três Rios – RJ, para se obter um diagnóstico através da matriz SWOT dos pontos positivos e negativos da cooperativa no momento atual.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso de uma cooperativa de coleta de resíduos sólidos, afim de compreender o perfil socioeconômico dos coletores, a estrutura para a coleta, e o nível de gestão.

O trabalho foi elaborado em três etapas, que são: Estudo Socioeconômico; Análise da infraestrutura e gestão; Análise global.

A primeira etapa (estudo socioeconômico), consistiu em cinco (5) perguntas relacionadas ao perfil dos coletores da cooperativa, as perguntas foram enviadas em forma eletrônica pela ferramenta Google Forms, conforme roteiro do questionário descrito na Tabela 1. Após a coleta das respostas, foi realizado o agrupamento das informações e análise das respostas sendo comparada com a pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (**IBGE**), através de uma Pesquisa Nacional por amostra de Domicílio (**PNAD**).

Tabela 01 – Questionário de análise socioeconômica dos coletores de resíduos sólidos urbanos reciclável

Nº	Pergunta	Opções do questionário
1	Qual o seu gênero?	a) Masculino b) Feminino

2	Qual a sua raça?	a) Branco ou Amarelo b) Negro, Pardo ou Indígena
3	Qual sua faixa etária?	a) Até 29 anos b) De 30 à 49 anos c) De 50 à 60 anos d) Mais de 60 anos
4	Qual seu grau de instrução?	a) Sem instrução b) Nível fundamental c) Nível Médio d) Nível Superior
5	Qual a renda média mensal que consegue arrecada?	a) 1/2 salário mínimo (R\$ 522,50) b) 1 salário mínimo (R\$ 1045,00) c) 1,5 salário mínimo (R\$ 1567,50) d) 2 salários mínimos (R\$ 2090,00) e) Acima de 2 salários

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida foi realizado a análise da infraestrutura e gestão. Para realização desta etapa foi necessário a realização de uma visita *in-loco*, para entrevista conforme roteiro de entrevista (tabela 2).

Tabela 02 – Roteiro de entrevista para análise de infraestrutura e gestão reciclável

Nº	Pergunta
1	O local onde a cooperativa está instalada é próprio?
2	Possui transporte para coleta e venda do material?
3	Possui prensa?
4	Possui balança?
5	Possui algum auxílio vinculada a gestão (consultoria/assessoria, suporte técnico, etc)?
6	A cooperativa possui método de gestão da qualidade implantado (5S, Kaizen, etc) ou metodologias de gerenciamento empresarial?
7	Possui algum plano de saúde, odontológico ou semelhante na cooperativa?

Fonte: Elaborado pelo autor

Com a coleta dos dados das duas etapas anteriores foi realizada a etapa subsequente, que é a análise global, que consiste em fazer uma análise geral das duas etapas anteriores. Após a análise, é realizada de forma crítica, a constituição de uma matriz SWOT.

A análise SWOT é um método desenvolvido pelos professores Kenneth Andrews e Roland Christensen da Universidade de Havard Business School (Estados Unidos), que consiste em um diagnóstico através de um levantamento de dados, com o objetivo de aprimorar o planejamento estratégico de uma empresa ou instituição. Este método possibilita visualizar os pontos positivos e negativos, através de quatro quadrantes que derivam do inglês, sendo Strengths (força), localizado na extremidade superior esquerda; Weaknesses (fraquezas) localizado na extremidade superior direita; Opportunities (oportunidades) localizado na extremidade inferior esquerda; Threats (ameaças) localizado na extremidade inferior direita. Conforme figura 1.

Figura 1: análise swot



Fonte: <https://www.scopi.com.br/blog/planejando-com-matriz-swot/>

Esta análise possibilita obter um diagnóstico dos pontos positivos e negativos da cooperativa no momento atual.

Por fim, ressalta-se que em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho foram respeitadas as resoluções nº 196/96 e nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que tratam das diretrizes e parâmetros para pesquisas acadêmicas envolvendo seres humanos. Além disso, em todas as etapas também foi garantido o anonimato dos sujeitos participantes, de forma a preservar suas identidades e integridades.

RESULTADOS

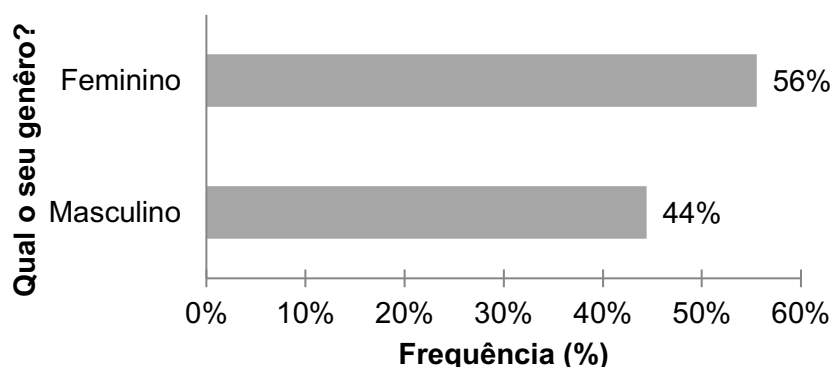
ETAPA 1: ESTUDO SOCIOECONÔMICO

O questionário foi respondido por 9 coletores de resíduos sólidos de uma cooperativa localizada no município de Três Rios, no interior do estado Rio de Janeiro, na Região Centro-Sul.

Os resultados obtidos por meio do questionário estão representados em gráficos na mesma ordem das perguntas e os dados foram comparados com o anuário de 2017-2018 da Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (**ANCAT**) onde as pesquisas foram realizadas pela PNAD.

A primeira pergunta consiste em saber os gêneros dos entrevistados, as respostas apresentaram que 56% dos entrevistados é do gênero feminino e 44% do gênero masculino. A pesquisa realizada pelo IBGE - PNAD, apontou que 72% dos coletores são gênero masculino.

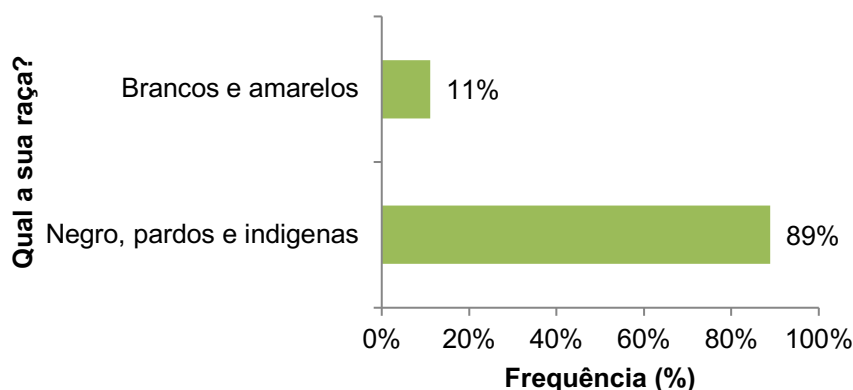
Figura 2: primeira pergunta do questionário



Fonte: Elaborada pelo autor

A segunda questão consiste em identificar a raça dos coletores. A grande maioria dos respondentes (89%) respondeu ser negra, parda ou indígena.

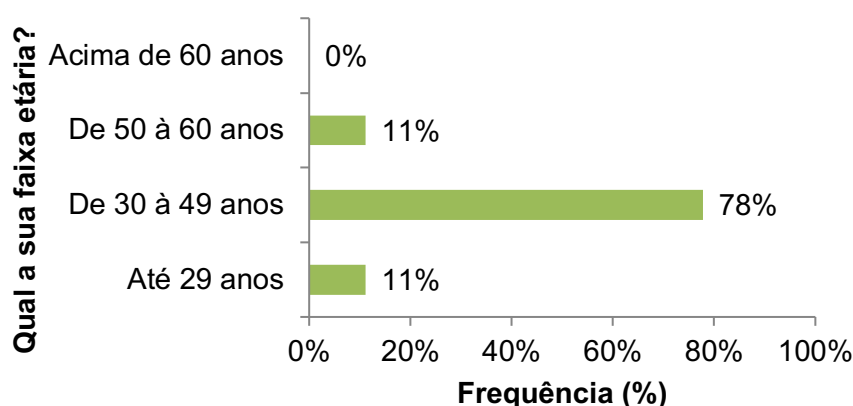
Figura 3: segunda pergunta do questionário



Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, foi questionada a faixa etária, onde 79% possuem idade entre 30 a 49 anos, 11% até 29 anos e os outros 11% estão entre 50 a 60 anos.

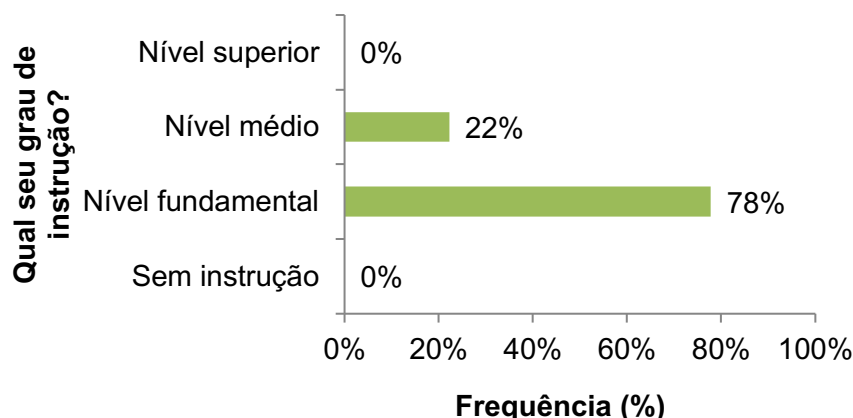
Figura 4: terceira pergunta do questionário



Fonte: Elaborada pelo autor

Os entrevistados apresentam baixo nível de escolaridade, onde 78% possuem até o ensino fundamental completo, e somente 22% estudaram até o ensino médio completo.

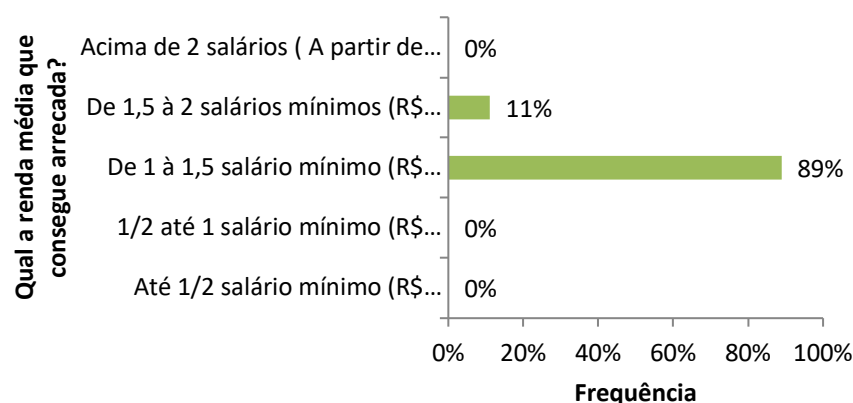
Figura 5: quarta pergunta do questionário



Fonte: Elaborada pelo autor

A renda média declarada pelos coletores é de R\$ 1.277,00. De acordo com o PNAD, os coletores na região Sudeste em 2018 possuem uma renda média de R\$ 1.096,00.

FIGURA 6: QUINTA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO



Fonte: Elaborada pelo autor

ETAPA 2: ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E GESTÃO

A segunda etapa do estudo consistiu em uma visita na cooperativa, com perguntas referentes a infraestrutura do local e metodologia de gestão. Na tabela a seguir está elucidado as perguntas que foram realizadas na primeira coluna e as respostas na segunda coluna. As 4 primeiras perguntas são relacionadas à infraestrutura e as outras 3 são voltadas para gestão.

Tabela 3 – Análise de infraestrutura e gestão

Nº	Pergunta	Resposta do questionário
1	O local onde a cooperativa está instalada é próprio?	Não, o local é alugado.
2	Possui transporte para coleta e venda do material?	Sim, possui um convenio de recolhimento de resíduo sólido na cidade. No entanto o caminhão que é utilizado para coleta de material, não possibilita a venda do produto, de forma independente devido a capacidade de transporte ser insuficiente.

3	Possui prensa?	Sim, no entanto a prensa é emprestada e concedida pelo comprador do material.
4	Possui balança?	Não possui balança própria ou método de pesagem do material.
5	Possui algum auxílio vinculada a gestão (consultoria/assessoria, suporte técnico, etc.)?	Não possui balança ou método de pesagem do material de forma independente.
6	A cooperativa possui método de gestão da qualidade implantado (5S, Kaizen, etc.) ou metodologias de gerenciamento empresarial?	Não, possui nenhum tipo de apoio.
7	Possui algum plano de saúde, odontológico ou semelhante na cooperativa?	Não, possui nenhum relacionado a gestão.

Fonte: Elaborada pelo autor

ETAPA 3: ANÁLISE GLOBAL

O estudo socioeconômico demonstrou que a paridade de gênero e grande parte dos coletores se declararam negros, pardos ou indígenas, possuem idades entre 30 e 49 anos e estudaram, no máximo, até o ensino médio. A renda média, conforme a declaração dos entrevistados, está um pouco acima de um salário mínimo.

Os dados coletados indicam similaridade com a pesquisa realizada pela IBGE - PNAD, assim apontando que o perfil dos coletores de resíduos sólidos na região centro-sul está próximo da realidade brasileira em um todo.

A análise de infraestrutura e gestão apontou um quadro alarmante. A cooperativa não possui galpão próprio, sendo realizado pagamento mensal de aluguel, o que necessariamente, faz aumentar o custo fixo. Não possuem balança, dificultando a pesagem do material coletado e vendido, além de fragilizar o controle interno. A cooperativa possui uma prensa emprestada, o que faz com que fique inerte mediante o mercado, pois não tem opções para venda do material. O caminhão atende a coleta de resíduos no município sendo um fator positivo, porém não é adequado para venda do produto, pois precisa de uma capacidade maior.

Em nível de gestão, a cooperativa não possui nenhum método de gestão da qualidade empresarial implementado e nenhum suporte para auxiliá-los no gerenciamento nas tomadas de decisões.

Tabela 04 – Matriz SWOT

<p>FORÇAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização de coleta seletiva no município. • E possui uma renda próximo a um salário mínimo por cooperado. 	<p>FRAQUEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não possui galpão próprio. • Falta de benefícios aos cooperados. • Falta de suporte técnico para auxiliar nas tomadas de decisões.
<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Com as leis constituídas em âmbito, nacional, estadual e municipal a cooperativa possui a possibilidade de apoio. • Em parceria com o setor privado, a tendência é que a cooperativa possa gerar mais trabalho, renda e coleta de materiais. 	<p>AMEAÇAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não possuir métodos de gestão implementado na cooperativa. • Não possui liberdade para a venda do produto no mercado, devido à falta de estrutura.

Fonte: Elaborada pelo autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresenta as características sociais e econômicas dos coletores de resíduos sólidos em um panorama muito similar com a pesquisa realizada pela PNAD.

O panorama da infraestrutura demonstra a fragilidade da cooperativa em relação ao mercado de reciclagem e a desestruturação no modelo de gestão devido a falta de suporte neste âmbito.

Através dessas pesquisas e análises dos dados foi possível fazer a diagnóstico do cenário atual da cooperativa mediante a análise SWOT.

O município de Três Rios, segundo estimativa do IBGE, para o ano de 2020, possui cerca de 82.142 habitantes, e é considerada uma cidade flutuante, pois possui um fluxo médio de 115 mil pessoas circulando durante os dias úteis, pelo município. Atualmente conta um variado parque industrial, inclusive com a atuação de grandes empresas como, a Piracanjuba, GE, Ball, entre outras. No entanto, na cidade possui somente uma cooperativa de coleta de resíduos sólidos e somente 9 colaboradores vinculados.

Com o cenário global para incentivo da coleta de resíduos sólidos, e uma política pública em parceria com o setor privado fomentando e auxiliando a cooperativa, a tendência é que a geração de mais trabalho, renda e coleta de materiais.

Durante a pesquisa ocorreu dificuldade no levantamento de dados atualizados relacionado a quantidade de material que o município descarta, e a quantidade de material coletado e reciclado. Devido à falta de monitoramento e publicações dos resíduos gerados no estado do Rio de Janeiro.

Portanto este trabalho se torna relevante neste aspecto como possível sugestão de trabalhos futuros, pois aí reside a necessidade de novos estudos e pesquisas que busquem o aprofundamento e entendimento sobre como o processo de reciclagem pode provocar mudanças efetivas e positivas, afim de colaborar para a construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada e que gere trabalho e renda para os seus cidadãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, 2018, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, **Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Disponível em: <<http://a2p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20Panorama%202001%20RSU-1.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

ANCAT. **Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis**. Disponível em: <<http://ancat.org.br/>>. Acesso em 26 de outubro de 2020.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (PNRS).

BRASIL – IBGE. **ANPAD 2017- 2018**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

DIRETRIZES e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. **Resolução 196/96 - Conselho Nacional de Saúde**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

SOSA, M. A. **Reciclage: Solucion empresarial al problema do los desechos sólidos. Reciclage, Alternativa ambientalista**. Caracas, Adam, 1992.

PNUD. **Educação Ambiental na Escola e na Comunidade**. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/ONU, 1998.

RAUBER, M. E. 2011. **Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305, de 02/08/2010**. Revista Eletrônica Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. v.4. n.4. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/reget/article/view/3893/2266>> Acesso: em 27 de outubro de 2020.

RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Conselho Nacional de Saúde**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

ORGANIZADORES

João Paulo Silva de Souza

Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, pós graduação em Docência e Gestão do Ensino Superior, pós graduação em Engenharia Elétrica e pós graduando em Coordenação Pedagógica. Coordenador Pedagógico na Faculdade Vértix Trirriense, Univértix, onde também atua como professor. Vice- presidente da Comissão Própria de Avaliação (CPA) e Membro da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE).Coordena o Fórum Acadêmico da Faculdade Vértix Trirriense além de ações comunitárias da Univértix no município de Três Rios, como o Univértix em ação e o Univértix na comunidade. Editor da Revista Portos Engenharia. Atua como Orientador Militar no Colégio Estadual Cívico-Militar Joaquim Vital Vieira. Realiza pesquisa na área de educação, metodologia e políticas públicas para educação

Paulo Roberto de Azevedo Souza

Mestre em Informática (UFRJ). Possui especialização em Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação (NCE/UFRJ) e Psicopedagogia Educacional. Graduado em Tecnologia em Processamento de Dados pela Fundação Educacional D. André Arcoverde e possui Curso Técnico em informática (Colégio Politécnico Pio XII). Atualmente é professor da Faculdade VÉRTIX TRIRRIENSE (Univértix) e, também, é professor efetivo da Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: Jogos Educativos; Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação; Projeto de Software em UML (utilizando ONTOLOGIAS); Modelagem 2D e 3D com Ferramentas BIM; Hardware Livre; Robótica; Ensino Remoto de Robótica Educativa e Sistemas Complexos/Adaptativos. Possui certificação da Microsoft - MCTS - Microsoft Certified Technology Specialist SQL Server Implementation and Maintenance.

Silane Mattos Peres

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2010), mestranda em Ambiente Construído na linha de pesquisa de Gestão de Ambiente Construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora (desde 03/2018). Atualmente é coordenadora dos cursos de Engenharia Civil e Mecânica da Faculdade Vértix Trirriense e professora do curso de Engenharia Civil da mesma Faculdade. Atua principalmente na área de gerenciamento de empreendimentos.

Rita de Cássia Teixeira Assis

Mestranda em Gestão do Ambiente Construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pós-graduada em Engenharia de Estruturas de Concreto Armado pela Universidade Cândido Mendes (2020). Especialista em Docência do Ensino Superior (2018) e graduada em Engenharia Civil pela Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX, campus Matipó (2017). Leciona as disciplinas de Teoria das Estruturas, Mecânica dos Solos e Estruturas de Concreto para alunos do curso de Engenharia Civil na Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX. Se dedica à atividades de pesquisa e extensão.

Sara Corrêa Marques

Doutoranda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, com ênfase em Metalurgia Física, pela COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro (2018). Engenheira de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2016). Lecionou as disciplinas de Resistência dos Materiais I e II e Ciências dos Materiais para alunos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica na Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX. Se dedica atualmente a projetos de pesquisa direcionados ao setor de óleo e gás, mais especificamente, investigação de mecanismos de prevenção à fragilização pelo hidrogênio na COPPE.

Rafael Nascimento Lopes

Engenheiro Mecânico formado na Universidade Federal Fluminense (UFF), MBA em gerenciamento de projetos pela Universidade de São Paulo (USP). Professor universitário no curso de engenharia mecânica da UNIVERTIX - Três Rios. Atualmente é responsável técnico da DFV COMERCIAL E INDUSTRIAL empresa com 80 anos no mercado de produtos eletromédicos, responsável pelo desenvolvimento e homologação de cerca de 20 produtos junto a ANVISA, INMETRO e CE. Diretor Técnico (CTO) da R3 Medical Distribuidora, empresa especializada em representação de produtos médicos hospitalares. Sócio proprietário e Diretor Financeiro (CFO) da UNO Sustentabilidade. Sócio proprietário da Clavem Engenharia. Auditor interno da ISO 13485. Auditor ISO 19011. ISO 14791. Certificação CE

Paulo Roberto do Amor Divino Júnior

Possui Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Severino Sombra atual Universidade de Vassouras, Mestrando em Ciências Ambientais, atua como professor na Faculdade Vértix Trirriense, Univértix. Engenheiro Ambiental Responsável Técnico pelo Grupo Cereais Bramil. Membro do Rotary Club Barra Mansa Nova Alvorada comissão de Engenharia. Atuou como Coordenador de Meio Ambiente da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Comendador Levy Gasparian. Diretor da Empresa Startup Soluções Ambientais com assessoria e consultoria prestadas a empresas da Região através do Licenciamento Ambiental, projetos Ambientais e cumprimento de normas e exigências Ambientais. Realização de pesquisas na área de Engenharia Química através das pesquisas de Poluição Ambiental, Química Analítica, Modelagem e Simulação de processos de Tratamento de Efluentes, reaproveitamento de resíduos do setor açougueiro gerando a farinha de sangue base de proteína para adicionar a mistura de ração animal, melhorias na produção de Biodiesel, melhorias na produção de Etanol do Milho utilizando Enzimas específicas, Produção de plásticos biodegradáveis em escala laboratorial, Cromatografia em Camada Delgada com a revelação das substâncias através dos vapores de iodo, Técnicas de melhorias para a eficiência, e a destinação do resíduo do biodiesel que é a Glicerina, Identificação de Cátions em Amostra Real com experimentos específicos para identificação e revelação de substâncias químicas, Metas para a produção de barras de cereais com o resíduo da produção de cerveja com o planejamento de mistura e fontes de adoçantes.

Israel Marçal Silva

Mestrando em Matemática pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pós-graduado em Metodologia do Ensino de Matemática e Física pela UNINTER(2017).Graduado em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Severino Sombra(2011).Leciona as disciplinas de Álgebra Linear,Equações Diferenciais,Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral para alunos do curso de Engenharia Civil e Mecânica na Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX. Se dedica à atividades de pesquisa e extensão.

Dionei Moraes Aguiar

Iniciei o Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica pela Faculdade Univértix (Três Rios, 2018). Atualmente tenho conhecimentos e especializações na Área de Desenvolvimento de Sistemas na Liguagem (Object Pascal) Delphi/Lazarus, PHP, HTML, HTML5, CSS, Banco de Dados (Mysql, FireBird, Sql Server). Desenvolvimento e Modelagem 3D com as Ferramentas (Blender 3D, Solid Works, CorelDraw e Photoshop). Desenvolvimento de Ambiente 3D, (Compositing, Blender Cycle, Eevve, Motion Capture, Render Cycle) Faculdade de Tecnologia Alpha Channel (São Paulo, 2011). Desenvolvimento de Jogos na Plataforma (Unreal Engine 4). Conhecimento Avançado das Ferramentas MS Office.




epilaya
Editora

ISBN: 978-65-87809-14-4

9 786587 809144