

Engenharia Multidisciplinar

Glauber Túlio Fonseca Coelho
[organizador]

2019


Pascal
Editora

1
VOLUME

GLAUBER TULIO FONSECA COELHO
(Organizador)

ENGENHARIA
MULTIDISCIPLINAR

VOLUME 1

EDITORA PASCAL
2019

2019 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Prof. M.Sc. Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr^a. Camila Pinheiro Nobre

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr. Raimundo Luna Neres

Dr. Saulo José Figueredo Mendes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M961kai

Coletânea Engenharia Multidisciplinar / Glauber Tulio Fonseca Coelho (Organizador). São Luís (MA): Editora Pascal LTDA, 2019.

330 p.; il. : 1 v.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-13-6

D.O.I.: 10.29327/511141

1. Engenharias. 2. PCP. 3. Gestão da Qualidade. 4. Ergonomia. 5. Miscelânea I., II. Título.

CDD: 869.8

CDU:82-8

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

2019

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Os engenheiros não ficam olhando para trás - eles fazem as coisas acontecerem. Usando inovação, criatividade e conhecimento, os graduados em engenharia estão impactando o mundo como nenhum outro.

O mundo está mudando e os engenheiros são os responsáveis por grande parte desse desenvolvimento. A maioria dos serviços e produtos de hoje tem algum elemento de engenharia envolvido em sua concepção, pelo menos, abrindo caminho para vidas longas, gratificantes e saudáveis para as pessoas influenciadas por eles.

Os engenheiros devem ser críticos, mas criativos; curioso, ainda capaz; bem como pronto para lidar com o mundo em constante mudança. A ampla variedade de disciplinas que se enquadram no título de engenharia significa que, independentemente do interesse do aluno em potencial, haverá uma faceta do setor que eles acharão atraente e envolvente. Seja na engenharia civil, elétrica, química ou mecânica, ambientando-se no de mexer, criar, projetar ou construir, o setor de engenharia precisa ter seus estudos publicados.

O portfólio de engenharia não tem limites, mas essas pessoas estão trabalhando para o mesmo objetivo comum: construir um mundo sustentável. Tudo o que você deseja contribuir para a sociedade por meio de sua dedicação à engenharia, nada se compara ao conhecimento de que você alcançou algo que impactou a vida das pessoas para melhor. Esperamos que estes trabalhos, de alguma forma, convide a alguma reflexão acerca da tecnologia.

Boa Leitura !

Glauber Tulio Fonseca Coelho

Organizador

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	8
KAIZEN Tassílio Adalberto Santos Sousa Everton Melo Rodrigues	
CAPÍTULO 2	19
A INSERÇÃO DE NOVOS MATERIAIS NA INDÚSTRIA E SEUS BENEFÍCIOS AO LONGO DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS Geovane Alves Araújo	
CAPÍTULO 3	32
CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A QUESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO Paulo Vinícius Moreira Costa Kenia Cilene de Matos Santana Raylton Michael Dutra Rodrigues	
CAPÍTULO 4	44
EMPREGO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM VIGAS BALDRAMES PARA PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS Daniel Sevalho Bentes	
CAPÍTULO 5	61
IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO William Barros dos Santos Robson de Moura Silva	
CAPÍTULO 6	79
TIPOS DE FUNDAÇÕES E SUAS APLICAÇÕES Marcos André Silva Araújo Arthur Silva Soares Eduardo Mendonça Pinheiro Gladstone Mapurunga e Silva Junior	
CAPÍTULO 7	98
PAVIMENTO FERROVIÁRIO: MÉTODO EMPIRÍCO E MECANICISTA Suzane Cirino Almeida Tasso Renan Nogueira Pereira Meireles	
CAPÍTULO 8	109
SEGURANÇA NO TRABALHO COMO PILAR NOS PROCESSOS PRODUTIVOS	

Mariedson Silva Ramos
Rherisson Soares Pinheiro

CAPÍTULO 9..... 125

GESTÃO E SEGURANÇA AMBIENTAL: UM ESTUDO TEÓRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA AMBIENTAL GLOBAL

Creonis Vaz Freire
Leandro Brandão Braga
Ronilson Ramos de Aquino Junior

CAPÍTULO 10..... 138

ARGAMASSA COM ADIÇÃO DE POLIURETANO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Arthur Silva Soares
Marcos André Silva Araújo

CAPÍTULO 11..... 162

UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS COMO FORMA DE AVALIAR FADIGA ESTRUTURAL

Erickson Raniery Paiva Portela
Afonso Henrique Costa Brito

CAPÍTULO 12..... 174

ABASTECIMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA: UM ENFOQUE BIBLIOGRÁFICO

Maria Nunes da Silva Neta

CAPÍTULO 13 189

ESTUDO DO CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES

Robert Felipe Machado Goncalves

CAPÍTULO 14 199

A UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Maicon Jhorda Silva Santos
Ellen Kallwana Moura Vieira

CAPÍTULO 15..... 213

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL USANDO PRINCÍPIOS DE INTERNET DAS COISAS

Gabriel Pereira
Benedito Everton Santos Junior

CAPÍTULO 16..... 224

MINI-GERADOR DE ENERGIA MAGNÉTICO

Luiz Carlos Vieira Junior

CAPÍTULO 17..... 235

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO UTILIZADOS EM CONDOMÍNIOS VERTICAIS LOCALIZADOS NO BAIRRO TURU NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS

Larissa
Silveira Ripardo

Rafaele de Sousa de Oliveira Carvalho

CAPÍTULO 18..... 248

ANÁLISE DA INCIDENCIA DA CORROSÃO E SUA INFLUÊNCIA NO PRODUTO INTERNO BRUTO DE UM PAÍS

João Pedro Silva Gomes

Emilton Reis Mendes

CAPÍTULO 19..... 260

A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO PCP PARA QUALIDADE DA EMPRESA

Frederico Sá Lima

Maria Juliana Chagas Serra

Matheus Soares Pinheiro

CAPÍTULO 20..... 268

AUTOMAÇÃO EM AUTOMÓVEIS

Ricardo Pereira de Oliveira

Paulo Ricardo Passos dos Santos

CAPÍTULO 21..... 281

A ERGONOMIA NO AMBIENTE DE TRABALHO: SUA IMPORTÂNCIA NOS PROCESSOS DE TRABALHO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Debora Sandy Oliveira Costa

CAPÍTULO 22..... 292

RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: OS ECOPONTOS E SUA SUSTENTABILIDADE

Roberto Amorim Costa

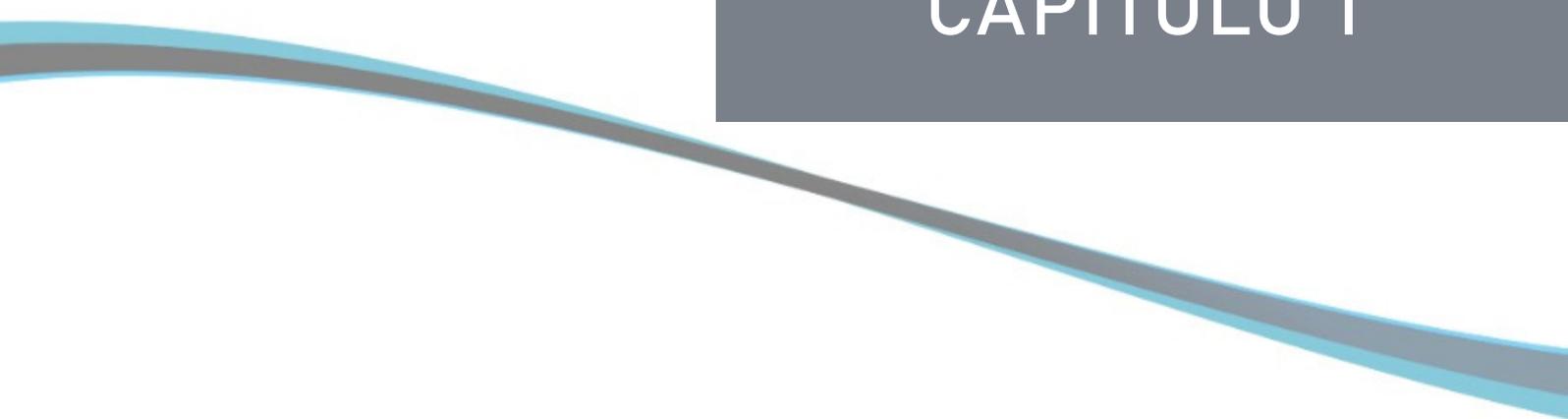
CAPÍTULO 23..... 311

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: ESTUDO DE CASO SOBRE A RELEVÂNCIA E DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

Fabio Henrique Martins Feitosa Filho

Bianka Karen Ribeiro Costa

ORGANIZADOR..... 329



CAPÍTULO 1

KAIZEN

KAIZEN

Tassílio Adalberto Santos Sousa
Everton Melo Rodrigues

Resumo

Kaizen é de origem japonesa que tem como significado principal mudar para melhor, usada para definir uma melhoria contínua em todos os aspectos da vida de uma pessoa: seja ela familiar, no trabalho, pessoal e/ou social. Já no aspecto empresarial, kaizen se tornou uma ferramenta/metodologia que permite reduzir os custos e aprimorar a produtividade. Considerado como o pioneiro do Kaizen, o professor japonês Masaaki revela o quanto é importante o gemba (termo japonês que significa “local real”), o local de trabalho onde o real valor é formado. Além disso, a participação dos funcionários da empresa é essencial no kaizen, por se tratar de uma metodologia que não é centralizada na elite.

Palavras-chave: Kaizen, Melhoria.

Abstract

Kaizen is a Japanese word meaning change for the better, used to convey a notion of continuous improvement in life in general, be it personal, family, social and jobless. In the business context, kaizen is a methodology for lowering costs and improving usage. Considered the father of kaizen, Japanese teacher Masaaki reveals an importance of gemba (Japanese term meaning “real place”), or the workplace where true value is created. In addition, the involvement of all company employees is essential in kaizen because this is a methodology that does not focus on the elite.

Key words: Kaizen, Improvement



1. INTRODUÇÃO

O Kaizen foi criado nas fábricas do Japão após a guerra, também como uma ferramenta de Gestão da Qualidade, quando a eficiência e a produtividade eram indispensáveis para a continuidade da indústria japonesa. Por se tratar de uma ferramenta que busca reduzir gastos exagerados, o Kaizen está bastante relacionado ao Lean Manufacturing, outra metodologia que visa a produção enxuta e melhorada.

Segundo o kaizen, sempre é possível implantar melhoria, não deve-se passar um dia sem que uma melhoria tenha sido inserida, seja na estrutura da empresa ou no indivíduo. As mudanças implantadas devem ser graduais e nunca bruscas, para que não perturbe o equilíbrio da estrutura. O Sistema de produção da Toyota é um grande exemplo de aplicação do princípio do kaizen.

Além do que, várias Ferramentas da Qualidade são aplicadas em conjunto para alcançar os intuítos dessa filosofia. Por se tratar de uma metodologia de melhoria contínua, o PDCA (do inglês: PLAN - DO - CHECK - ACT ou Adjust) é muito utilizado, pelo fato de que ajuda a criar um ciclo ininterrupto de melhorias.

Há também uma forte incidência do emprego do 5S, metodologia que estimula empresas a manter o local de trabalho bem organizado e limpo. O 5S tem como objetivo central o mesmo utilizado no Kaizen, aumento da produtividade e a redução de desperdício.

Outra ferramenta bastante utilizada pela filosofia Kaizen é o Just in time. É uma técnica onde os estoques tendem a reduzir seu volume, ou seja, as compras são feitas o mais perto possível de quando o material vai ser utilizado para que seja evitado o desperdício.

O kaizen é subdividido em três fases:

Pré-kaizen: fase de elaboração e análise do processo como um todo, levantando todos os pontos de melhoria, efetuando orçamentos, cotações, verificando layout e anotando para elaborar uma forma de agir citando um responsável para cada frente de trabalho, definindo custo e prazo de entrega. O pré-kaizen é realizado uma semana antes do kaizen, no qual é realizada uma auditoria para avaliar a situação atual.

Kaizen: fase da execução do plano de ação. Momento em que cada integrante da equipe executa a tarefa que foi determinada pelo líder kaizen (pessoa de dentro da área que possui vasto conhecimento na aplicação do kaizen). Nesta fase estarão envolvidos: operadores, manutenção elétrica e mecânica, supervisores e coordenadores, acompanhando de perto o andamento dos trabalhos e seguindo o cronograma elaborado no pré-kaizen. O trabalho tem o



prazo para seu início e conclusão de cinco dias, iniciando-se na segunda-feira e finalizando na sexta-feira. Após o término do kaizen, é realizada uma nova auditoria que mostra a evolução dos trabalhos.

Pós-kaizen: Fase que será realizado um acompanhamento semanal e/ou mensal, verificando se os trabalhos realizados estão trazendo os resultados que foram listados no pré-kaizen. E ocorre uma auditoria a cada trinta dias para garantir sua sustentabilidade.

2. OBJETIVO DO TRABALHO

O Kaizen é uma ferramenta da qualidade utilizada por muitas empresas para buscar a eliminação de desperdícios e melhoria contínua dos processos. No contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar os benefícios que as aplicações da ferramenta podem gerar para o processo produtivo, seja ele aplicado individualmente ou atrelado com outras ferramentas de qualidade.

3. OBJETIVO DO KAIZEN

3.1 Objetivo Geral:

O Kaizen tem como propósito trabalhar a mudança de mentalidade e comportamento dos indivíduos em vários níveis, indo do pessoal ao profissional. Dessa forma, está centralizado nas pessoas, uma vez que elas quem executam as ações da empresa.

3.2 Objetivo Específico

- Eliminar desperdícios de recursos;
- Aumentar a produtividade;
- Reduzir o setup da produção;
- Reduzir os estoques;
- Análise de valor;
- Padronização;



- Melhor uso da força de trabalho;
- Envolver todas as pessoas na melhoria dos processos.

4. FERRAMENTAS IMPORTANTES

O Kaizen usa como base a ferramenta dos 5s's, que consistem:

- **Seiton (Organização):** é a arrumação do material necessário para a produção de algo. Desta forma, é utilizado como uma economia de tempo nas atividades, pois os funcionários não perdem tempo procurando os materiais.
- **Seiri (Utilização):** consiste na distinção entre o que é essencial e o que não é essencial, segregando as duas categorias para que o que for menos importante fique guardado onde não atrapalhe a atividade normal.
- **Seiso (Limpeza):** uma correlação com a limpeza que indica as áreas onde o trabalho é executado e o mesmo deve estar asseado, para que a produtividade não seja prejudicada.
- **Seiketsu (Bem-estar):** conceito relacionado com a higiene e a manutenção de um ambiente satisfatório e sadio para os trabalhadores.
- **Shitsuke (Autodisciplina):** trabalha a disciplina, determinação, honra e retidão de caráter. Princípios que levam ao cumprimento dos quatro elementos anteriores e que aproximam ainda mais para o alcance do sucesso.

O *kaizen*, *kanban* e *just in time* são ferramentas/metodologias usadas no contexto do funcionamento de produção das empresas.

O *just in time* está interligado com os sistemas de gestão de produção e determina que nada deve ser comprado, produzido ou transportado antes da hora. Utilizado por empresas como a Toyota, alguns administradores alegam que alguns países ocidentais utilizam-no apenas para diminuir o tempo de produção, enquanto no Japão é utilizado para a quantidade e qualidade exatas, no tempo certo.

O *kanban* é caracterizado como um sistema que indica a utilização de cartões (post-it e outros) para mostrar o fluxograma de produção em empresas de fabricação em série, estimulando a entrega e a produção de peças.



5. ESTUDO DE CASO – 1

5.1 Objetivo

Melhorar as condições de segurança dos colaboradores ao passar da via do Cais do Píer 3 para a Laje de Finos.

5.2 Situação antes

Surgindo a necessidade de se direcionar da via do Cais para a Laje de Finos, os colaboradores ficavam expostos ao risco de queda, podendo sofrer algum tipo de acidente devido às condições inseguras do local (material no chão proveniente do processo – lama).



Foto 1 – Antes do Kaizen
Fonte: Tassílio Sousa (2016)

5.3 Plano de ação

Criar uma passarela de acesso seguro.

5.4 Situação depois

Foi acionada a equipe de manutenção/melhoria para criar uma passarela de acesso seguro, garantindo assim que todo e qualquer colaborador pudesse fazer a travessia sem se expor ao risco de queda, evitando assim um acidente.



Figura 2 – Depois do Kaizen
Fonte: Tassílio Sousa (2016)

5.5 Resultados alcançados

QUANTITATIVO

Redução do número de QA – Quase Acidente na área envolvida.

QUALITATIVO

Eliminação do risco de queda ao passar do Cais do Píer 3 para a Laje de Finos, garantindo assim melhores condições de trabalho para todo e qualquer colaborador envolvido em atividades no local.

5.6 Desperdícios eliminados

Com a melhoria, foi possível eliminar uma condição insegura na área de trabalho e redução do número de Quase Acidente – QA

6. ESTUDO DE CASO - 2

6.1 Objetivo

Realizar a limpeza das vias de acesso utilizando água pressurizada através de bicos aspersores, a fim de reduzir impactos ergonômicos, consumo de água, e melhorar a qualidade no atendimento do serviço prestado.

6.2 Situação antes

Atividade de limpeza de vias era realizada com mangueira de alta pressão, expondo assim a equipe ao risco queda devido a postura inadequada, esforço físico excessivo, risco de ricocheteamento da mangueira, com isso era necessário realizar a atividade em dupla, levando em consideração também, o desperdício de água.

6.3 Plano de ação

Criar dispositivo para ser utilizado durante a realização da atividade de limpeza de vias.

6.4 Situação depois

Após analisar, foi criado um dispositivo para ser utilizado durante a realização da atividade, "vassoura aspersora", a pressão da água continua a mesma, porém não é sentida pelo executante da tarefa, além da mobilidade que é proporcionada pelo dispositivo através das roldanas. O risco de ricocheteamento da mangueira foi eliminado, assim como a redução do esforço físico exercido e postura inadequada. Em relação ao impacto ambiental, é possível chegar a uma economia de água de até 50%, dependendo da demanda da tarefa.



6.5 Resultados alcançados

QUANTITATIVO

Ítem	ANTES	DEPOIS
Tempo	30 min	20 min
Custo	0	0
HH	2	1
Outros: Economia de água	13 m ³	6,5 m ³

Tabela 1 – Pesquisa quantitativa.
Fonte: Elaborada (2019)

QUALITATIVO

Garantir a qualidade na execução da limpeza industrial de vias, assegurando ganhos na produtividade, eliminação/redução de riscos de acidentes e redução do consumo de água.

6.6 Desperdícios eliminados

Com a melhoria, foi possível eliminar três desperdícios que afetavam diretamente no processo, dificultando a execução da tarefa. A espera, movimentação e processamento excessivo. No estudo de caso é possível verificar a aplicação do Kaizen, já que a ideia principal do Kaizen é a implementação de melhorias e o equipamento criado foi uma ideia de melhoria no serviço que era executado e que causava muitos acidentes além de que era uma atividade de alto risco, levando em consideração a forma que era feita. Como o Kaizen é dividido em três fases, assim foi feita a criação da "vassoura aspersora". Primeiro foi realizado o pré-kaizen onde foi analisada toda a execução da atividade de limpeza, averiguado quais as possibilidades que poderiam levar a melhora da atividade, foi calculado o custo dessa melhoria, se seria viável ou não para a empresa, logo após foi executado o kaizen onde foi colocado em prática a ideia que se teve na primeira fase, para que fosse averiguado se daria certo ou não o objeto criado. Constatado que a ideia era viável para executar a tarefa, ficaram sendo feitas rotineiramente o acompanhamento da atividade para que pudesse ser comparado os dados de antes da "vassoura aspersora" e os dados após a vassoura, essa fase é classificada como pós-kaizen.



7. JUSTIFICATIVA

A seleção deste tema foi devido a sua importância para as empresas que estão em busca de opções mais adequadas para a elevação da competitividade e melhoria contínua. Toda produção, realizada tanto na fábrica como no escritório, deve ser compreendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos transformam matérias-primas em produtos; Operações são que executam essas transformações. Esses conceitos primordiais e sua relação devem ser compreendidos para que seja alcançado melhorias efetivas na produção. Para potencializar a eficiência da produção, deve-se avaliar profundamente e aprimorar o processo antes de tentar otimizar as operações.

Levando em consideração os resultados rotineiros de produção ou os índices reais medidos inicia-se uma atividade denominada Define, onde é feita a localização do problema, é averiguado se o mesmo é de fácil solução e define-se a equipe que realizará a solução. Logo após é dado início ao Measure, o processo como todo é descrito detalhadamente para esclarecimento e medição do desempenho atual. O problema é averiguado na fase Analyse, as chances principais são levantadas, as origens são apontadas e soluções mais práticas e rápidas de melhoria são determinadas já na fase Improve. Alguns métodos novos podem ser determinados e uma simulação mestre pode surgir apenas para averiguar se, de fato, o problema foi sanado, assim encerrando-se o ciclo na fase Control.

Como o ciclo do Kaizen é simples, deve ter pouco tempo de duração, sugerindo até uma semana para resolução dos problemas. Levando em consideração a dificuldade dos problemas, alguns tem como duração algumas horas, ou apenas uma reunião. Problemas mais difíceis que envolvem um fluxo complicado de materiais, revisão de arranjo fabril, problemas de qualidade com fornecedores ou elaboração de novas aplicabilidades em sistemas de informação já existentes podem exigir mais tempo e possivelmente não serão solucionados em um simples Kaizen, por exemplo. Tais problemas necessitam de um plano de ação para que os resultados sejam positivos. De qualquer maneira a busca pela melhoria contínua também facilita no reconhecimento de problemas mais difíceis que possibilitam ganhos de resultados para as empresas.

Portanto, para termos maior agilidade em criar uma solução que ponha fim ao desperdício, alguns elementos são essenciais: (1) uma cultura de melhoria contínua sendo estimulada, (2) índices que evidenciem os desvios, e (3) uma metodologia simples e organizada para ampliação das iniciativas rápidas: o Kaizen.

Essa ferramenta objetiva o bem tanto da empresa como de cada funcionário, partindo da ideia onde o tempo é o melhor índice de competitividade. Além de que, este método tem o intuito de reconhecer e findar os desperdícios que existem na empresa seja em produção, novos produtos, manutenção de máquinas ou pro-



cessos administrativos. O kaizen busca uma maneira melhor para trabalhar e viver de forma mais equilibrada e satisfatória possível, se aos menos três pontos forem atendidos: estabilidade financeira e emocional aos funcionários, clima organizacional agradável e ambiente simples e funcional.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a melhoria contínua dos processos consiste na análise de como as atividades são executadas e planejadas, como se encontra atualmente visando a determinação de quais destas atividades podem ser melhoradas, mesmo sendo uma atividade aparentemente simples. Busca-se descobrir ineficiências, atrasos, gargalos e desperdícios (entre outros problemas), com o fim de eliminá-los por meio de um novo processo melhorado, mais eficiente e que entrega mais valor aos clientes.

O mais importante é que grande parte dos desperdícios sejam avaliados para que as alterações possam dar resultados significativos no processo, comprovando assim a eficácia dessa ferramenta quando utilizada de forma correta e com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos.

Referências

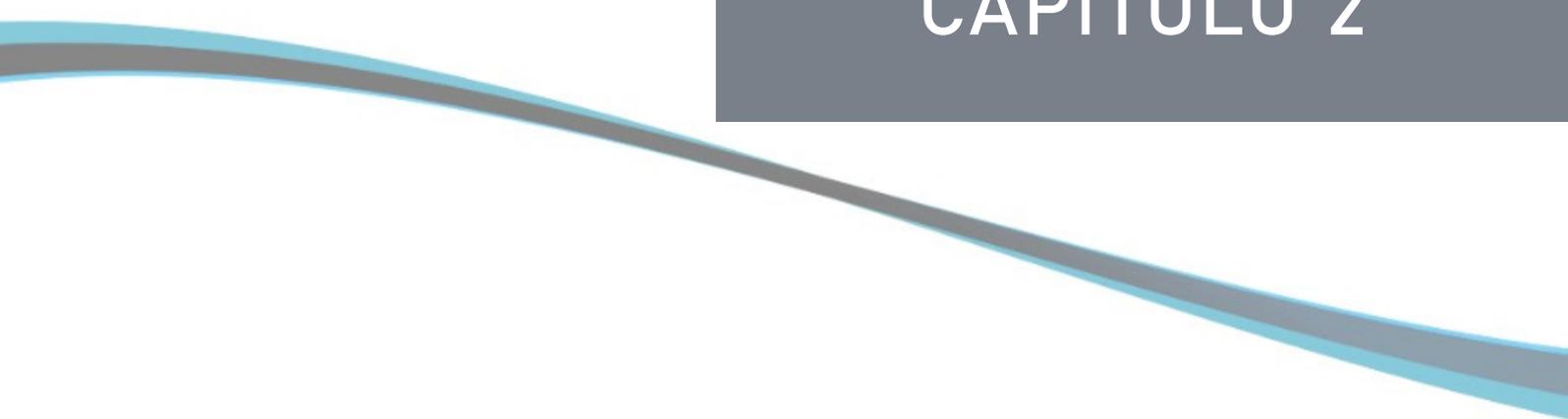
INFORNET. **Kaizen – Muito mais que melhoria contínua**. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/kaizen/>>. Acesso em 10 out. 2019.

SHIGEO SHINGO. O Sistema Toyota De Produção Do Ponto De Vista Da Engenharia De Produção / Shigeo Shingo; tradução Eduard Schaan. 2. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 1996.

INFORNET. **O que é Kaizen?**. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/kaizen.>> Acesso em 16 set. 2019.

INFORNET. **Significado do Kaizen (O que é, Conceito e Definição) – Significados**. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/kaizen/>>. Acesso em 16 set. 2019.





CAPÍTULO 2

A INSERÇÃO DE NOVOS MATERIAIS NA INDÚSTRIA E SEUS BENEFÍCIOS AO LONGO DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS

THE INSERTION OF NEW MATERIALS IN INDUSTRY AND THEIR
BENEFITS OVER THE TEN YEARS

Geovane Alves Araújo

Resumo

Têm-se como principal ponto de ênfase desse estudo, o desenvolvimento tecnológico ao decorrer dos períodos históricos. Desta forma, fez-se-a uma abordagem sobre os principais materiais introduzidos na indústria ao longo de 10 anos como isso tem contribuído para o desenvolvimento da humanidade e quais são suas propriedades. Além disso, far-se-a também, um estudo técnico preliminar, baseado em bibliografias científicas, sobre quais produtos serão introduzidos na indústria em um futuro não tão distante. O estudo tem como base norteadora os materiais que foram encontrados pela humanidade no período paleolítico e quais mudanças esse materiais representam, sendo a maior delas o sedentarismo e a caça e a agricultura em relação ao nomadismo e a colheita pela sobrevivência. De maneira análoga, fez-se uma abordagem sobre o grafeno e como suas propriedades podem interferir na dinâmica social, avanço tecnológico, flexibilidade e uma matriz energética totalmente diferenciada. As bactérias biocimentadoras também foram pontos de análise desse estudo, visto que sua importância na construção civil ainda não foi tão difundida, mas representa um enorme avanço na manutenção predial e reforço estrutural

Palavras chave: Grafeno, Avanço, Tecnológico, Bactérias, Biocimentação

Abstract

Try as the main focus point of this study, or the technical development over the historical periods. In this way, it took an approach on the main materials introduced in the industry over 10 years, how it contributed to the development of humanity and what their properties are. In addition, there is a preliminary technical study, based on scientific bibliographies, about which products are introduced to the industry in the not too distant future. The study is based on guiding materials that were found by mankind in the Paleolithic period and what are the changes that these materials represent, the largest being sedentary and hunting and agriculture and the relationship with nomads and harvest for survival. In an analogous way, he took an approach to graphene and how its properties can interfere with social dynamics, technological advancement, flexibility and a totally different energy matrix. As bacterial bacteria were also points of analysis of this study, since their importation in civil construction has not been so widespread, but represents a huge advance in building maintenance and structural reinforcement.

Key-words: Graphene, Advance, Technological, Bacteria, Biocimentation



1. INTRODUÇÃO

A humanidade, desde o século XVII, vem evidenciando o quão difícil é combater o processo natural de degradação de um metal. Além disso, estudiosos buscam incessantemente novas formas de combater esforços em estruturas, degradação de polímeros e, principalmente, a utilização de técnicas que alteram as propriedades dos materiais.

O Objetivo primordial deste estudo trata-se de uma análise sobre os principais pontos de vulnerabilidade evidenciados no setor industrial, quer seja ele metalme-cânico, civil e automobilístico. Desta forma, faz-se uma análise de novos materiais que já estão sendo inseridos, senão estudados para que sua inserção seja tão logo em diversos setores.

Em segundo plano, este estudo direciona-se a elencar propriedades e benefícios de materiais, organismos, microestruturas e elementos como o Grafeno, Nióbio, Bactérias inibidoras de corrosão etc. Vale ressaltar que a indústria é uma das maiores contribuintes para o produto interno bruto – PIB de um país, desta forma, é primordial trazer uma longevidade aos equipamentos e estruturas, não se distanciando para a necessidade de manutenção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral ou Primário

O principal objetivo deste projeto fazer uma discriminação dos principais materiais introduzidos na indústria ao longo dos últimos 10 (dez) anos e que trouxeram resultados significativos no que concerne a alteração de propriedades físicas.

2.2 Objetivos específicos ou secundários

- Introduzir uma contextualização histórica;
- Elucidar a importância de novos elementos químicos e/ou materiais



3. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi um estudo de caso baseado nas bibliografias publicadas nos últimos 20 anos, no qual foram realizadas consultas a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes base de dados "Livros", "Artigos Científicos", além de sites relacionados às "Normas Brasileiras Regulamentadoras". O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados no período supramencionado com base de pesquisa guiadas pelas palavras-chave: "Grafeno", "Bactéria", "inovações", "microestrutura" e "História"

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No contexto da necessidade de elaboração de uma estrutura, as especificações em relação às propriedades físicas devem ser observadas a fim de criar microestruturas capazes de suportar situações adversas. Propriedades físicas são aquelas que são evidenciadas quando existem uma concessão de calor ou força mecânica num contexto de ação (ANUSAVICE, 2013).

4.1 Contextualização Histórica

Segundo Silva Francisco (2017), Conceitualmente, desde que o homem encontrou a necessidade de utilizar o meio ambiente em benefício próprio, houve uma necessidade impar na utilização de materiais como forma de defesa, caça e geração de utensílios. Por esse motivo, a periodização da história buscou elencar períodos em decorrência dos materiais utilizados em relação a determinadas épocas conforme abaixo:

4.1.1 Idade da Pedra

Esse período é compreendido entre os anos de 700.000/600.000 A.C. e é marcada principalmente pela aparição de utensílios produzidos pelo homem (figura 1) em decorrência utilização do meio ambiente em prol da subsistência da humanidade. Esse período da história compreende cerca de 98% da história da humanidade dividida em Paleolítico (Período da Pedra Lascada), Mesolítico (período de transição) e Neolítico (Período da Pedra Polida) (SILVA FRANCISCO, 2017).





Figura 1.
a) Instrumento perfurante
b) faca de sílex (ambos materiais do paleolítico)
Fonte: Silva Francisco (2017)

4.1.2 Idade da Argila

Esse período é compreendido pelo favorecimento à agricultura transporte e acondicionamento de alimentos (figura 2). A matéria prima referente a esse material é composto por Antrin para a produção de porcelana, mineral bauxítico, ferro e lavas basálticas.



Figura 2. Fragmento de artefato cerâmico.
Fonte: Silva (2004)

4.1.3 Período Calcólico e Era do Bronze

No que concerne a metalurgia, a era do bronze representa o embrião dessa conjuntura, foi o período no qual houve um avanço significativo no tratamento térmico e utilização dos metais como matéria prima para geração de utensílios. Nesse contexto, a base de liga confeccionada na época era baseada, principalmente, em

cobre (Cu) e arsênio (As), no entanto, a proporção de arsênio em relação ao cobre era tão pouca que os estudos consideram a presença desse elemento uma mera impureza (SILVA, 2004).



Figura 3. Material Bélico confeccionados em bronze.
Fonte: Silva (2004)

4.1.4 Período do Ferro e do Aço

Com o fim da idade do Bronze, baseados não só na questão subjetiva relacionada à facilidade ou dificuldade de manipulação de minérios diferentes para a produção de ligas mais complexas do que apenas reduzir óxidos minerais, mas em evidências calcadas em achados arqueológicos irrefutáveis, houve uma tendência significativa na utilização do ferro na sociedade antiga (Figura 4) (BETTENCOURT, 1995).

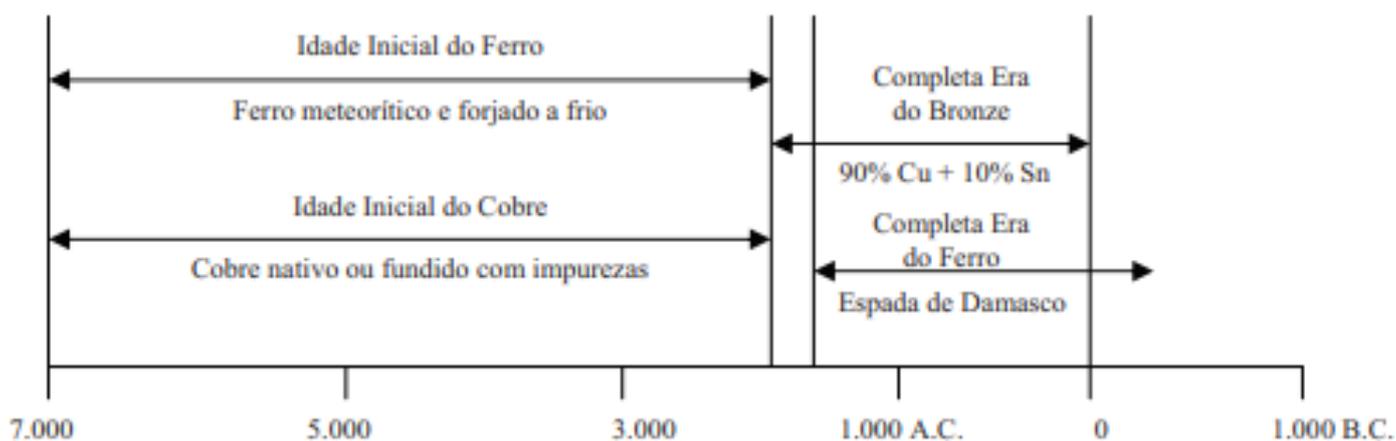


Figura 4 – Periodicidade do Uso do Ferro.

Achados e propriamente história da humanidade, demonstra através dos períodos, guerras sangrentas como as invasões persas, guerra de termopilas, a crescente ascensão do império romano até o Feudalismo a presença desse material teve importância ímpar ao longo da história em relação às conquistas de novos povos e obtenção da base social da época, os escravos por guerra (COSTA, 2018)

Em relação ao Aço, tudo indica que esse material teve seu embrião no Oriente médio, através dos muçulmanos, no entanto, até hoje não há relatórios acerca de como tais materiais foram feitos com tamanha técnica e excelência de qualidade (COSTA, 2018).

O fator preponderante desse estudo é evidenciar a contribuição de novos materiais para uma determinada época, por esse motivo, o surgimento do aço em meio ao oriente médio foi o motivo pelo qual os Bizantinos e os islâmicos monopolizaram todo o oriente desde 324 A.C até 1918 D.C uma vez que não haviam poder bélico que superasse os armamentos feitos à base de aço (COSTA, 2018).

4.2 A importância de novos elementos químicos e/ou materiais no setor Industrial

Baseando-se na máxima supramencionada, a atual conjuntura força cientistas a apresentarem e procurarem materiais mais leves, resistentes e com uma alta eficiência energética. Dina Spector através do Business Inside, elaborou um rol de materiais promissores e que já estão sendo estudados e inseridos na indústria desde os últimos 10 anos (VIEIRA; VILAR, 2016).

4.2.1 Grafeno

O grafeno, Segundo Matos (2015), a forma bidimensional do carbono, foi descoberta cerca de 15 anos atrás por André Geim e Konstantin Novoselov que fizeram uma experiência com uma fita adesiva e o grafite, nesse contexto depois de diversas tentativas chegaram a uma camada fina de grafite que teria propriedades químicas e físicas diferenciadas, conforme abaixo:

Composição da camada por apenas um átomo, incrivelmente elástico – cerca de 25% do seu tamanho normal pode ser alcançado. Antes da inovadora descoberta, sua estrutura era basicamente considerada teórica, que não haveria aplicabilidade do materiais devido à composição ou por ser oriunda de uma forma alotrópica. A composição da estrutura do grafeno é altamente estável e se predispõe a ter uma boa interação com diversos materiais devido ao efeito da adsorção. O termo adsorção é o efeito de adesão de átomos ou moléculas de um fluido na superfície de um sólido, como o carvão poroso (ativado). (COSTA; RIPPEL; GALEMBECK, 2016).

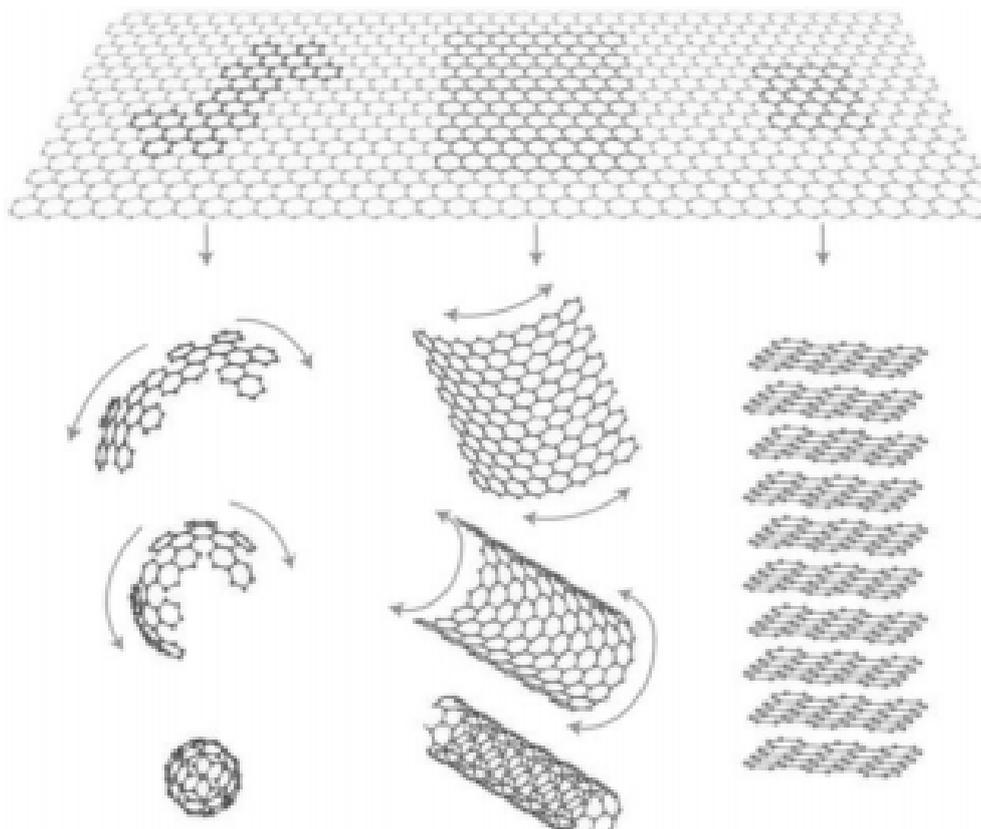


Figura 5 – Estrutura teórica do grafeno
 Fonte: Vieira; Vilar (2016)

Como visto anteriormente, devido a sua forma, que outrora fora teórica e, com os mais avançados estudos, pôde-se constatar a figura plana hexagonal plana, essa estrutura atribui uma maior confiabilidade contra a resistência mecânica sendo superior ao aço. Alta resistência. O material é o mais fino já constatado, no entanto, é o mais forte já medido numa conjuntura global, ou seja, o mais forte do mundo. Por fim, no caráter resistência mecânica, seu módulo de young chega até 1TPa, um dos materiais mais duros já sintetizados, mais duros que o diamante (COSTA; RIPPEL; GALEMBECK, 2016).

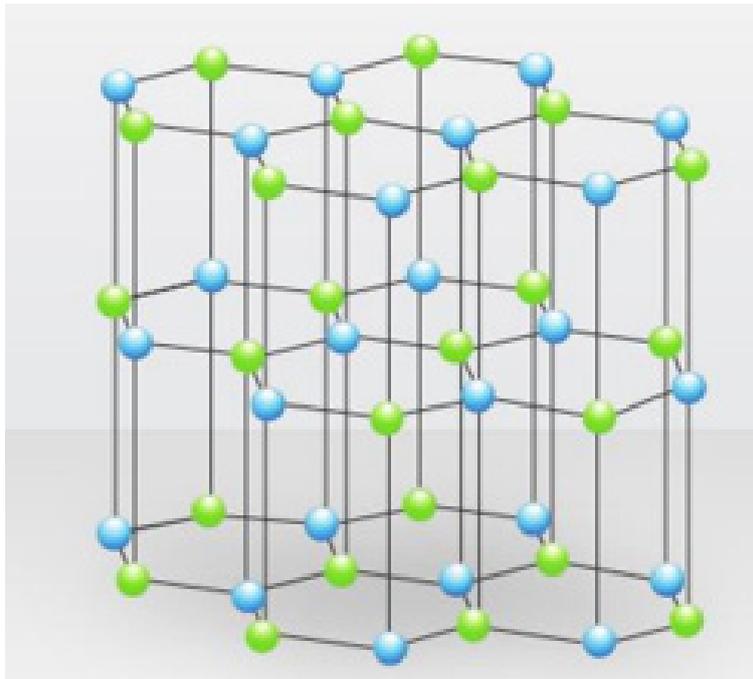


Figura 6- Estrutura tripla hexagonal
Fonte: Vieira; Vilar (2016)

Ótima relação com a eletricidade – devido à sua estrutura atômica, com elétrons livre na última camada de valência, é responsável por transportar eletricidade de maneira mais rápida e com um menor índice de resistência do que qualquer material já estudado. Em caráter de reiteração, a densidade elétrica do Grafeno chega a casa dos milhões num comparativo com o cobre, um dos melhores condutores e mais baratos já usados (COELHO; TOFFOLI; 2013).

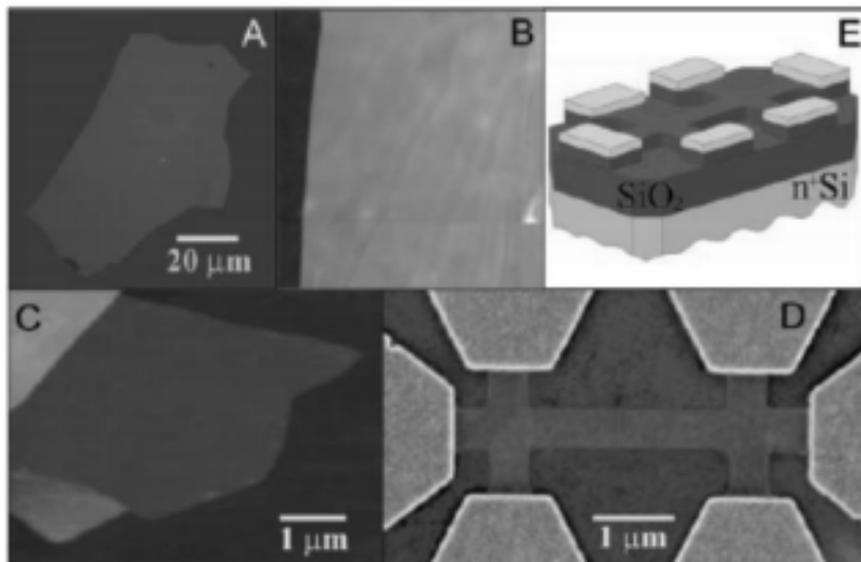


Figura 7 – Microestrutura do Grafeno
Fonte: Vieira; Vilar (2016)

Resistência quase nula em relação a resistência nessa conjuntura, haverá a possibilidade de criação de baterias 10 vezes mais eficientes que as convencionais, norteando o mundo para a problemática ambiental da não utilização dos combustíveis fósseis. Supercapacitores serão as classes de novos utensílios eletrônicos para armazenamento e liberação de teores energético de maneira exponencialmente crescente, rápida e totalmente reversível (VIEIRA; VILAR, 2016)

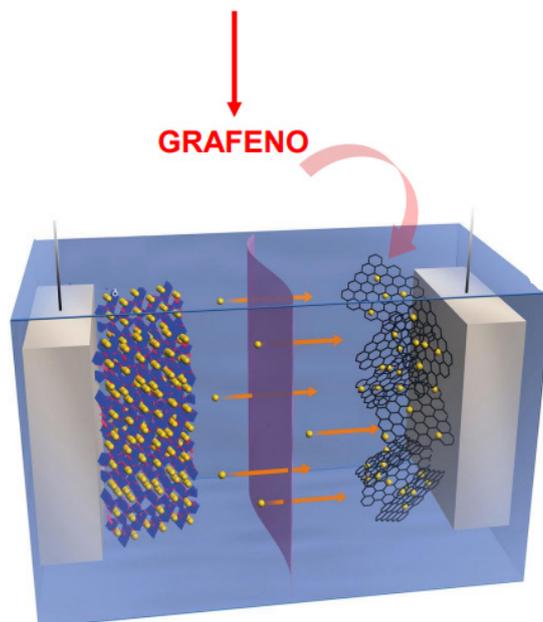


Figura 8 – Bateria de Grafeno
Fonte: Matos (2015)

Sua impermeabilidade é imensa se considerado aos materiais convencionais, isso quer dizer que há uma possibilidade grandiosa desse material ser utilizado na indústria metalmeccânica para combater principalmente a corrosão, utilização de camadas ultrafinas como barreira contra a umidade e as impurezas que se aderem à estrutura metálica dando início ao processo corrosivo (JANUARIO; REMÉDIO; SOUSA, 2014).

4.2.2 Microestruturas, Aerografite 75 e Organismos Vivos para autocura de concreto

Microestruturas são estruturas em escalas muito reduzidas de um material, definida como uma estrutura reveladora de um material em escala de 25x de ampliação. A inovação por trás da microestrutura que será abordada neste subitem é sua capacidade de impermeabilização, constituída de cones extremamente minúsculos capazes de “repelir a água” tornando a superfície microestrutural hidrofóbica, além de ser muito resistente a pressão e à temperatura. Tal estrutura foi criada no laboratório de Brookhaven na cidade de Nova Iorque (MARTINS; FERREIRA; SILVA, 2012)



Figura 9 – Hidrofobia em relação à estrutura base
Fonte: Araújo (2010)

O Aerografite 75, criado na Universidade de Tecnologia de Humburgo, foi feito com base em microtubos ocos de carbono capazes de conduzir eletricidades. Algo importante de salientar é sua capacidade, mesmo feita de com estruturas ocas, de ser resistente às pressões e resistente a abrasão (SEPÚLVEDA, 2013).

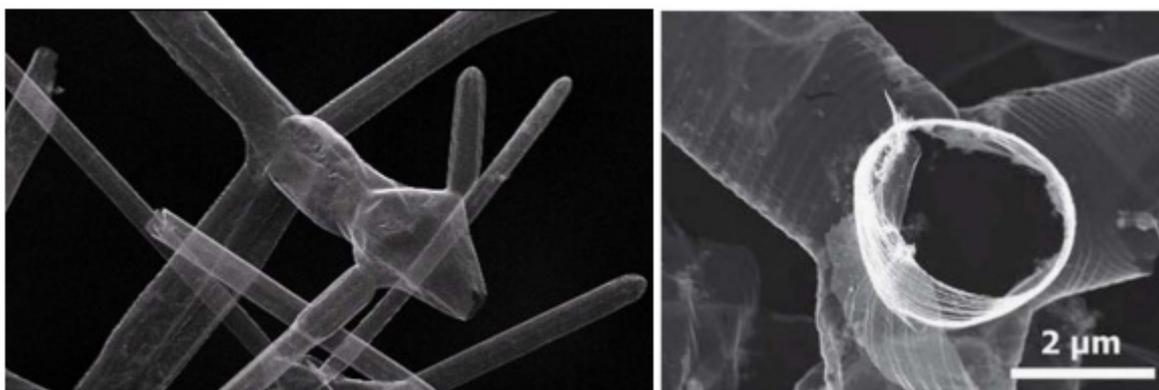


Figura 10 – Aerografite
Fonte: Sepulveda (2013)

Por fim, a indústria da construção civil evidencia problemas frequentes em relação à vulnerabilidade das estruturas metálicas internas que fixação estrutural. Essas estruturas, devido à infiltração de umidade e, por conseguinte, microrganismo que aderem ao substrato e liberam substancias capazes correr a camada superficial do aço. Como resposta à agressão é criada uma camada de passivação que aumenta o volume da estrutura do aço dentro do concreto, que por sua vez apresenta rachaduras e trincas (SILVA, 2018).



Figura 11 – Corrosão na estrutura interna do concreto
Fonte: Rocha (2015)

A solução para a problemática acima foram as inserções de microrganismos (bactérias) de autocura desenvolvida pela universidade de *Delf* na Holanda, que são capazes de gerar um componente chamado de calcita oriunda do calcário. Esse componente é responsável por preencher as fissuras geradas pela degradação natural do metal em meio ao ambiente corrosivo.



Figura 12 – concreto composto por pontos de biocimentação
Fonte: Silva (2018)

Desta forma, constata-se a importância de inovação tecnológica em meio aos setores de influência econômica de cada país, além disso, estudar como se dá a problemática dos itens apresentados neste estudo. Ao passo que a humanidade desenvolve, há uma nova busca para evitar problemas e trabalhar em consonância com o meio ambiente, sem agredi-lo.

5. CONCLUSÃO

Desta forma, pôde-se concluir que este estudo trouxe uma abordagem objetiva sobre a importância das novas tecnologias desenvolvidas ao longo dos últimos 10 anos. Por esse motivo, enfatizar que o grafeno tem se tornado um dos materiais mais influentes no mundo, não é mera especulação. Assim, constatou-se que o material é um ótimo condutor de eletricidade e poderia ser usado para conduzir impulsos elétricos a longa distância sem que haja uma resistência significativa, poderia também ser um ótimo coletes a prova de balas, usados pelos serviços de policiamento ostensivo e por fim, representaria menos gastos na matriz de produção energética. Conclui-se que cada vez mais a tecnologia tem tomado espaço no cotidiano das pessoas, mas ainda encontra desafios para que seja acessível à população, principalmente no uso desses materiais na medicina, realidade que deve

ser analisada minuciosamente.

Referencias

ANUSAVICE, Kenneth J. **Phillips materiais dentários**. Elsevier Brasil, 2013.

ARAÚJO, Emiliane Andrade et al. Hidrofobicidade de ribotipos de *Bacillus cereus* isolados de indústria de laticínios. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 3, p. 491-498, 2010.

BETTENCOURT, Ana. Dos inícios aos finais da Idade do Bronze no Norte de Portugal. 1995.

COELHO, Antonio Carlos Vieira; TOFFOLI, Samuel M. Estrutura cristalina dos materiais cerâmicos. **Depto de Engenharia Metalúrgica e de Materiais USP**, 2013.

COSTA, Ana Maria et al. As praias fluvioestuarinas da Idade do Ferro e Período Romano da Baixa de Lisboa, Portugal. **Arqueologia urbana em Centros Históricos**, p. 256-273, 2018.

COSTA, Carlos AR; RIPPEL, Márcia M.; GALEMBECK, Fernando. Heterogeneidade da capacidade dissipativa e do módulo de Young em superfícies poliméricas: contraste de fase em AFM com contato periódico. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 188-192, 2002.

JANUARIO¹, A. C.; REMÉDIO, B. R.; SOUSA, R. A. **Produção de grafeno pelo método de esfoliação química e suas potenciais aplicações**. 2014.

MARTINS, Jader; FERREIRA, Cesar Mendonça; SILVA, Neymayer Pereira da. Microestruturas de pelotas feitas com mistura de redutor e finos de minério. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 55, n. 3, p. 203-207, 2002.

MATOS, Christiano J. S. **Armazenamento e geração de energia à base de grafeno**. 2015

MARIANA DO NASCIMENTO SILVA DA PUC-RIO, Metalúrgicos. . 2018. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

SEPÚLVEDA, Bárbara Daniela Giorgini et al. Influência das ligações no dimensionamento das estruturas tubulares circulares de aço treliçadas. 2013.

SILVA, Daniel Gonçalves et al. Aplicação de bactérias biocimentantes no tratamento de patologias de revestimentos de argamassa. 2018.

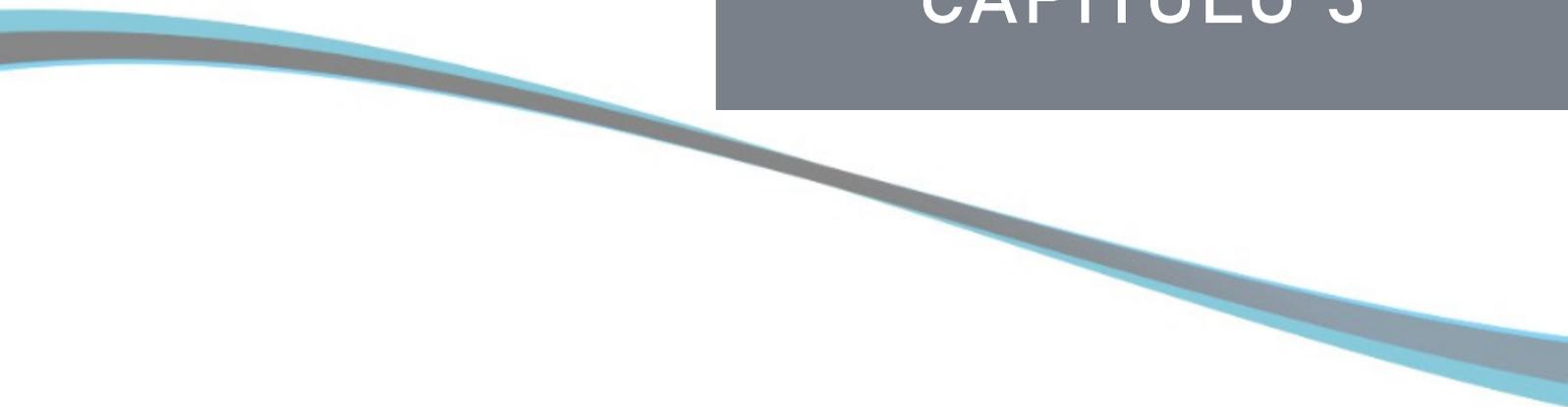
SILVA, Fabiola A. et al. A Arqueometria e a Análise de Artefatos Cerâmicos. **Revista de Arqueologia**, v. 17, n. 1, p. 41-61, 2004.

SILVA FRANCISCO, Gilberto. O lugar da História Antiga no Brasil. **Mare Nostrum (São Paulo)**, v. 8, n. 8, p. 30-61, 2017.

ROCHA, Ivan. **Corrosão em estruturas de concreto armado**. MBA Projeto, Execução e Controle de Estruturas e Fundações. Instituto de Pós-Graduação - IPOG Goiânia, GO, 02 de abril de 2015.

VIEIRA SEGUNDO, J. E. D.; VILAR, Eudésio Oliveira. Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 11, n. 2, 2016.





CAPÍTULO 3

CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A QUESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO

CONSTRUCTION: A STUDY ON THE ISSUE OF OCCUPATIONAL
SAFETY

Paulo Vinícius Moreira Costa
Kenia Cilene de Matos Santana
Raylton Michael Dutra Rodrigues

Resumo

Compreende que a revolução industrial ocorrida década de 50, no Brasil contribuiu com aumento na produção fabril devido a inclusão de máquinas no setor da indústria, no entanto tal mudança acarretou em um número elevado de acidentes de trabalho a partir daí houve a necessidade de especialização da Mão de obra dos trabalhadores envolvidos nesta área. Por consequência, na década de 70, o Brasil possuía o título de "Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho". O presente trabalho objetivou analisar a questão da segurança dentro da construção civil. Bem como, demonstrar a importância da prevenção para a segurança nos canteiros de obras; elaborar um estudo sobre as principais causas de acidentes de trabalho na construção civil; e conhecer as normas regulamentadoras para o setor da indústria de construção civil.

Palavras chave: Construção Civil. Segurança do Trabalho. Normas Regulamentadoras.

Abstract

Understands that the industrial revolution that occurred in the 1950s, in Brazil contributed to an increase in factory production due to the inclusion of machines in the industry sector, however this change resulted in a high number of occupational accidents. Labor of the workers involved in this area. Consequently, in the 70's, Brazil had the title of "World Champion of Accidents at Work". The present work aimed to analyze the issue of safety within the construction industry. As well as demonstrating the importance of safety prevention in construction sites; prepare a study on the main causes of occupational accidents in construction; and know the regulatory standards for the construction industry sector.

Key-words: Construction. Workplace safety. Regulatory Standards



1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos ramos mais antigo do mundo que vem evoluindo, proporcionando conforto e melhorias para a sociedade, entretanto, por um outro lado houve a perda de milhões de vidas provocadas por acidentes de trabalho e doenças ocupacionais que são consequência da negligência por parte dos operários e dos empregadores.

Quando se trata da segurança nos locais de trabalho a indústria da construção civil e seus canteiros de obras são os responsáveis por um número alto de acidentes que muitas vezes são fatais. De acordo com observatório digital de saúde e segurança de trabalho e o anuário estatístico da previdência social o setor da construção civil registra 46,673 de acidentes em média por ano.

Diante de números altos de acidentes é necessário que se tenha uma ampla visibilidade sobre medidas que podem e devem ser tomadas para evitar acidentes nesta área como campanhas de prevenção, maior fiscalização por parte dos órgãos responsáveis entre outros, contribuindo para a diminuição do percentual de acidentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Analisar a questão da segurança dentro da construção civil.

2.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar a importância da prevenção para a segurança nos canteiros de obras.
- Elaborar um estudo sobre as principais causas de acidentes de trabalho na construção civil.
- Conhecer as normas regulamentadoras para o setor da indústria de construção civil.



3. JUSTIFICATIVA

A construção civil é um setor responsável por muitos acidentes de trabalho e é um assunto que preocupa empregados e empregadores em todo o mundo, especialmente no Brasil, segundo a organização internacional do trabalho (oit) cerca de cinco mil trabalhadores morrem todos os dias por causa de acidentes na construção civil. E de acordo com previdência social ocorrem 300 mil acidentes de trabalhos anuais sendo o número de mortes cerca de 2.700 mil, em decorrência disso, é relevante a discussão sobre a questão da segurança dentro desta área de trabalho.

Visto que os fatores que ocasionam os acidentes são diversos e a maioria está ligado a imprudência, a falta de planejamento, a presa, a falta de treinamento e ao uso incorreto dos epi's (equipamento de proteção individuais) e epc's (equipamento de proteção coletiva), é de suma importância dentro desta área de trabalho a conscientização sobre as medidas de prevenção de acidentes.

Portanto, visto que há um número alto de acidentes e a maioria deles são fatais é necessário que se tenha maiores investimentos na segurança no espaço de trabalho da construção civil e de seus canteiros de obras, investimentos tanto dos materiais de trabalho como na prevenção de acidentes através dos equipamentos de proteção e de treinamentos aos empregados

4. METODOLOGIA

A pesquisa consistirá em analisar a questão da segurança do trabalho dentro da construção civil, a pesquisa será bibliográfica, através de leitura de livros, artigos e sites de autores que abordam sobre tal temática, e documental a fim de identificar documentos relacionados as legislações pertinentes a tal assunto.

O método utilizado será descritivo, onde serão utilizadas técnicas para a coleta de dados através da abordagem quantitativa. De acordo com a norma NR-18 de 1978, a pesquisa não busca enumerar ou medir eventos, pois serve para obter dados descritivos que expressão os sentidos dos reais acontecimentos.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção civil refere-se a concepção, construção e manutenção de obras como prédios, estradas. Desde da pré-história que o conceito de trabalho existe, é a partir dele que o ser humano evoluiu e alcançou o nível de desenvolvimento



atual. Antes os homens construíam espaços que os protegessem dos ataques de animais e para proteger-se de inimigos humanos com o passar dos anos o conhecimento humano foi se desenvolvendo e o setor da construção civil se desenvolveu e transformou-se visto que atualmente suas obras são essenciais para o bem-estar da população e para o desenvolvimento econômico da sociedade.

A área de construção civil abrange todas as atividades de produção de obras. Estão incluídas nesta área as atividades referentes às funções planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, tais como edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral, estando excluídas as atividades relacionadas às operações, tais como a operação e o gerenciamento de sistemas de transportes, a operação de estações de tratamento de água, de barra (MEC, 2000, p.9).

A construção civil atualmente é uma das áreas de trabalho mais importante para a sociedade visto que movimenta a economia e gera empregos, entretanto, é uma das áreas que se tem os maiores índices de acidentes pois os trabalhadores estão sujeitos a diversos tipos de riscos. É certo que na história o homem sempre esteve exposto a diversos riscos, porém foi a partir da revolução industrial de meados do século xviii, com o surgimento das indústrias e do avanço tecnológico que se intensificaram os diversos acidentes de trabalho.

[...]. Com o advento da revolução industrial na Inglaterra, na segunda metade do século xviii, surgiram novas formas de trabalho que expunham o trabalhador a uma série de situações perigosas e inseguras. Além desde aspecto, existia também o fato da mão de obra ser constituída, principalmente, de crianças e adolescentes egressos de orfanatos. Portanto, era uma mão de obra barata, formada de pessoas abandonadas pela sociedade e que os empresários não tinham interesse em proteger (MACHADO, 2012).

Em 1919, é fundada a Organização Nacional do Trabalho (OIT) com o objetivo de promover a justiça social, reunindo questões trabalhistas para reverter as péssimas condições de trabalho. De acordo com André Chaves (2016) a OIT considera que a prevenção de acidentes nas obras exige enfoque específico, tanto de natureza particular do trabalho da construção como pelo caráter temporário dos centros de trabalho (obras) do setor. Neste setor existem inúmeras situações de riscos que podem ocasionar acidentes de trabalho como máquinas, equipamentos, ferramentas, eletricidade, queda de altura, manuseio de produtos perigosos entre outros. Conforme as estimativas da OIT dos aproximadamente 355 acidentes mortais que acontecem anualmente no mundo, pelo menos 60 mil ocorrem em obras de construção (DIAS, 2005).

A maioria dos acidentes de trabalho nas obras tem como causa o descumprimento de normas básicas de segurança de proteção aos trabalhadores e as más condições nos ambientes e processos de trabalho. A lei nº 8.213/1991 a qual estabelece os detalhes dos planos de previdência no seu artigo 19 define que "acidente



do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

O ambiente físico exerce grande influência sobre acidentes, por ser fonte permanente de estresse dos trabalhadores. Um ruído indesejável ou um ofuscamento visual podem modificar o comportamento do trabalhador favorecendo a ocorrência de acidentes” (CATAI, 2014).

Os acidentes de trabalho trazem diversos problemas como perdas na produção, perdas materiais, diminuição da eficiência do trabalhador acidentado ao retornar ao trabalho, aumento da renovação de mão de obra, entre outro. É importante considerar a questão da segurança no trabalho para evitar acidentes, é a Norma Regulamentadora 18 (NR 18), que estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização para implementação e controle de medidas de segurança na indústria da construção civil. Ferreira e Peixoto (2012, p. 28) fala que:

A segurança no trabalho pode ser definida como uma série de medidas técnicas, administrativas, médicas e, sobretudo, educacionais e comportamentais, empregadas a fim de prevenir acidentes e eliminar condições e procedimentos inseguros no ambiente de trabalho. Destaca também a importância dos meios de prevenção estabelecidos para proteger a integridade e a capacidade laboral do colaborador.

A NR 18 estabelece que todos os empregados devem receber treinamentos admissional e periódico, visando garantir a execução de suas atividades com segurança, entretanto a absorção de mão de obras não qualificadas pela indústria, o caráter temporário das instalações, terceirização de serviços fazem com que este setor sejam potencialmente geradores de acidentes. É evidente que a discussão sobre o investimento em segurança de trabalho deve estar na pauta de quaisquer obras realizadas por este setor, definindo as atividades e funções dos profissionais para assim a análise de risco e as técnicas de segurança venham a ser aplicadas.

É essencial que medidas de segurança façam parte da rotina de quem trabalha em canteiro de obra. Acidentes podem acontecer a qualquer momento, mas, muitos acidentes que ocorrem poderiam ser evitados se as normas de segurança do trabalho para construção civil fossem rigorosamente seguidas. Mas na prática ainda há muita negligência neste setor.

Toda obra na construção civil deve ter o SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho), que é composto por uma equipe de profissionais como médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem do trabalho e também engenheiro e técnico de segurança do trabalho. Tem a função de promover a saúde e proteger a integridade física dos operários no ambiente de trabalho,



fiscalizando e dando todo o apoio necessário.

Além do SESMT existe ainda a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), que tem a função de prevenir acidentes e doença decorrente do trabalho, a cipa, não é formada por especialista em saúde e segurança do trabalho como o sesmt, mas sim por representante dos trabalhadores e do empregado e sua principal tarefa é identificar risco no local de trabalho e também realizar palestras e treinamento para a prevenção de acidentes.

Por norma (NR 6) é obrigatório o uso de EPI's e EPC's na construção civil, equipamento de proteção individual e coletivo, os acidentes são evitados com a aplicação de medidas específicas de segurança, selecionadas de forma a estabelecer maior eficiência na prática; são exemplos de epi's e epc's: óculos de segurança; protetor auditivo; máscara; luvas; calçado de segurança; sinto de segurança tipo paraquedista; tapumes; chuveiro lava olhos; plataforma; cones; cavaletes; fitas; correntes; telas e redes isoladoras. Cada equipamento destes tem a função de atuar na prevenção de um dos riscos aos quais os trabalhadores da construção estão expostos.

Podemos também citar outras medidas a serem tomadas para prevenir acidentes como a organização é essencial para um ambiente mais seguro os equipamentos e ferramentas em local adequado. Além disso, é importante manter a limpeza e garantir espaço adequado para circulação de pessoas e descargas de materiais e ainda não menos importante é preciso manter a atenção, muitas vezes um trabalho repetitivo acaba se tornando automático, o que pode causar desatenção e o risco de acidente fica eminente. Todo o trabalho na construção civil exige total concentração e foco nas tarefas. Por isso, é recomendado que os trabalhadores do canteiro de obra não fiquem com piadas e descontrações na hora do trabalho eles podem ter esse momento nos intervalos ou até mesmo no horário do almoço, mais nunca em horário do serviço. Diante disso as indústrias devem seguir as normas regulamentadoras da construção civil pois nelas estão os conjuntos de regras, requisitos e instruções relativas à segurança no trabalho.

5.1. A Importância da prevenção para a segurança nos canteiros de obras

A Indústria da Construção Civil se destaca como um dos setores que mais necessita de análises voltadas às melhorias do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (SGSST), por possuir particularidades diferenciadas das demais atividades produtivas. A falta de homogeneidade do produto, a diversidade de materiais e componentes empregados, a alta rotatividade, a desqualificação da mão de obra e a predominância de empresas de pequeno porte contribuem para a ausência da cultura de segurança do trabalho (ALCOFORADO, 2008).



Sabe-se que é um dos campos que mais origina emprego de operários, onde tem um elevado número de vagas de trabalho, mas, com isso vem os altos índices de acidentes de trabalho no setor. Estes acidentes se formam em problema de saúde pública, por constituírem potencialmente fatais, incapacitantes e por acometerem, sobretudo, pessoas em idade produtiva, o que ocasiona grandes seqüelas sociais e econômicas.

Pampalon (2010) afirma que os acidentes fatais por trabalho em altura acontecem, sobretudo em: obras de construção civil e reformas, serviços de manutenção e limpeza de fachadas, serviços de reforma e manutenção em telhados, pontes rolantes, montagem de estruturas diversas, serviços em ônibus e caminhões, depósitos de materiais, serviços em linhas de transmissão e postes elétricos, trabalhos em manutenção em torres de telecomunicações, serviços diversos em locais com aberturas em pisos e paredes em proteção, etc.

Realizar trabalhos em locais de diferença de nível acarreta em grande risco para o trabalhador, já que este pode sofrer queda, e com isto causar sérios danos à saúde ou até mesmo situações de óbito, requerendo que inúmeros procedimentos sejam feitos para que todas as medidas de segurança sejam tomadas e evitem que esses trabalhadores se acidentem.

Os riscos de queda existem em vários ramos de atividades e em diversos tipos de tarefas, sendo necessária uma intervenção nessas atuações de grave e iminente risco, regularizando o processo, de forma a tornar os trabalhos totalmente seguros (MIKIEWSKI, 2012).

A queda em altura está associada, no Brasil, com aproximadamente 40% dos acidentes de trabalho registrados (BAU, 2012) e com cerca de 25% das causas de morte decorrentes de acidentes. (PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2011).

Conforme a Previdência Social em 2009 no Brasil, aconteceram cerca de 1 morte a cada 3,5 horas causada pelo risco decorrente dos fatores ambientais do trabalho (Previdência Social). Para Zarpelão (2012, p.66):

A construção civil é responsável por grande parte do emprego das camadas pobres da população masculina, e além disso, é estimada uma das mais perigosas em todo o mundo, liderando as taxas de acidentes de trabalho fatais, não fatais e anos de vida perdidos.

Para a Organização Internacional do trabalho - OIT: "o segmento da construção é categórico para o desenvolvimento amparado na economia brasileira. No ano de 2000, o setor foi responsável por 15,6% do Pib nacional e empregou 3,63 milhões de pessoas" (LIMA JUNIOR et al., 2005, p.11).

Além disso, a OIT recomenda as qualidades do trabalhador do setor da construção civil, enfatizando um trabalho apresentado pelo SESI, dando ênfase para

alguns pontos fundamentais:

a. Baixa qualificação: 72% dos trabalhadores analisados nunca participaram de cursos e treinamentos, 80% têm apenas o ensino fundamental incompleto e 20% são inteiramente analfabetos;

b. Alta rotatividade no setor;

c. Baixos salários: média salarial de 2,8 salários mínimos;

d. Altas deficiências sociais: elevado índice de absenteísmo por problemas de saúde;

e. Alcoolismo: 15% abusam de bebidas alcoólicas.

Diante disso, Lima Junior et al. (2005) enfatiza que: [...] percebemos que a prevenção de acidentes e doenças nas indústrias da construção deve priorizar formação profissional, motivação dos trabalhadores para melhor percepção dos riscos, progresso do sistema de informação voltado para a sua cultura regional e ação contra o analfabetismo. Todos os fatores exibidos cooperam, de forma expressiva, para o alto índice de acidentes, especialmente, graves e fatais (LIMA JUNIOR et al., 2005, p.13).

De acordo com Fórmica (2000), segurança do trabalho é o conjunto de medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas utilizadas para prevenir acidentes, quer eliminando as condições inseguras do ambiente quer instruindo ou convencendo as pessoas sobre a implantação de práticas preventivas.

Segundo Quelhas e Lima (2006), o papel desempenhado pela Segurança do Trabalho está associado à busca pela melhoria nas condições do ambiente e do exercício do trabalho. As resultantes deste conceito é o alcance dos objetivos principais, diminuição do custo social com acidentes de trabalho, valorização da autoestima e proporcionar a melhoria contínua da qualidade de vida dos trabalhadores.

O Governo Brasileiro, pressionado por organismos internacionais de financiamento, adotou algumas ações, dentre as quais se podem destacar: a aprovação de legislação relativa à segurança e medicina do trabalho, que foi copiada da legislação americana e a conseqüente formação inadequada de profissionais (engenheiros de segurança do trabalho, médicos do trabalho e demais profissionais da área) (BRASIL, 2012).

Com a revolução industrial ocorrida no Brasil durante a década de 50, houve um aumento significativo na produção das fábricas. Por conta da inclusão de máquinas no setor de produção, os trabalhadores precisaram passar por uma especialização de mão de obra, entretanto, tal revolução provocou um aumento do número de acidentes de trabalho. Por conseqüência, na década de 70, o Brasil possuía o



título de “Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho”.

A Segurança do Trabalho é definida por normas e leis. No Brasil a Legislação de Segurança do Trabalho compõe-se de Normas Regulamentadoras, Normas Regulamentadoras Rurais, outras leis complementares, como portarias e decretos e também as convenções Internacionais da Organização Internacionais do Trabalho ratificadas pelo Brasil (FIGUEIRA, 2010).

Muitas leis que visam a prevenção foram criadas tentando melhorar as condições dos trabalhadores, mas a principal é a Portaria n^o 3.214 de 8 de junho de 1978 que aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho.

Observa-se que a conscientização do trabalhador é o melhor método de prevenção. Para isso a aplicação de treinamentos e medidas de segurança coletivas e individuais ligados à atividade desenvolvida, torna-se indispensável. Piza (2000) define prevenir acidentes como: atuar antes de sua ocorrência o que significa identificar e eliminar riscos nos ambientes de trabalho. Mostrando a importância de um plano de ação/controlado das atividades exercidas. A norma regulamentadora N^o 35 determina que a empresa deve desenvolver e “praticar” as análises de riscos referente às atividades exercidas, assegurando e prevenindo os riscos de queda de pessoas e materiais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a construção civil é uma das áreas de grande relevância para sociedade, visto promove a moradia, a qualidade de vida como também movimenta a economia e gera empregos. A construção civil é um setor responsável por muitos acidentes de trabalho e é um assunto que preocupa empregados e empregadores em todo o mundo, especialmente no Brasil, segundo a organização internacional do trabalho (OIT) cerca de cinco mil trabalhadores morrem todos os dias por causa de acidentes na construção civil. E de acordo com previdência social ocorrem 300 mil acidentes de trabalhos anuais sendo o número de mortes cerca de 2.700 mil, em decorrência disso, é relevante a discussão sobre a questão da segurança dentro desta área de trabalho.

Visto que os fatores que ocasionam os acidentes são diversos e a maioria estão ligados a imprudência, a falta de planejamento, a presa, a falta de treinamento e ao uso incorreto dos Equipamento de Proteção Individuais - EPI's e Equipamento de Proteção Coletiva - EPC's, é de suma importância dentro desta área de trabalho a conscientização sobre as medidas de prevenção de acidentes Sabe-se que é um dos campos que mais origina emprego de operários, onde tem um elevado número de vagas de trabalho, mas, com isso vem os altos índices de acidentes de trabalho no setor. Estes acidentes se formam em problema de saúde pública, por constitu-

írem potencialmente fatais, incapacitantes e por acometerem, sobretudo, pessoas em idade produtiva, o que ocasiona grandes seqüelas sociais e econômicas.

Portanto, visto que há um número alto de acidentes e a maioria deles são fatais é necessário que se tenha maiores investimentos na segurança no espaço de trabalho da construção civil e de seus canteiros de obras, investimentos tanto dos materiais de trabalho como na prevenção de acidentes através dos equipamentos de proteção e de treinamentos aos empregados.

Referências

- AMORIM, Eduardo Lucena C. de. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. Alagoas. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, 2013.
- ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional OHSAS 18.001/2007 e OIT SSO/2001 Comentado e Comparado**. 2ª edição, Rio de Janeiro 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Cadastro de acidentes** (NBR 14280). Disponível em: <http://www.alternativorg.com.br/wdframe/index.php?&type=arq&id=MTE2Nw>. Acesso em:
- BAXENDALE, T.; JONES, O. Construction design and management safety regulations in practice: progress on implementation. **International Journal of Project Management**, Buckinghamshire, v. 18, 2000.
- BRASIL, Ministério da Previdência e Assistência Social. Instituto Nacional de Seguro Social. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Brasília: 2011. 889f.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 18** – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. 2012.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NRº 35: Trabalho em Altura**. Comentada. 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 35: Trabalho em Altura. 2012.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Normas de saúde e segurança do trabalho. **Norma Regulamentadora Nº35: Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho, 2012.
- CHAGAS, A.M. R.; SALIM, C.A.; SERVO, L.M. S. **Saúde e Segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, Sistemas de Informação e Indicadores**. 1. ed. Brasília: Instituto de Ciências Econômicas Aplicadas, 2011. Cap. 9, p. 289-328.
- CURIA, Luiz Roberto; WINDT, Marcia Cristina Vaz dos Santos; CÉSPEDES, Livia. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 11. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.
- DORS, Luciano; GOMES, Alice; PANDOLFO, Adalberto; KUREK, Juliana; PANDOLFO, Luciana; BORDIGNON, Sérgio. **Métodos mais seguros**. Revista Proteção. Novo Hamburgo, v. 238, p.84, out. 2011.
- DUARTE, W. M. C. **Proteção contra acidentes de trabalho em diferença de nível na construção civil**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso - UEPG, Paraná, 2005.
- FIRETTI, V. L. **Trabalho em altura: legislação, soluções e análise de risco para instalação de calhas em telhados**. 2013. 73 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2013.
- LIMA JUNIOR, Jófilo Moreira; LÓPES-VACÁRCCEL, Albert; DIAS, Luiz Alves. **Segurança e saúde no trabalho da construção: experiência brasileira e panorama internacional**. Brasília, 2005. 72 p
- PAMPALON, Gianfranco. Avanço perigoso. **Proteção**, Novo Hamburgo, v.4, 2010, n.220, p.38-52, abr. 2010.



PAMPALON, Gianfranco. **Trabalho em Altura Prevenção de Acidentes por Quedas**, 2ed. Ministério do Trabalho e Emprego, São Paulo, 2004.

PAMPALON, Giofranco. **Cartilha**: Trabalho em altura prevenção de acidentes por queda. São Paulo, 2002. 23p.

PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. 2011.

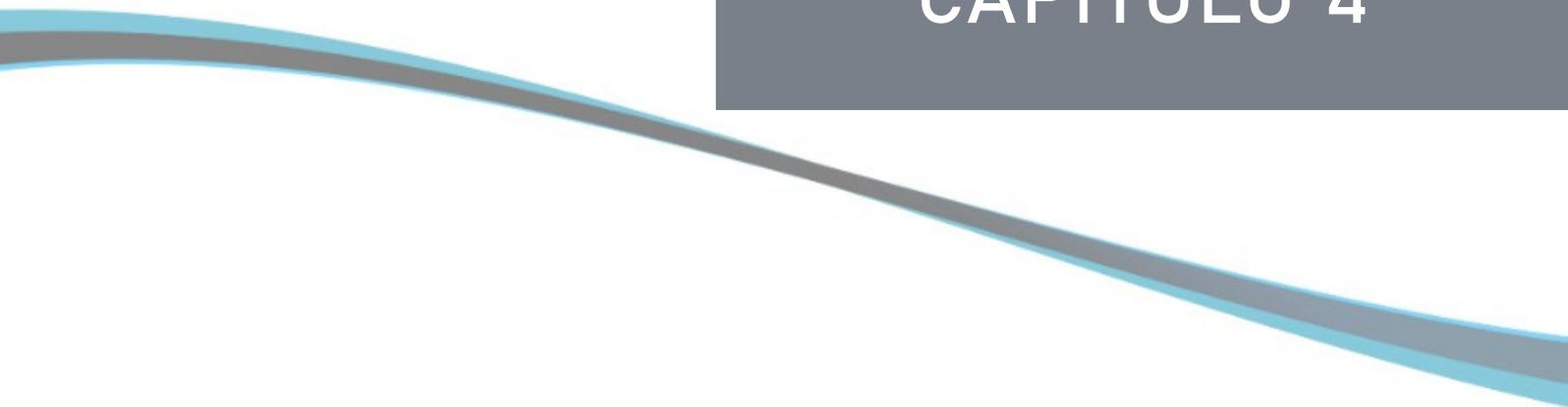
REVISTA PROTEÇÃO, Edição 247 – Julho de 2012, Ano XXV.

SILVA, Gilberto Nepomuceno da. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho**. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. UFF, Niterói, 2011.

ZARPELÃO, Roberta Zaninelli do Nascimento. Estresse e hipertensão. **Revista Proteção**. Novo Hamburgo: Sociedade Vicente Palloti, n. 246, p.66-69, junho 2012.

PAMPALON, Gianfranco. Avanço perigoso. **Proteção**, Novo Hamburgo, v.4, 2010, n.220, p.38-52, abr. 2010.





CAPÍTULO 4

EMPREGO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM VIGAS BALDRAMES PARA PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS

EMPLOYMENT WATERPROOF EMPLOYMENT FOR PATHOLOGY
PREVENTION

Daniel Sevalho Bentes

Resumo

A impermeabilização é uma etapa do processo de construção de uma edificação, que tem grande relevância. Principalmente na construção dos alicerces e das vigas baldrames, pois são o ponto de sustentação da construção, e estão passíveis ao contato com a umidade, o que pode gerar patologias. Patologias que podem ocasionar prejuízos estruturais e financeiros, pois um imóvel é um bem durável, e sua construção deve prezar pelo conforto e pela durabilidade. Como o avanço da tecnologia, a construção civil desenvolveu produtos e técnicas que o construtor tem como aliados no processo de impermeabilização de uma obra. A presente estudo tem como objetivo o emprego da impermeabilização em vigas baldrames para prevenção de patologias, buscando entender quais os métodos de prevenção e quais as medidas para locais afetados por patologias. A fundamentação teórica bibliográfica, baseia-se nas principais obras dos autores: Nakamura (2019), Padilha (2018), Venturini e ainda a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2019). A impermeabilidade tem um papel de destaque nas construções, a curto e longo prazo, pois garante uma proteção eficiente em todas as áreas da construção.

Palavras-Chave: Construção. Impermeabilidade. Obras. Patologias. Proteção.

Abstract

Damp-proofing is a step in the process of construction of a building, which are of great importance. Particularly, in the construction of the foundation and the beams to baldrames, as they are the point of support of the building, and they are able to make contact with the moisture, which can generate diseases. Medical conditions that can result in damage to the structural, financial, and, since it is a property that is of a durable and its construction are to seek for comfort and durability. As the technology advances, the building construction has developed products and techniques that the builder has as allies in the process of water-proofing work. The present study has as its objective the use of the water-proofing on the beams, baldrames for the prevention of diseases, seeking to understand what are the ways to prevent them, and what are the measurements for the locations that are affected by the problem. The theoretical basis of the literature, it is based on the major works of the author: the Player (2019), President (Until 2018), Venturini, and also of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) (2019). The water resistance has a central role in the construction, in the short-and long-term, it ensures an effective protection in all areas of the building.

Key-words: Building. Waterproofing Works. Diseases. And Protection.



1. INTRODUÇÃO

Desde do período da pré-história, quando os homens das cavernas buscavam moradias, a umidade era uma preocupação básica. Os abrigos mais comuns nesse período eram as cavernas que serviam de proteção contra os fenômenos naturais, o frio e para se defender dos animais. Com as ações das chuvas, e outros fatores naturais, o homem pré-histórico observou que a umidade do solo também se desenvolvia nas paredes, tornando o abrigo insalubre.

Esse e outros fatores, ao longo da história, foram decisivos para o desenvolvimento de métodos e tecnologias que melhorassem e qualificassem as construções de "abrigos". Ainda que, em muitos canteiros da construção civil, a água é um dos principais fatores de desgaste e depreciação em muitas obras.

Assim, a impermeabilidade tem um papel de destaque nas construções, a curto e longo prazo. Deve-se, priorizar uma proteção eficiente em todas as áreas da construção para evitar e prevenir futuras patologias, que podem surgir com a infiltração da água, além de outros problemas relacionadas ao tempo, pois a vida útil de uma construção está diretamente ligada a um eficiente processo de impermeabilização.

No Brasil, em grande parcela das obras, os métodos são transmitidos a partir de conhecimentos práticos, sem noções teóricas e estudos, que levam aos decorrentes erros durante a execução de diversos serviços durante a obra. E como o processo de impermeabilização não fica aos olhos e, em muitos casos as falhas são notadas posteriormente, é o cliente quem mais sai perdendo com a ausência desta prática. Assim, esse trabalho traz como tema o emprego da impermeabilização em vigas baldrame para prevenção de patologias.

O presente trabalho se justificou pela necessidade de informação sobre os métodos corretos de execução, e a importância do estudo da técnica a ser utilizada, além da valorização dos projetos de impermeabilização. Visto que a etapa da impermeabilização é uma fase das mais relevantes para tornar a estrutura protegida, a sua correta execução evita danos na edificação e prolonga sua vida útil.

A umidade é um dos maiores problemas que ocorrem nas construções, muitas vezes começando com manchas e mofo aparente nas partes inferiores das alvenarias, qual a relevância da impermeabilização nas vigas a fim de evitar patologias?

O objetivo geral foi apresentar as patologias causadas pela umidade e a importância de se impermeabilizar de modo correto nas regiões em contato direto com o solo, a fim de evitá-las. E para isso tem os objetivos específicos como: verificar



a relevância da fase de impermeabilização nas edificações; caracterizar os tipos de infiltração nas vigas baldrame e como deve ser realizada sua execução; relacionar soluções para a prevenção ou correção das patologias ocasionadas pela umidade.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho, foi uma Revisão de Literatura, como base em consultas a livros, dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca em base de dados como livros, documentos, teses de cunho científico, revistas e outros, com bases em autores como: Nakamura (2019), Padilha (2018), Venturini e ainda a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2019). O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos dez anos. As palavras-chave utilizadas na busca serão: impermeabilidade, proteção, obras, patologias construção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar sobre as patologias causadas pela umidade e a importância de se impermeabilizar de modo correto as regiões em contato direto com o solo, a fim de evita-las.

2.2 Objetivos Específicos

Verificar a relevância da fase de impermeabilização nas edificações.

Caracterizar os tipos de infiltração nas vigas baldrame e como deve ser realizada sua execução.

Relacionar soluções para a prevenção ou correção das patologias ocasionadas pela umidade.

3. JUSTIFICATIVA

Por não serem áreas expostas a intempéries, os baldrame tendem ser mais desconsiderados, esquecidos nas edificações com os cuidados relacionados a umidade, mas o que acontece é que eles que ficam em contato com o solo sofrendo com a penetração da umidade pelos poros da alvenaria que sobem pelas paredes



e ocasionam diversos problemas como o aparecimento de manchas de umidade, fungos nos rodapés, empolamento das tintas e estufamento do reboco.

No Brasil, grande parcela das obras, métodos são transmitidos a partir de conhecimentos práticos, sem noções teóricas e estudos, que levam aos decorrentes erros durante a execução de diversos serviços durante a obra. E como o processo de impermeabilização não fica aos olhos e, em muitos casos as falhas são notadas posteriormente, é o cliente quem mais sai perdendo com a ausência desta prática.

Justificando a pesquisa como uma maneira de informar os métodos corretos de execução e importância do estudo da técnica a ser utilizada, além da merecida valorização dos projetos de impermeabilização. Visto que a etapa da impermeabilização uma fase das mais relevantes para tornar a estrutura protegida, a sua correta execução evita danos na edificação e prolonga sua vida útil.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019) define a impermeabilização como uma proteção para a construção contra a infiltração de água, sendo um sistema com finalidade de selar ou vedar os materiais revestidos, proporcionando segurança e conforto aos vários tipos de construções, seja comercial ou residencial, ou ainda de pequeno porte ou com dimensões muito maiores.

A impermeabilidade, consiste em uma etapa fundamental na construção civil, porém muitas vezes é deixada de lado nos canteiros de obras, por vários motivos, desde desinformação a contenção de custos, o que pode gerar problemas a curto ou a longo prazo, como o surgimento de patologias (PADILHA, 2018).

Muitas construções não dedicam a importância necessária ao processo de impermeabilidade, em uma construção, sendo as vezes nem praticada por esta fora do alcance visual. Sendo que muitos dos problemas de infiltração e umidade, referentes as impermeabilizações, podem ser observados e superados logo no início do desenvolvimento da construção (NAKAMURA, 2019). Por meio da impermeabilização de constrói a segurança de edifícios, casas, fabricas entre outros, além de adequados à prevenção de doenças respiratórias. "Os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar, causam danos irreversíveis a estrutura além de prejuízos financeiros, principalmente quando envolve a recuperação estrutural" (ABNT, 2019, p.03).

Desde 1968, o Brasil possui uma normalização referente a impermeabilização, que teve início por meio de reuniões na Associação Brasileira de Normas Técnicas. O evento que impulsionou o desenvolvimento dessa normalização, foi a construção do metrô na cidade de São Paulo, em 1968. Entretanto, somente sete anos mais



tarde, em 1975, que foi publicada a primeira Norma Brasileira de Impermeabilização. Foi também no ano de 1975 que se criou o instituto responsável pela disseminação da importância da impermeabilização no ramo da construção, o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) (VENTURINI, 2009).

Uma construção que não recebe uma impermeabilização adequada corre o risco de desenvolver patologias. Patologias é um termo de origem grega (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) que significa "estudo da doença". A engenharia veio a utilizar a expressão "patologia" no estudo nas construções e das manifestações, suas origens, seus mecanismos de ocorrência das falhas e seus defeitos que alteram o equilíbrio preexistente ou idealizado (SOUZA, 2009). As patologias, na construção civil, são atribuídas a análise de danos ocorridas em uma edificação. A vários tipos de patologias tais como: fissuras, trincas, infiltrações e ainda, danos provenientes do excesso de umidades nas estruturas (IBDA, 2019). Por se caracterizar, em vários aspectos, é identificada por manifestações patológicas.

Hoje, os danos mais comuns na construção civil são os causados pela infiltração e umidade. Muitas podem ser as causas desde problemas, desde a falta de cuidado com a execução dos projetos, o descaso com os fatores naturais, o uso de produtos inadequados entre outras. Esses danos primários podem ocasionar problemas de grandes proporções nos vários tipos de construções. Porém, esses problemas poderiam ser evitados se a estrutura básica recebesse uma impermeabilização adequada (STORTE, 2018).

Assim, para evitar patologias, causadas pela umidade do solo, em vigas baldrame, pode ser aplicado, nos alicerces, argamassa impermeabilizante misturada com tinta asfáltica. Entretanto, para se chegar ao método mais adequado para uma impermeabilização de vigas baldrame, é necessário levar em consideração vários aspectos, como as características da região de aplicação, a geometria das peças, o nível do lençol freático, além da qualificação da mão de obras (NAKAMURA, 2019).

Os "baldrame são as vigas que ficam normalmente um pouco abaixo do nível do solo" (BONETTO, 2016, p.02) Que podem ser de alvenaria ou de concreto, sendo capazes de cargas pequenas, um exemplo, são as construções térreas, que são espalhadas de forma homogênea por um solo firme. Apesar de ser um método popular e como simples execução, essa técnica deve ser observada de cuidados para evitar patologias. Entre eles, destaca-se a impermeabilização, fundamental para evitar ou impedir o avanço da umidade do solo por capilaridade até pilares, paredes e lajes (NAKAMURA, 2019).

A indesejada umidade pode ocasionar fissuras, infiltrações e destacamento de revestimentos. Podendo tornar o espaço insalubre, ao desenvolver mofo e fungos, além de consequências estruturais mais graves em relação à durabilidade da estrutura (SOUZA, 2009).



A presença de umidade nas paredes, é uma das patologias que podem surgir por uma impermeabilização inadequada em vigas baldrames, podendo provocar problemas estruturais de vazamento, manchas, infiltrações e eflorescência, na edificação. Esses problemas podem se origina de diferentes maneiras, e por isso existem diferentes tipos de umidade. A que pode ser causada pela umidade decorrente das águas de chuva, a chamada intempéries, que penetra nas fissuras. Assim, para um tratamento de impermeabilidade adequado, nessa situação, o sistema de pintura flexíveis e duráveis pode ser uma alternativa (MACHADO, 2019).

Outro tipo comum é umidade que tem sua origem na infiltração, atingindo o interior de uma casa pelas paredes. “Pode ser causada pelo escapamento de encanamentos, pela ausência de impermeabilização nas áreas úmidas ou pelo isolamento ineficaz de casas adjacentes” (DIVIZIA, 2017, p.05). Afetando, também os ambientes do subsolo, ou seja, enterrados.

Já a umidade ascendente por capilaridade se inicia pelas partes inferiores das paredes, que passa a absorver a água do solo por meio da fundação. Nesse cenário, a parede está diretamente ligada as vigas de fundação, ficando parcialmente por debaixo do solo e em contato com a superfície úmida. No caso apresentado, muito comum em sótãos, pisos e estacionamentos, uma solução, pode ser o isolamento da parede com drenos, brita ou geotêxtil (MACEDO, 2017).

Mesmo diante de soluções para casos de umidade em uma construção, a melhor forma ainda é a prevenção. Assim, no desenvolvimento da edificação, é essencial a construção e prática de um bom projeto, que privilegie as precauções que evitem a umidade. Pois, “a patologia é consequência da falta de proteção das paredes e da impermeabilização deficiente em vigas baldrames e alicerces” (DIVIZIA, 2017, p.11).

Em construções já ocupadas, é que aprestam algum tipo de umidade, é necessário uma análise e auxílio de um especialista em aplicação de impermeabilizantes, mas antes da aplicação tem que, em paredes, remover pintura e massa corrida em superfícies externas, para posteriormente chapiscá-la e fazer a aplicação de revestimento impermeabilizante (IBDA, 2019). Vale lembrar que a indústria disponibiliza produtos para os vários tipos de problemas como umidade, como impermeabilizantes cristalizantes, próprios para aplicação em alicerces e vigas baldrames.

5. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa a ser realizado neste trabalho, será uma Revisão de Literatura, no qual será realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca em base de dados como livros, documentos, setes de cunho científico, revistas e outros, com bases em autores como: Nakamura, Padilha, Venturini e ainda a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos dez anos. As palavras-chave utilizadas na busca serão: impermeabilidade, proteção, obras, patologias construção.

6. A RELEVÂNCIA DA FASE DE IMPERMEABILIZAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2019) define a impermeabilização como uma proteção para a construção contra a infiltração de água, sendo um sistema com finalidade de selar ou vedar os materiais revestidos, proporcionando segurança e conforto aos vários tipos de construções, seja comercial ou residencial, ou ainda de pequeno porte ou com dimensões muito maiores.

A impermeabilidade, consiste em uma etapa fundamental na construção civil, porém muitas vezes é deixada de lado nos canteiros de obras, por vários motivos, sendo por desinformação a contenção de custos, o que pode gerar problemas a curto ou a longo prazo, como o surgimento de patologias (PADILHA, 2018).

Muitas construções não dedicam a importância necessária ao processo de impermeabilidade, em uma construção, sendo as vezes nem praticada por esta fora do alcance visual. Sendo que muitos dos problemas de infiltração e umidade, referentes as impermeabilizações, podem ser observados e superados logo no início do desenvolvimento da construção (NAKAMURA, 2019). Por meio da impermeabilização de constrói a segurança de edifícios, casas, fabricas entre outros, além de adequados à prevenção de doenças respiratórias. "Os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar, causam danos irreversíveis a estrutura além de prejuízos financeiros, principalmente quando envolve a recuperação estrutural" (ABNT, 2019, p.03).

Desde 1968, o Brasil possui uma normalização referente a impermeabilização, que teve início por meio de reuniões na ABNT. O evento que impulsionou o desenvolvimento dessa normalização, foi a construção do metrô na cidade de São Paulo, em 1968. Entretanto, somente sete anos mais tarde, em 1975, que foi publicada a primeira Norma Brasileira de Impermeabilização. Foi também no ano de 1975 que se criou o instituto responsável pela disseminação da importância da impermeabilização no ramo da construção, o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) (VENTURINI, 2009).

Uma construção que não recebe uma impermeabilização adequada corre o risco de desenvolver patologias. Patologias é um termo de origem grega (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) que significa "estudo da doença".

A engenharia passou a utilizar a expressão "patologia" no estudo das construções e das manifestações, suas origens, seus mecanismos de ocorrência das falhas

e seus defeitos que alteram o equilíbrio preexistente ou idealizado (SOUZA, 2009). As patologias, na construção civil, são atribuídas a análise de danos ocorridas em uma edificação. A vários tipos de patologias tais como: fissuras, trincas, infiltrações e ainda, danos provenientes do excesso de umidades nas estruturas (IBDA, 2019). Por se caracterizar, em vários aspectos, é identificada por manifestações patológicas.

Os danos mais comuns na construção civil são os causados pela infiltração e umidade. Muitas podem ser as causas desde problemas, desde a falta de cuidado com a execução dos projetos, o descaso com os fatores naturais, o uso de produtos inadequados entre outras. Esses danos primários podem ocasionar problemas de grandes proporções nos vários tipos de construções. Porém, esses problemas poderiam ser evitados se a estrutura básica recebesse uma impermeabilização adequada (STORTE, 2018).

7. TIPOS DE INFILTRAÇÃO NAS VIGAS BALDRAMES E COMO DEVE SER REALIZADA SUA EXECUÇÃO

Os baldrames constem em vigas localizadas abaixo do solo que, que podem ser de alvenaria ou de concreto, sendo capazes de cargas pequenas, um exemplo, são as construções térreas, que são espalhadas de forma homogênea por um solo firme.

Apesar de ser um método popular e com simples execução, essa técnica deve ser observada com cuidados para evitar patologias. Entre eles, destaca-se a impermeabilização, fundamental para evitar ou impedir o avanço da umidade do solo por capilaridade até pilares, paredes e lajes (NAKAMURA, 2019).

A indesejada umidade pode ocasionar fissuras, infiltrações e destacamento de revestimentos. Podendo tornar o espaço insalubre, ao desenvolver mofo e fungos, além de consequências estruturais mais graves em relação à durabilidade da estrutura (SOUZA, 2009).

7.1 Tipos de Infiltrações

A presença de umidade nas paredes, é uma das patologias que podem surgir por uma impermeabilização inadequada em vigas baldrames, podendo provocar problemas estruturais de vazamento, manchas, infiltrações e eflorescência, na edificação.

Esses problemas podem se origina de diferentes maneiras, e por isso existem



diferentes tipos de umidade. A que pode ser causada pela umidade decorrente das águas de chuva, a chamada intempéries, que penetra nas fissuras. Assim, para um tratamento de impermeabilidade adequado, nessa situação, o sistema de pintura flexíveis e duráveis pode ser uma alternativa (MACHADO, 2019).

Outro tipo comum é umidade que tem sua origem na infiltração, atingindo o interior de uma casa pelas paredes. “Pode ser causada pelo escapamento de encanamentos, pela ausência de impermeabilização nas áreas úmidas ou pelo isolamento ineficaz de casas adjacentes” (DIVIZIA, 2017, p.05). Afetando, também os ambientes do subsolo, ou seja, enterrados.

Já a umidade ascendente por capilaridade se inicia pelas partes inferiores das paredes, que passa a absorver a água do solo por meio da fundação. Nesse cenário, a parede está diretamente ligada as vigas de fundação, ficando parcialmente por debaixo do solo e em contato com a superfície úmida. No caso apresentado, muito comum em sótãos, pisos e estacionamentos, uma solução, pode ser o isolamento da parede com drenos, brita ou geotêxtil (MACEDO, 2017).

A Figura 2 apresenta uma ilustração dos tipos de infiltrações, decorrentes da umidade na ação do tempo e do espaço geográfico em que a construção está localizada.

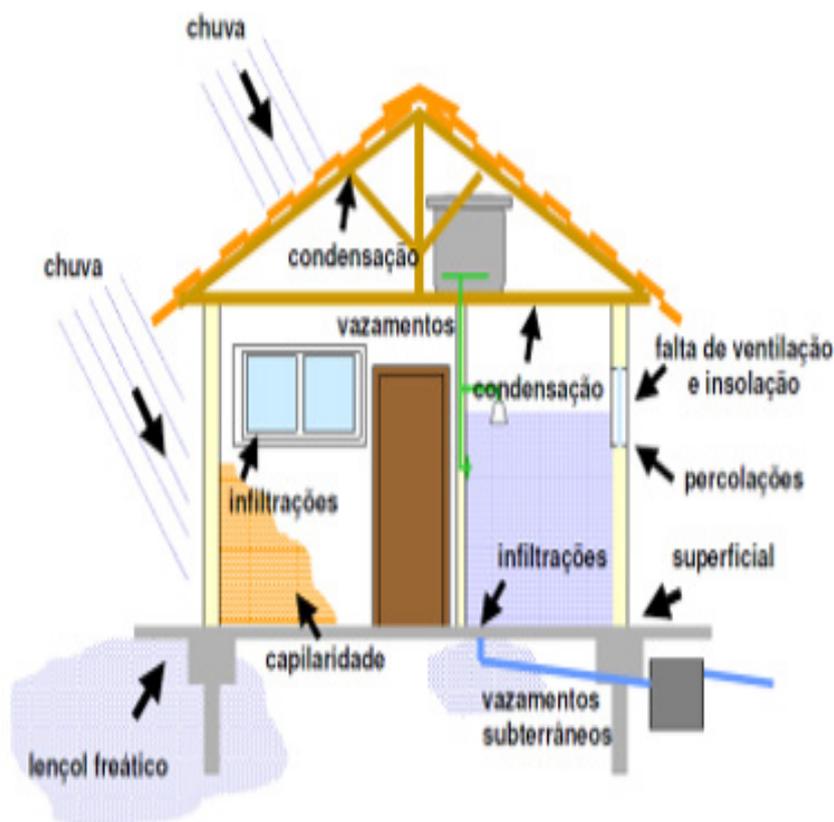


Figura 1: Tipos de infiltrações; Fonte: Silva, 2018, p.18

Entretanto, a infiltração pode ser evitada ou amenizada com base em projetos e ações que priorizam a impermeabilização adequada na estrutura da construção (DIVIZIA, 2017). São cuidados básicos que devem ser tomados, como em uma instalação hidráulica que deve ser bem vedada, pois se for construída de qualquer forma pode comprometer o local, ocasionando prejuízos materiais e financeiros.

7.2 Infiltrações nas Vigas Baldrame

A preocupação com a fundação de uma obra é essencial para a segurança, estabilidade e durabilidade. Ela assume a função de transmitir as cargas para o solo, preservando a estrutura contra rupturas, recalques e futuras patologias.

As vigas baldrame fazem parte da fundação de uma construção, sendo um dos métodos mais populares na construção de residências térreas no Brasil. Marangon (2018, p.73) descreve também que:

[...] ela percorre todo o comprimento das paredes da construção. É um tipo comum de fundação para pequenas edificações. Constitui-se de uma viga, que pode ser de alvenaria, de concreto simples ou armado, construída diretamente no solo, que pode ter estrutura transversal tipo bloco, sem armadura transversal, dentro de uma pequena vala para receber pilares alinhados. É mais empregada em casos de cargas leves como residências construídas sobre solo firme.

Assim, sendo uma estrutura que está em contato com o solo, a preocupação com a fase da impermeabilização é muito importante. As vigas baldrame são feitas de concreto e armadas com barras de aço (Figura 3), projetadas para suportar cargas mais leves e distribuídas de forma uniforme.

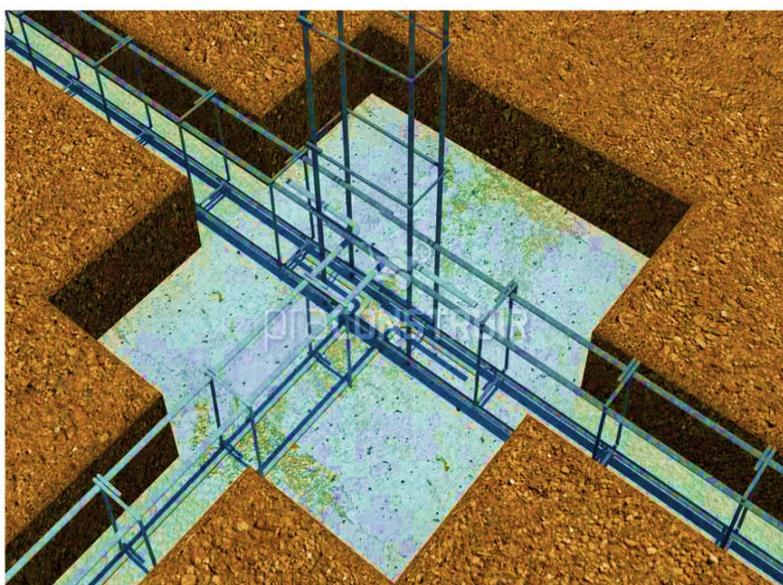


Figura 2: Vigas baldrame de uma casa; Fonte: Ciola, 2012

O que tornar as vigas baldrame diferente das demais é o recebimento da carga, ou seja, nas vigas baldrames “ recebe o esforço apenas das paredes acima dela, enquanto o restante das vigas tem a função estrutural de ser o apoio para as lajes, suportar os momentos fletores e distribuir os esforços para os pilares” (NAKAMURA, 2019, p.04).

Por ser uma base, que possui a função de proteger, e sendo uma plataforma que sustenta a construção, as vigas baldrames tem que receber relevante atenção no processo de impermeabilização, pois por estar em contato direto com o solo sua manutenção acaba sendo mais difícil, podendo ser, por vezes, inviável (SILVA, 2017).

Um exemplo de umidade que pode acometer uma construção por meio das vigas baldrames, é a ascendente, pois o concreto mesmo sendo um material impermeável, não se pode ter a garantia que aconteça a percolação da água, que pode infiltrar por entre os poros dos elementos do concreto. O aparecimento de umidade, como a ascendente em uma casa pode ser um sinal de falta ou falha na impermeabilização, pois a

[...] água infiltrada nas superfícies e estruturas afetando o concreto, sua armadura (“ferragem”), as alvenarias e os revestimentos. O ambiente fica insalubre (umidade, fungos e mofo), diminuindo a vida útil da edificação, sem falar no desgaste físico e emocional do proprietário ou usuário que sofre com a má qualidade de vida causada pelos problemas existentes no imóvel (IBI, 2017, p. 02).

Segundo Felizardo (2013 apud NBR 9574, 200, p.03) “ a execução de impermeabilização – Procedimento e NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto” descreve o processo de impermeabilização de baldrames, que deve sempre ser precedido por um estudo para analisar a área que receberá a impermeabilização, e qual seria a técnica mais apropriada para o local. Nas vigas baldrames por estar a baixo do solo, deve se fazer uso da impermeabilização rígida.

O procedimento da impermeabilização rígida é específica para áreas com baixo ou com ausência de movimentos. “E isso se traduz na prática em elementos com pouquíssima exposição ao sol ou elementos enterrados” (CIOLA, 2012, p.37). Assim, as fundações, poços de elevadores, piscinas, vigas baldrames, entre outros, devem fazer uso do método de impermeabilização rígida. Outra preocupação, é o uso de materiais adequados, e a procura de profissionais qualificados para o desenvolvimento do sistema, pois exige um cuidado, por se tratar de um espaço de difícil manutenção.



8. PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE

Muitos dos problemas e deficiências na área da construção civil é causada pela presença da água que gera manchas, um sinal da umidade. Essas deficiências podem gerar problemas com soluções demoradas. O resultado desses problemas pode ser estruturas, financeiros, de saúde, entre outros.

Os problemas podem ser simples, que com mediadas repitas podem ser solucionados, mas esse problema simples pode se agravar pela falta de providencias, o mofo, por exemplo, pode tornar uma estrutura impropria para o uso, pois pode comprometer as bases do imóvel (MACEDO, 2017).

O mofo, as eflorescências e as Bolhas e descascamento são só uma das muitas patologias que podem se desenvolver em uma edificação ou residência, causados pela umidade interna ou externa. A construção deve receber uma impermeabilização de acordo como suas referências, mas isso, muitas vezes, não impende que a água produza infiltrações (FERRAZ, 2016). Assim, as patologias devem receber atenção dos proprietários em seus primeiros sinais.

8.1 Eflorescências

Patologia relacionada a umidade em edificações, a eflorescência são manchas com aspecto embranquecido que afeta a estética dos locais comedidos. Segundo Bauermann (2018, p.30):

[...] a manifestação ocorre por depósito de sais salinos como metais alcalinos e alcalinos terrosos na superfície da edificação, quando exposto a umidade. Esses sais, na construção, são originados dos materiais de construção utilizados e que, para haver esta ocorrência, são necessários três fatores, simultaneamente: presença de sais nos insumos de construção, água e pressão hidrostática.

Assim, os sais em contato como a água, se dissolve é vai para as superfícies, local que ao se evaporizar cristaliza. Para se fazer a retirada das eflorescências, adotasse a lavagem como água corrente e o uso de escova de aço. Em alguns casos se faz uso de substâncias químicas, mas com restrições para não prejudicar a superfície. Porém, em construções recém acabadas, que apareçam eflorescências, as ações de chuvas podem elimina-las (MONTECIELO; EDLER, 2016).

A ocorrência desse problema, nas construções, pode ser evitada por meio da prevenção, com um sistema de impermeabilidade adequando, mas também pela escolha de materiais com quantidade de permeabilidade, para a construção do imóvel.



8.2 Mofos / Bolor

Os fungos são os principais causadores do mofo / bolor que deterioram os espaços afetados, eles ocorrem facilmente em locais com umidade ou com infiltrações. Essa patologia é responsável por causar manchas esverdeadas ou escuras, mas também por danificar paredes e outros espaços afetados. “Quando a patologia cresce, formam-se colônias de fungos (manchas esverdeadas ou escuras) que se alimentam de materiais orgânicos, levando a área afetada a degradação” (MACE-DO, 2017, p. 32).

Os problemas em decorrência da presença do mofo podem gerar alterações na estrutura, levando por vezes, a necessidade de substituir o local afetado, como revestimentos e forros (FERRAZ, 2016). Esses reparos geram prejuízos orçamentais e financeiros, mas a presença do mofo pode preocupar ainda mais, pois afetar a saúde de quem tem contato com a patologia, podendo causar problemas respiratórios, de alergias e agravar também problemas de saúde já existentes.

O controle da umidade é à medida que deve ser adotada para a eliminação do mofo, mas se a superfície já estiver afetada, “recomenda-se lavar o local com produtos desinfetantes para inibir o aumento da colônia de fungos e verificar a causa do alto teor de umidade, meio necessário para desenvolvimento de fungos” (SANTOS, 2012, p.05). Quando o local estiver muito afetado, medidas paliativas não possuem eficácia, sendo necessário a busca de métodos mais ou orientações para o controle da patologia.

8.3 Bolhas e descascamento

Sua ocorrência tem por causa a umidade na superfície, que quando não recebe a limpeza adequada após a aplicação da massa corrida, e se aplica a pintura, pode ocorrer as bolhas. Essa patologia aparece em espaços externos ou internos. Ao aplicar “uma tinta com melhor qualidade sobre uma de qualidade inferior, a nova tinta ao infiltrar na antiga poderá causar bolhas na superfície; podem ocorrer bolhas se/e quando a tinta a ser aplicada não tiver sido diluída corretamente” (MONTECIELO; EDLER, 2016, p.09).

Se faz necessário a atenção para alguns cuidados, como a não aplicação de massa corrida em locais muito próximos o chão, que tenha o piso frio e esteja em contato constante com a água. Essa preocupação é por causa da “água, que com o tempo, infiltra-se na película da tinta, chegando até a massa que começa a estourar bolhas e, às vezes, causa o esfarelamento do reboco” (SANTOS, 2012, p.06).

A raspagem da superfície que apresenta as bolhas, é o procedimento mais adequado a ser adotado, porém se a superfície apresentar um comprometimento mais profundo, será necessário o retoque do reboco, respeitando o tempo de seca-



gem. Os autores Montecielo e Edler (2016, p.09), também recomendam:

Deixar o local que foi raspado aberto por certo período, com bastante ventilação, aguardando a secagem total da superfície. Às vezes, a parede aparenta estar seca, mas ainda há água para evaporar. Lixar e limpar toda a superfície; aplicar uma demão de Fundo Preparador de Paredes e aguardar a secagem indicada. Aplicar de 2 a 3 demãos de massa corrida acrílica. Lixar e limpar toda superfície com um pano úmido. Aplicar de 2 a 3 demãos de tinta.

É de suma importância o cuidado e a observação dos tempos e procedimento necessário para a correção do problema, pois a falta ou falha do processo pode gerar outras patologias.

Já o descascamento ocorrer quando a pintura é aplicada em parede úmida, quando a parede apresenta partes soltas, ao se aplicar tinta em espaços antes da cura da construção. Assim, por exemplo:

[...] quando se trata de um reboco que não aguardou a cura adequada e aplicado o acabamento final, inicia-se então a estourar bolhas, pois a reação que ainda está acontecendo da cura do reboco solta "gases", reação natural da cal usada na massa de reboco, esses gases formam as áreas de descascamento (MACHADO, 2019, p.23).

O reparo dessa patologia é feito com a raspagem ou a escovação da superfície afetada. Em alguns casos é necessário refazer o reboco, com a limpeza adequando e a aplicação de produtos adequados ao procedimento.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modo de construção, de uma edificação, é um assunto de suma importância para o ser humano, antes mesmo da vida em sociedade. Esse trabalho buscou trazer ao leitor um estudo sobre o emprego da impermeabilização em vigas baldrames para prevenção de patologias. A impermeabilização é um método de proteção eficaz, que dever estar presente em paredes, vigas e telhado.

Esses locais podem sofrer ação da umidade, desenvolvendo infiltrações e vazamentos. Assim, a construção civil busca desenvolver métodos e tecnologias, como novos produtos e tintas, para melhorar e qualificar as construções de "abrigos". A umidade deve ser uma das principais preocupações na construção, pois pode ser o início para o desenvolvimento de muitas patologias.

Em muitos canteiros da construção civil, a água ainda é um dos principais fatores de desgaste e depreciação nas edificações. Por isso, a impermeabilidade tem um papel de destaque nas construções, a curto e longo prazo. Deve se, priorizar uma proteção eficiente em todas as áreas da construção, para garantir a salubri-



dade das edificações, pois a vida útil de uma construção está diretamente ligada a um eficiente processo de impermeabilização.

A não preocupação ou não existência da impermeabilização em uma obra, pode gerar a desvalorização imobiliária ou a ruína do imóvel. Assim, com base na pesquisa, outro questionamento é levantado, para estudos futuros, a questão relacionada as perdas financeiras de um imóvel desvalorização pela ação da unidade pela falta da impermeabilização.

Referências

BARUERI, Secretaria dos Servidores Municipais de. Como tirar mofo em casa com receitas caseiras. 2017. Disponível em: <http://sindservbarueri.com.br>. Acessado em: 20 de ago de 2019.

BRIGOLINI, Guilherme. Impermeabilização. Universidade Federal de Ouro Preto Escola de Minas DECIV. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6902997-Universidade-federal-de-ouro-preto-escola-de-minas-deciv-tecnicas-construtivas-prof-guilherme-brigolini.html> Acessado em: 18 de out de 2019.

CAMPOS, Heloisa. Conheça os tipos de impermeabilizante. 2017. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images>. Acessado em: 10 de ago de 2019.

CIOLA, Bruno Cesar. Avaliação de viabilidade econômica de utilização de estrutura pré-moldada em edificação de sobrado residencial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, curso de engenharia civil. Paraná, 2012.

DIVIZIA, Claudio. Conheça os tipos de umidade e saiba evitá-los. 2017. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/conheca-os-tipos-de-umidade-e-saiba-evita-los/>. Acessado em: 25 de out de 2019, às 10:08 hs.

FELIZARDO, Helio. Projeto de sistema de impermeabilização de uma laje de cobertura. 2013. UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstrea>. Acessado em: 19 de maio de 2019.

GABRIEL, Leandro. Preparação, irradiação e caracterização de blendas pead reciclado. Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. SP, 2016.

IBDA, Instituto Brasileiro do Desenvolvimento da Arquitetura. Patologias na construção civil. Fórum de construção. 2019. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br>. Acessado em: 19 de maio de 2019.

IBI, Instituto de Impermeabilização. O que é impermeabilização?. 2017. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/>. Acessado em: 30 de maio de 2019.

MACEDO José Vitor. Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: Estudo de caso. Recife. 2017. Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas. Universidade de Pernambuco.

MACHADO, Kethllyen Miranda. Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus – AM. 2019. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-fazer-a-impermeabilizacao-correta-de-vigas-baldrames-entenda_. Acessado em: 17 de maio de 2019.

MARANGON, M. . Fundações diretas. Geotecnia de Fundações e Obras de Terra. 2018. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nugeo/files>. Acessado em: 17 de agos de 2019.

MARTINS. J. F. A. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública. Presidente Prudente - SP, 2016. Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP.

MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. Patologias ocasionadas pela umidade nas edifica-



ções. 2016. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br>. Acessado em: 11 de agos de 2019.

NAKAMURA, Juliana. Como fazer a impermeabilização correta de vigas baldrames? Entenda. 2019. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-fazer-a-impermeabilizacao-correta-de-vigas-baldrames-entenda_. Acessado em: 11 de maio de 2019.

PADILHA, Enio. Glossário da construção civil. 2018. Disponível em: <http://www.eniopadilha.com.br/artigo/2704/dicionario-de-terminos-da-construcao-civil>. Acessado em: 11 de maio de 2019.

PARISI JONOV, C. M.; NASCIMENTO, N. O.; PAULO E SILVA, A. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. Ambiente construído, Porto Alegre, v.13, jan./mar. 2013.

SANTOS, M. R. G., Deterioração das estruturas de concreto armado – estudo de caso. 2012. 122f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/88.pdf>>. Acesso em: 20 agos. 2019.

SILVA A. P., JONOV C.M.P. Curso de especialização em construção civil. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2018. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br>. Acesso em: 06 agos de 2019.

SILVA, Fransueila Lemos. OLIVEIRA, Maria do Perpétuo Socorro Lamego. Manifestações patológicas causadas pela ausência ou falha de impermeabilização. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, Vol. 01, pp. 76-95 Novembro de 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/manifestacoes-patologicas>. Acessado em 18 de out de 2019.

_____, Graziela. Impermeabilizantes rígidos ou flexíveis: saiba especificar.2017. AECWEB. Disponível em: <http://www.dryplan.com.br>. Acessado em: 19 de agos de 2019.

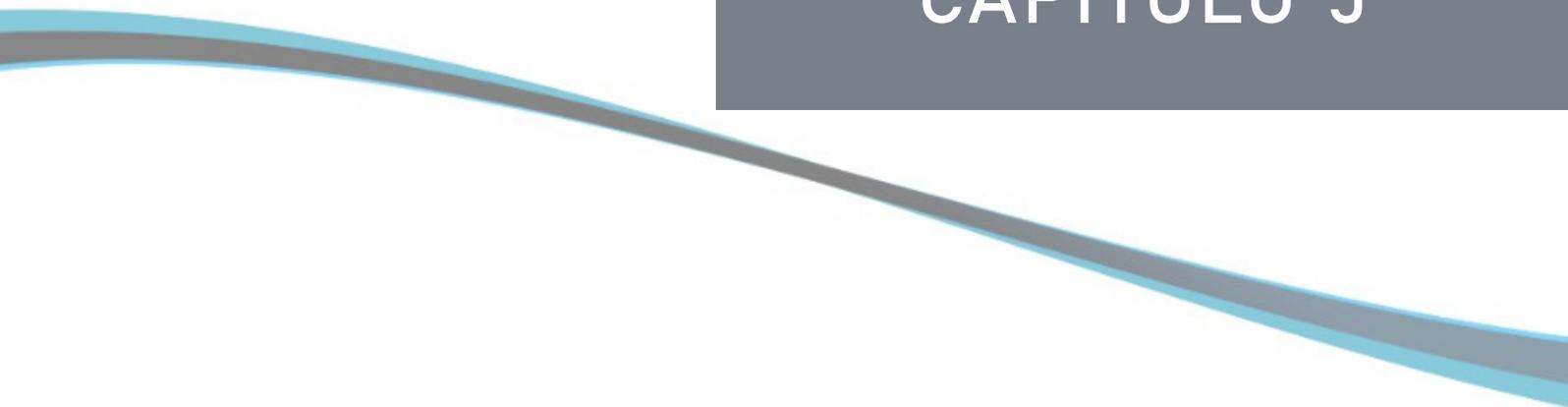
SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. 2009.

STORTE, Marcos. Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento.2018. Disponível em: <http://www.dryplan.com.br/media/posts/anexos/667c803c0f.pdf>. Acessado em: 19 de maio de 2019.

TOMAZ, Fláminia Esteves. Análise da impermeabilização em edificações. Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé (UNIFEG). 2017.

VENTURINI, Geovane Righi. Estudo do sistema de impermeabilização. Dissertação de Mestrado. RS. 2009. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/> Acessado em: 10 de maio de 2019.





CAPÍTULO 5

IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO

IMPORTANCE OF THE LOW VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATION
DESIGN

William Barros dos Santos

Robson de Moura Silva

Resumo

O projeto elétrico em alguns casos não é obrigatório, como é o caso de construções abaixo de uma determinada área ou potência instalada, mas o projeto elétrico é um dos itens essenciais para uma instalação elétrica, sobretudo quando o critério é segurança. O desenvolvimento de um projeto elétrico está ligado ao projeto arquitetônico, estrutural e hidráulico. Todas as instalações elétricas precisam ser realizadas a partir de um projeto elétrico, com o intuito de assegurar a segurança de todos, funcionamento adequado da instalação, economia de energia com a redução de perdas, e a conservação dos bens. Além disso, o projeto deve ser elaborado para novas instalações e reformas em instalações existentes. O presente trabalho tem finalidade de apresentar uma visão prática e simplificada de instalações elétricas residenciais, bem como mostrar a necessidade da integração dessa instalação com os demais subsistemas construtivos. Para tal foram abordadas as dificuldades do desenvolvimento de um projeto elétrico, isoladamente dos projetos construtivos e os benefícios desta integração.

Palavras chave: Projeto, Instalações elétricas, Baixa tensão.

Abstract

Electrical design in some cases is not mandatory, as is the case of buildings below a certain area or installed power, but electrical design is one of the essential items for an electrical installation, especially when the criterion is security. The development of an electrical project is linked to the architectural, structural and hydraulic design. All electrical installations need to be carried out from an electrical project, with the purpose of ensuring the safety of all, proper functioning of the installation, saving energy with loss reduction, and the conservation of assets. In addition, the project should be designed for new facilities and retrofitting existing facilities. The present work has the purpose of presenting a practical and simplified view of residential electrical installations, as well as showing the need to integrate this installation with the other building subsystems. To this end, the difficulties of developing an electrical project, apart from the constructive projects and the benefits of this integration, were addressed.

Key-words: Design, Electrical installations, Low voltage.



1. INTRODUÇÃO

A eletricidade é um elemento fundamental em todos os ramos de atividades. Em casas, comércios, indústrias, hospitais e em outras edificações a energia elétrica está presente. A preferência pelo seu uso está baseada pela facilidade na sua conversão em outras formas de energia, como em energia luminosa no uso das lâmpadas, energia mecânica no uso de motores e alimentação de vários equipamentos eletro - eletrônicos de suma importância (televisão, geladeira, computadores). A descoberta da eletricidade ajudou a acelerar o desenvolvimento do homem

As instalações elétricas de baixa tensão representam o meio de ligação entre as fontes distribuidoras de energia elétrica (concessionárias locais) e a carga (equipamentos elétricos de utilização final). Quando se trata da segurança de seus usuários e do patrimônio, esta não se garante apenas com um projeto elétrico elaborado de acordo com as normas vigentes e com a utilização de produtos de qualidade, mas com um serviço executado por profissionais qualificados e com técnicas de execução adequadas.

Para projetar as instalações elétricas das edificações hodiernamente, ressalta-se que além de se almejar a eficiência na parte estrutural, da mesma forma persegue-se a excelência nas instalações elétricas que contribui para privilegiar a durabilidade, bom funcionamento, conforto e segurança para todos. Quando se trata da segurança de seus usuários e do patrimônio, esta não se garante apenas com um bom projeto elétrico elaborado de acordo com as normas vigentes e com a utilização de produtos de qualidade, mas com um serviço executado por profissionais qualificados e com técnicas de execução adequadas.

Compreende-se que um ambiente projetado e dimensionado corretamente, atendendo aos requisitos mínimos de conforto e segurança requer um bom planejamento prévio, e os programas de computadores são ferramentas que acompanham na implementação e, mormente na eficiência desses projetos. À vista disso, de qual forma ou metodologia é possível obter a excelência de um projeto de instalação elétrica residencial?

O desenvolvimento tecnológico tem evoluído de forma cada vez mais ascendente. Mas não adianta focar os estudos no projeto de novos equipamentos e esquecer-se do sistema de alimentação destes. Sendo assim o principal objetivo da pesquisa é conhecer a importância do projeto de instalação elétrica de baixa tensão. E os objetivos específicos são: mencionar os conceitos básicos necessários para execução de projetos de instalações elétricas em edificações, descrever as normas para execução dos projetos e como os projetos elétricos devem ser elaborados.

A metodologia utilizada na realização deste trabalho foi uma revisão de literatura, na qual foram consultadas várias obras relativas ao assunto estudado. As fontes bibliográficas utilizadas para fundamentar a pesquisa foram livros, artigos de revistas, monografias, teses e sites. Autores como "Hélio Creder", "Domingos Filho" e a "João Mamede" foram referências de suma importância para este trabalho. Os arquivos pesquisados foram publicados nos últimos 20 anos. As palavras-chaves para a pesquisa foram "instalações elétricas", "projetos elétricos", "sistema elétrico".

2. CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O crescimento da população mundial fez surgir a necessidade de mais habitações e facilidades domésticas, o mesmo se emprega para comércio e indústrias, juntamente impõe-se o aperfeiçoamento na distribuição de energia elétrica, climatização e automação. Ao se utilizar aparelhos eletrodomésticos e esses cada vez mais sofisticados, intensifica a importância do projeto de uma instalação mais sofisticada. A instalação elétrica compreende a implementação física dos componentes das ligações elétricas, a conexão entre a fonte geradora de energia elétrica e as cargas elétricas (GUSSOW, 1997).

Segundo Ávila (2010) uma instalação elétrica pode ser definida como sendo uma estrutura física de uma edificação, utilizada para o consumo de energia elétrica que é basicamente constituída por elementos: condutores, de proteção, de seccionamento e de comando. Seguindo o mesmo raciocínio Cotrim (2009) define uma instalação elétrica como um sistema elétrico físico que constitui subsistemas que estarão integrados de forma racional e tecnicamente correta ao sistema construtivo proposto pela arquitetura, ou seja, um conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, para um fim específico.

Definido por CREDER (2016, p.03) o projeto de instalação elétrica "é a previsão escrita de instalação, com todos os detalhes, com a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão em circuitos, etc.". Ele pode ser dividido em quatro partes, o memorial, o conjunto de plantas, as especificações e o orçamento. É necessário que as instalações residenciais obedçam as normas da concessionária de energia local, bem como as Normas Técnicas Brasileiras da ABNT (MAMEDE, 2002).

A energia gerada para alimentar um sistema elétrico existe sob a forma alternada trifásica. Um sistema elétrico que compreende os seguintes componentes: geração, transmissão englobando a subestação elevadora e a abaixadora e distribuição, conforme demonstra a Figura 1 (CREDER, 2016).



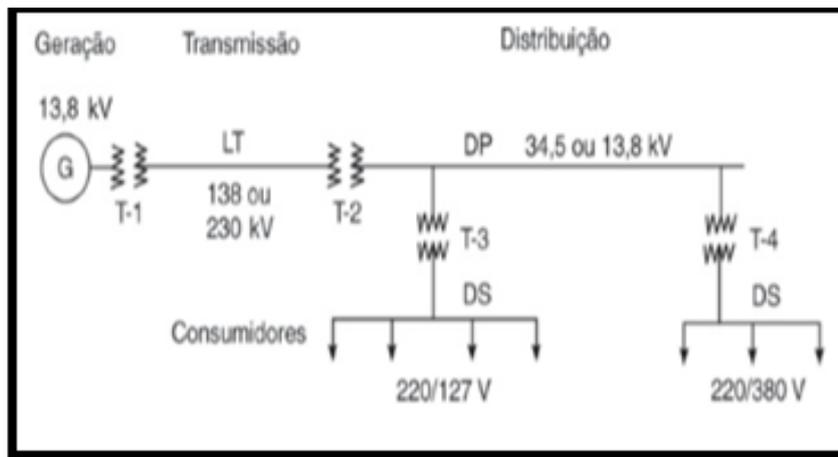


Figura 1: Diagrama de um sistema elétrico.
Fonte: Creder, (2016).

A produção de energia elétrica é feita, principalmente, através da utilização da energia potencial da água (geração hidrelétrica) ou usando a energia potencial dos combustíveis (geração termelétrica). O transporte de energia elétrica gerada até os centros consumidores é denominado processo de transmissão. A tensão gerada nos geradores trifásicos de corrente alternada deve ser elevada a valores padronizados em função da potência a ser transmitida e das distâncias aos centros consumidores para que assim seja economicamente viável (CREDER, 2016).

A parte do sistema elétrico incluída nos centros de utilização (cidades, bairros, indústrias) é o denominado de distribuição. Ela inicia na subestação abaixadora, em que a tensão da linha de transmissão é diminuída para valores padronizados nas redes de distribuição primária, por exemplo, 13,8 kV e 34,5 kV (CREDER, 2016). A seguir, algumas definições importantes para viabilizar o entendimento sobre a eletricidade:

Campo eletrostático, uma carga elétrica possui a capacidade de exercer uma força que está presente no campo eletrostático do corpo carregado. Quando dois corpos com cargas opostas se aproximam, o campo eletrostático se concentra na região compreendida entre eles. A Figura 2 apresenta o campo eletrostático entre duas cargas de polaridades opostas (GUSSOW, 1997).

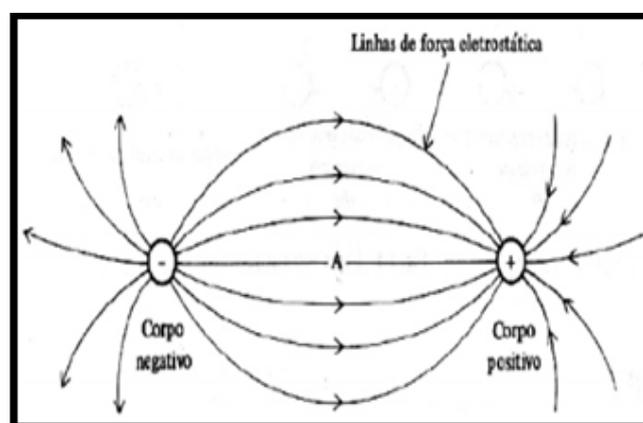


Figura 2: O campo eletrostático entre duas cargas de polaridades opostas
Fonte: Gussow, (1997).

Tensão é uma carga elétrica, em virtude de seu campo eletrostático é capaz de realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão. Essa capacidade é chamada de potencial. Quando as cargas forem diferentes, haverá uma diferença de potencial entre elas, conhecida como tensão, que tem como unidade o volt (V) (GUSSOW, 1997).

Corrente elétrica, é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica ou o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios, reações químicas, atrito, luz, etc. Desse modo, a corrente elétrica é o fluxo de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo (CREDER, 2016). A Figura 3 apresenta um esquema de um circuito elétrico fechado.

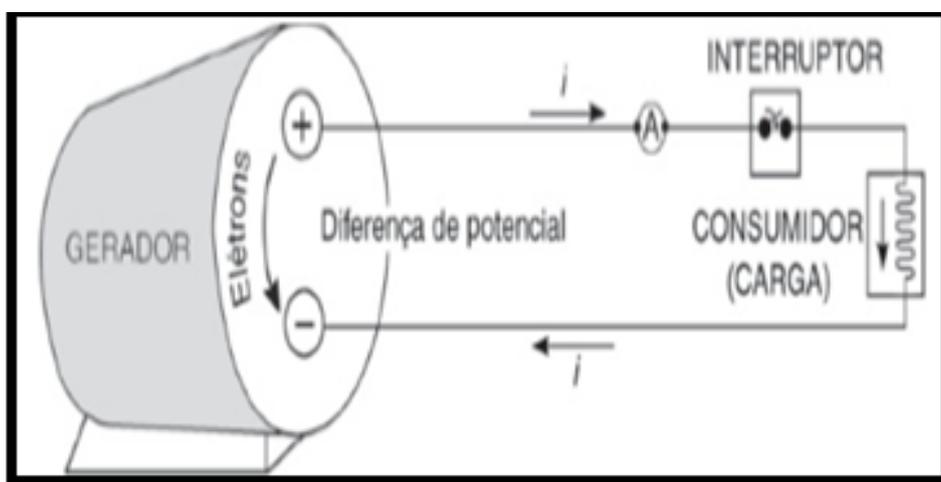


Figura 3:Esquema de um circuito elétrico fechado
Fonte: Creder, (2016).

Resistência elétrica, os materiais, mesmo os condutores, oferecem certa oposição ao deslocamento da corrente elétrica. Esse efeito é conhecido como resistência elétrica, cuja unidade de medida é (Ω). Fios de dimensões e/ou materiais diferentes possuem resistências elétricas diferentes. Como sempre acontece em qualquer deslocamento, há uma resistência à passagem das cargas dentro dos condutores, e essa resistência oposta é a resistência ôhmica, medida em ohm, em homenagem ao descobridor dessa propriedade dos corpos (MAYA, 1977).

Potência elétrica, os fenômenos elétricos, assim como os mecânicos e físicos, envolvem sempre transformação ou conversão de energia. Em uma bomba centrífuga, tem-se conversão de energia mecânica em hidráulica e em uma lâmpada 36 incandescente, conversão de energia elétrica em térmica e luminosa. A quantidade de energia transformada é conhecida como potência (MAYA, 1977).

Os medidores de potência elétrica são conhecidos como wattímetros, pois a potência é expressa em watts. Os wattímetros medem a potência ativa, tanto em circuitos alimentados em corrente contínua quanto em corrente alternada. Existem três tipos de potência em circuitos de corrente alternada: potência ativa; potência reativa; potência aparente (CREDER, 2016). A Figura 4 apresenta esquema de um

wattímetro.

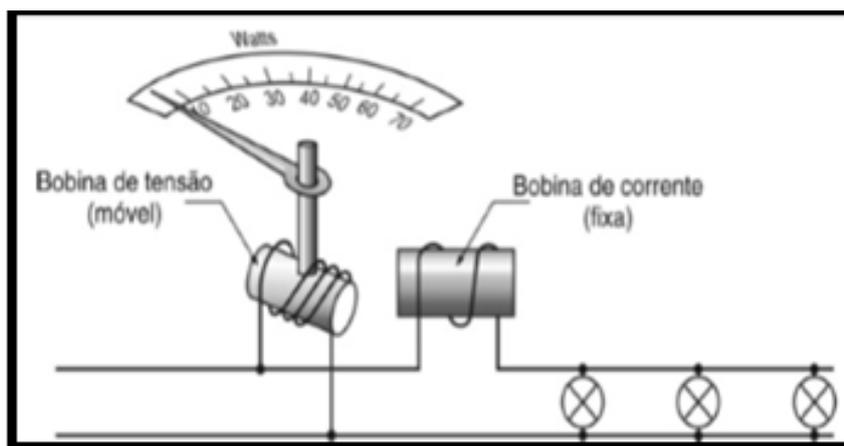


Figura 4: Esquema de um wattímetro.

Fonte: Creder, (2016).

Efeito joule, fenômeno de transformação de energia elétrica em calor, devido à resistência elétrica dos condutores. Considerando, como exemplo, um fio condutor por onde percorre uma corrente elétrica, a potência é absorvida em virtude da resistência elétrica e é transformada em calor, aquecendo o material (MAYA, 1977). Curto Circuito, fenômeno provocado, geralmente, pela perda de isolamento de algum elemento energizado do sistema elétrico ou outra falha que permita o contato direto entre dois ou mais pontos com referência potencial diferente (FISHER, STOLIAROV; KELLER, 2015).

Condutores elétricos têm a finalidade de proporcionar a condução de corrente nos circuitos elétricos. Em sua maioria, são constituídos de cobre, mas também se encontram em alumínio, latão e em bronze. Podem ser encontrados nas formas de fio (peça inteira, de material maciço) ou cabo (conjunto de fios entrelaçados) (MAMEDE, 2002). Energia é a potência dissipada ao longo do tempo. Se o tempo considerado for de uma hora, a energia é expressa em watts \times hora (Wh). Como esta é uma unidade muito pequena, na prática usa-se a potência em quilowatts, e a energia será em kWh (CREDER, 2016).

Quantificar, determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica, dimensionar o tipo e o caminhamento dos condutores e condutos e definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando de medição de energia elétrica e demais acessórios são características de quando temos que projetar uma instalação elétrica (FILHO, 2011). A Figura 5 demonstra o diagrama de receita de projetos.

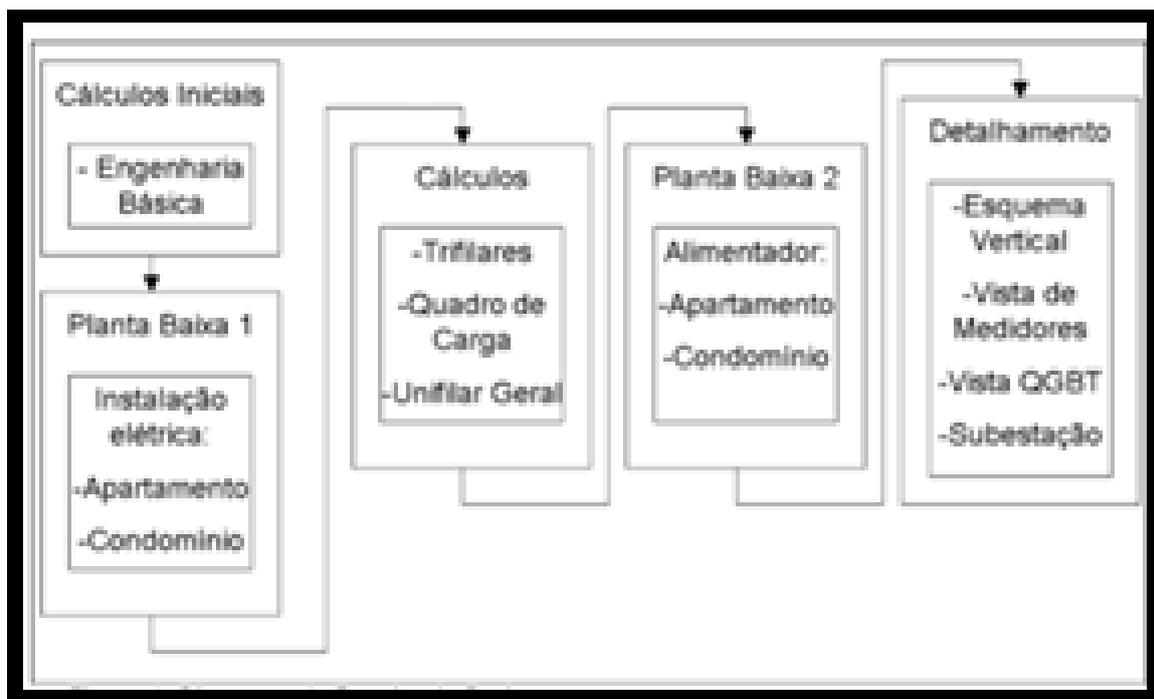


Figura 5: Diagrama de Receita de Projetos
Fonte: Simões, (2008).

Um projeto de instalações elétricas tem como propósito assegurar a transferência de energia a partir de uma fonte, em geral a rede de distribuição da concessionária até os pontos de utilização, de maneira confiável e com qualidade. Com o intuito de garantir que isso ocorra de maneira segura e eficaz é essencial que o mesmo seja desenvolvido, analisando as prescrições das normas técnicas aplicáveis (FILHO, 2011).

3. PROJETO ELÉTRICO – CONDIÇÕES LEGAIS E TÉCNICAS

A utilização da energia elétrica em larga escala em consequência de seu vasto campo de aplicações acaba por expor usuários e trabalhadores, que lidam com esse tipo de energia em seu cotidiano, aos riscos de contato que podem surgir pelo mau funcionamento de um equipamento ou por alguma instalação que não tenha sido executada de forma segura para o usuário/operador, por exemplo, podendo acarretar em um acidente com eletricidade. Tais acidentes, que podem variar de simples choques elétricos a queimaduras graves podendo levar a morte, são comumente resultado de negligência, seja daqueles que fizeram a instalação, seja daqueles que se arriscam a mexer em circuitos energizados (BRAGA, 2008).

Para inibir tais acidentes se faz necessário a utilização de normas técnicas para a criação e desenvolvimento de um projeto elétrico. As principais normas utilizadas para elaboração de projetos e execução das instalações elétricas são as da ABNT, para a alimentação, entrada, medição de consumo, comando e proteção geralmente utilizam-se as normas das concessionárias (NERY, 2012), dentre as quais vale

destacar:

- NBR 5410/04 – Instalações elétricas em baixa tensão – Procedimento ABNT (ARAÚJO, 2016).
- NBR 14039/05 – Instalações Elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2 kV (ARAÚJO, 2016).
- NBR NM 60989/04 – Disjuntores para proteção de sobre correntes para instalações domésticas e similares (ARAÚJO, 2016).
- Resolução Normativa 414/10 – Condições gerais de fornecimento de energia elétrica – Agencia Nacional de Energia Elétrica, ANEEL (ARAÚJO, 2016).
- NR 10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade – Ministério do Trabalho e emprego (ARAÚJO, 2016).

Os símbolos gráficos para instalações elétricas, por se tratar de uma forma de linguagem, bem como todo o conjunto que completa um determinado projeto devem ser compreensíveis. A simbologia deve ser clara e de fácil interpretação para os que a utilizarem. A fim de facilitar a execução do projeto e a identificação dos diversos pontos de utilização (FILHO, 2011).

Os símbolos gráficos utilizados nos projetos de instalações elétricas são padronizados pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (FILHO, 2011), através das seguintes normas:

- NBR-5444: símbolos gráficos para instalações prediais (FILHO, 2011);
- NBR-5446: símbolos gráficos de relacionamento usados na confecção de esquemas (FILHO, 2011);
- NBR-5453: sinais e símbolos para eletricidade (FILHO, 2011).

A norma ABNT NBR 5410 é aplicada nas instalações elétricas de: edificações residenciais, comerciais, públicas, industriais, de serviços, agropecuárias, pré-fabricadas, áreas descobertas externas às edificações, trailers, marinas, canteiros de obras, feiras, exposições e instalações temporárias em geral. A norma relata sobre os princípios fundamentais relativos: à proteção contra choques elétricos, contra efeitos térmicos (incêndio e queimaduras), contra sobrecorrentes (sobrecargas e curtos-circuitos) e contra sobretensões, a fim de proporcionar uma instalação elétrica segura (ARAÚJO, 2016).

A NBR 5410 é considerada a norma mãe das instalações elétricas. Dentro da ABNT foi à terceira norma lançada e devido a isto era designada por NB-3, sendo a



primeira relacionada à área elétrica. Esta denominação perdurou até a revisão de 1980 quando passou a ser designada por NBR 5410. O seu primeiro lançamento foi em 1941 e sucederam-se as edições de 1960, 1980, 1997 até chegar à revisão de 2004 que está válida até o presente momento. A partir da versão de 1980, esta norma passou a ser baseada na norma internacional IEC 60364: *Electrical Installations of Buildings*, mantendo-se este alinhamento até sua última versão com tendências a continuar neste perfil (MORENO, 2011).

Do ponto de vista da norma ABNT NBR 5410:2004, que trata sobre as Instalações Elétricas de Baixa Tensão, as instalações elétricas são classificadas de acordo com nível de tensão e designadas como de BT, apenas as instalações que possuem circuitos elétricos alimentados por tensão nominal igual ou inferior a 1 kV em corrente alternada para frequências até 400 Hz ou 1,5 kV em corrente contínua (ABNT, 2004).

A norma ABNT NBR 5410 é uma norma em que constam as prescrições das instalações elétricas de baixa tensão. Refere-se a um documento de aplicação obrigatória, uma vez que é mencionado em leis e regulamentos oficiais. Seu objetivo é determinar os requisitos que devem atender as instalações elétricas de baixa tensão, para que se possa garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens (ABNT, 2004).

A Norma Brasileira NBR-5410/97 determina os requisitos mínimos que precisam ser empregados para a quantificação, localização e determinação das potências dos pontos de iluminação e tomadas em habitações (casas, apartamentos ou similares). Cada equipamento de utilização (lâmpadas, aparelhos eletrodomésticos, motores para máquinas diversas) solicita da rede elétrica uma determinada potência (ABNT, 2004).

A NBR 5419 que regulamenta sobre a proteção contra descargas atmosféricas, embora não seja propriamente de instalações elétricas, cada vez mais vem merecendo a atenção dos profissionais visto que os subsistemas de uma edificação não existem isoladamente. As devidas proteções das edificações contra descargas atmosféricas e também de pessoas e animais são o principal objetivo desta norma (MODENA, 2015).

A norma regulamentadora 10 trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade. A exigência de requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistema de prevenção de acidentes, garantem a segurança e a saúde dos trabalhadores expostos ou que interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. A aplicabilidade da nova NR-10 se faz em todas as fases: produção, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e ou qualquer trabalhos realizado nas suas proximidades (MTE, 2004).

Muitos profissionais vêm confundindo a NR 10 como sendo uma norma de re-



ferência técnica e isto não é verdade. Ela trata tão somente da parte de segurança nos serviços envolvendo eletricidade, colocando medidas de prevenção e controle exigidos, documentações necessárias e as condições mínimas para a realização de serviços que envolva a eletricidade e na proximidade dela. Além disso, identifica quem são os profissionais qualificados ou capacitados e os habilitados, fazendo a devida definição de cada um (PEREIRA, 2016).

As concessionárias de energia elétrica (responsáveis pela distribuição de energia elétrica para o consumidor final) estabelecem por meio de suas normas técnicas, parâmetros que os consumidores devem seguir para que seja realizado o fornecimento de energia elétrica. Sendo que, os parâmetros definidos por estas normas seguem basicamente as determinações das normas ABNT NBR 5410:2004, que trata sobre as instalações elétricas de baixa tensão e resolução normativa 414/2010 que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica como também as normas vigentes para cada tipo de fornecimento a qual se enquadra a edificação a ser atendida (ARAÚJO, 2016).

A potência nominal absorvida é a carga que deve ser considerada para sua utilização. A mesma pode ser fornecida pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e do fator de potência. Nos casos em que dada à potência nominal fornecida pelo equipamento (potência da saída), e não a absorvida, devem ser considerados o rendimento e o fator de potência (ARAÚJO, 2016).

A finalidade da estimativa de cargas é a definição de todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo) que farão parte da instalação. Ao final da previsão de cargas, estarão definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação. O desenvolvimento da tecnologia na indústria eletroeletrônica permitiu a produção de aparelhos ainda mais modernos, que por sua vez contribuíram para a melhoria do conforto e da segurança em instalações residenciais e comerciais, além de desempenharem importante papel na área industrial. O uso destes aparelhos encontra-se altamente disseminado nos diversos setores da sociedade. Os equipamentos dos consumidores são expostos a condições anormais de tensão e/ou corrente, que podem produzir efeitos indesejados no sistema elétrico, compreendendo desde o mau funcionamento em alguns aparelhos, até o dano permanente e irreversível. Por conta disto é mais que necessário a aplicação das normas no projeto elétrico.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO

O projeto é um recurso da engenharia para situações adversas que o homem enfrenta. Apresentar soluções possíveis de ser implementadas para a resolução de determinados problemas é a definição de projetar. Um projeto é o que resulta de uma relação dos personagens envolvidos: cliente, profissional projetista e entidades normatizadoras (FILHO, 2011). Essa interação é dinâmica e está representada

na Figura 6.

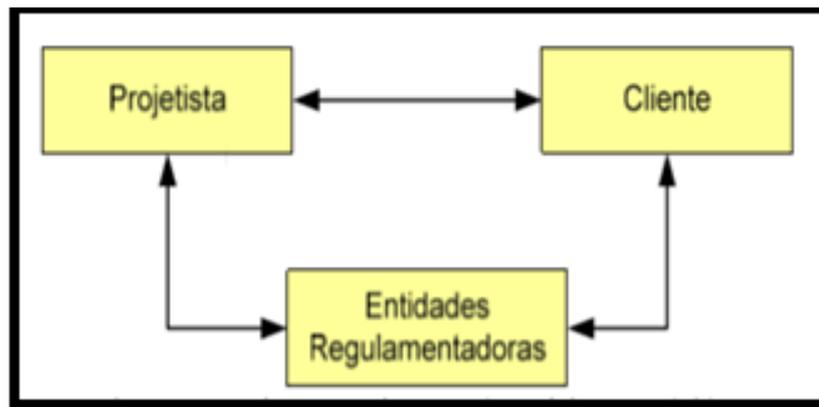


Figura 6: Projeto como interação dos sujeitos envolvidos.
Fonte: Filho, (2011).

Um projeto de instalações elétricas é o planejamento formal da instalação, são os desenhos, plantas, detalhes, localização dos pontos de energia, distribuição dos circuitos, distribuição dos condutores nas tubulações, características das tubulações, características de materiais a serem usados, enfim, de modo geral o projeto pode ser entendido sob o ponto de vista do memorial descritivo contendo as justificativas e soluções mais comuns de tal projeto, sob o conjunto de plantas, detalhes necessários a execução correta do projeto, sob as especificações como descrição de materiais e normas a serem aplicadas, e sob o orçamento com quantidades e custos de materiais e mão-de-obra necessários. (CAVALIN;CERVELIN, 2001).

O projeto de instalações elétricas residenciais é uma representação gráfica e escrita do que se pretende instalar na edificação, com todos os seus detalhes e a localização dos pontos de utilização. Para a elaboração dos projetos deve ser consultada a concessionária de energia elétrica, que fixa os requisitos mínimos indispensáveis para a ligação das unidades consumidoras. Além das normas das concessionárias e das normas específicas aplicáveis, também devem ser consultadas as normas técnicas da ABNT, principalmente a NBR 5410 (Instalações Elétricas Baixa Tensão – Procedimentos), que contem prescrições relativas ao projeto, à execução, à verificação final da obra e à manutenção das instalações elétricas (CARVALHO JUNIOR, 2017).

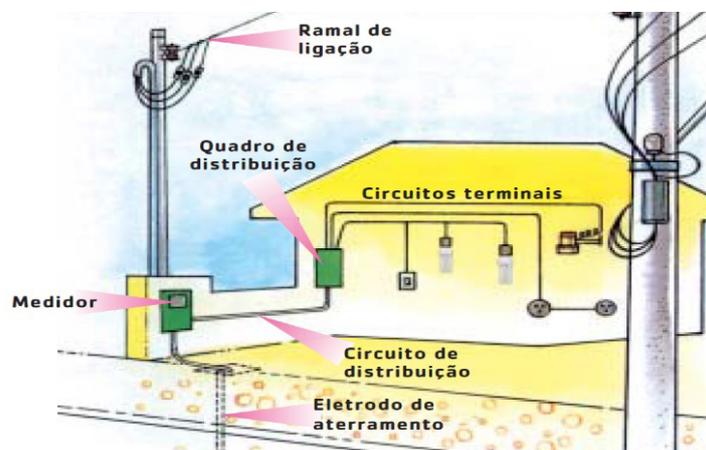


Figura 7: Esquema de instalação elétrica
Fonte: Prysmian, (2006).

Um projeto elétrico deve ser dinâmico, flexível, e ainda apresentar os requisitos mínimos para o bom funcionamento da instalação, tais como: ter tomadas nos lugares apropriados, interruptores suficientes, disjuntores bem dimensionados e um sistema de aterramento que proporcione a potencialização das massas situadas no interior da edificação para que ocorra o seccionamento automático da alimentação caso surja o aparecimento de tensão de contato perigosa (ARAÚJO, 2016).

O projetista precisa estar atento no mínimo a três critérios, no que se refere à utilização das instalações projetadas, isso na concepção do projeto de instalações elétricas prediais (ARAÚJO, 2016):

- **Acessibilidade:** onde todos os pontos de utilização projetados, bem como os dispositivos de manobra e proteção, precisarão estar em locais de boa acessibilidade, que permitam manobra adequada e eventuais manutenções (FILHO, 2011).
- **Flexibilidade e Reserva de Carga:** a instalação precisa ser projetada de maneira a permitir determinada reserva de carga, caso necessite de acréscimos futuros e alguma flexibilidade para pequenas alterações (FILHO, 2011).
- **Confiabilidade:** as instalações têm que ser projetadas restritamente de acordo com às normas técnicas, objetivando garantir o perfeito funcionamento dos componentes do sistema e a integridade física dos seus usuários (FILHO, 2011).

Os projetos precisarão ser realizados por profissionais estejam aptos e possuam a emissão da ART (Anotação De Responsabilidade Técnica). O projeto terá que abranger plantas, esquemas unifilares, detalhamento de montagem, memorial descritivo da especificação, especificação completa dos componentes (descrição, características nominais e normas a serem atendidas) e parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda, temperatura ambiente etc.). A criação e execução do projeto precisam ser de acordo com as normas da ABNT, das concessionárias de energia e ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) (ARAÚJO, 2016)

Para planejamento das instalações, terá que ser considerada a potência de alimentação, com o propósito de calcular a potência necessária para o circuito que funcionar de maneira eficiente, deve ser acrescido uma potência reserva, mas de forma que não haja sobrecarga para a instalação, não podendo desconsiderar a corrente de projeto prevista para ser transportada por um circuito durante seu funcionamento normal (SILVA, 2011).

Os itens a seguir deverão conter no projeto: a separação de circuitos, diagrama de condutores vivos, esquema de aterramento, as faixas de tensão em CA e CC, classificação das influências externas, seleção e instalação (componentes) em função das influências externas, seleção e instalação (linhas elétricas) em função

das influências externas e as proteções necessárias (FILHO, 2011).

A seguridade do projeto é de extrema importância e por conta disso ele deve apresentar também: proteção contra choques elétricos, proteção contra sobreensões e perturbações eletromagnéticas, proteção contra efeitos térmicos, proteção contra sobrecorrentes, proteção para circulação de correntes de falta, serviços de segurança, desligamento de emergência, independência da instalação elétrica, acessibilidade dos componentes, prevenção de efeitos danosos ou indesejados e instalação dos componentes. Depois da instalação ou manutenção, a documentação do projeto deverá ser revisada e atualizada de forma a representar a realidade do projeto executado (SILVA, 2011).

Os profissionais deverão respeitar o rigor do projeto e não trocar especificação de componentes ou diminuir a segurança da edificação com o objetivo de economizar. As instalações elétricas devem ser inspecionadas e ensaiadas antes de sua entrada em funcionamento, bem como depois de cada reforma, com vista a assegurar que elas foram executadas de acordo com as normas (SILVA, 2011).

Ao iniciar um projeto deve-se haver um estudo prévio da edificação em questão. A primeira questão a ser feita é quanto ao tipo da obra. Basicamente há três tipos de obra: reforma, ampliação e projeto novo. Essa diferença quanto ao tipo de obra causa uma divergência no início da elaboração do projeto. As primeiras informações devem ser obtidas através de uma visita ao local ou relatório de uma visita. Nesta visita ou relatório de visita é feito um levantamento de dados com as seguintes informações: local, condição e distanciamento do fornecimento de energia da concessionária ao local da obra (FARIAS, 2010).

5. PARTE COMPONENTES DO PROJETO

Para a execução do projeto de instalações, o projetista necessita de plantas e cortes de arquitetura, além de saber o fim a que se destina a instalação, os recursos disponíveis, a localização da rede mais próxima e quais as características elétricas da rede (aérea ou subterrânea, tensão entre fases ou fase-neutro etc.) (ARAÚJO, 2016). De um modo geral, o projeto compreende quatro partes:

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART): define, para efeitos legais, os responsáveis técnicos pelo empreendimento, obra ou serviço, tendo valor de um contrato (ARAÚJO, 2016).
- Memória: onde o projetista justifica e descreve a sua solução (CREDER, 2016).
- Conjunto de plantas, esquemas e detalhes: onde deverão constar todos os elementos necessários à perfeita execução do projeto (CREDER, 2016).



- Especificações: onde se descrevem as características técnicas do material a ser usado e as normas aplicáveis (CREDER, 2016).
- Orçamento: onde são levantados a quantidade e o custo do material e da mão de obra (CREDER, 2016).

Na elaboração de um projeto elétrico deve o projetista se preocupar com: utilização da instalação por crianças e deficientes, prevenção de reserva de cargas para eventuais pequenas alterações futuras, observação às normas técnicas e custo compatível, com criatividade, beleza e, sobretudo, bom senso.

5.1 Símbolos Utilizados

No projeto de instalações elétricas, vários dados devem estar claramente localizados na planta: localização das tomadas, pontos de iluminação, quadros, percursos da instalação, condutores, distribuição da carga, proteções, etc... Portanto, na planta baixa devemos no mínimo representar:

- A localização dos pontos de consumo de energia elétrica, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;
- A localização dos quadros e centros de distribuição;
- O trajeto dos condutores (inclusive dimensões dos condutos e caixas);
- Um diagrama unifilar discriminando os circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e proteção; indicar o material a ser utilizado.

O projetista deve ter sempre em mente os símbolos mais usados, de modo que possa ler os projetos de instalação elétrica. Existe grande diversidade de representações. Sabendo as quantidades de pontos de luz, tomadas e o tipo de fornecimento, o projetista pode elaborar sua simbologia e dar início ao desenho do projeto elétrico na planta da edificação. De qualquer maneira, a legenda completa deve abranger todos os símbolos e abreviaturas utilizados no projeto e ser colocada em todas as pranchas para uma perfeita interpretação dos desenhos (CARVALHO JUNIOR, 2017).

Na concepção de qualquer projeto elétrico, devem ser considerados fatores que possuem critérios ou características específicas. Os principais fatores considerados que caracterizam a maioria dos projetos são: a potência de alimentação, características da alimentação e divisão das instalações (CÂMARA, 2017). A determinação da potência de alimentação se dá devido a previsão de cargas, já que é uma tentativa de levantamento de potência/consumo dos equipamentos que po-

derão existir naquela edificação. Nesse levantamento de potência são considerados todos os equipamentos elétricos que farão parte da edificação como: lâmpadas, tomadas, motores, bombas, ar condicionados, eletrodomésticos, entre outros (CÂMARA, 2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia elétrica é imperceptível aos olhos humanos. Desta forma não conseguimos determinar se um material está energizado ou não, e alguns casos de acidentes com essa fonte de energia, acabam sendo fatais. Por isso, uma instalação elétrica residencial precisa ser confiável e bem elaborada, desde o projeto até a sua execução. Se por um lado existem as concessionárias de energia elétrica, que são regulamentadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e que possuem a preocupação de um fornecimento contínuo e sem falhas, as instalações elétricas do ponto de conexão das residências com a concessionária, deveriam também ser regulamentadas e fiscalizadas, de modo que sejam seguras e que não tragam riscos para os habitantes dessas residências.

Os projetos elétricos também especificam o local em que ficará cada tomada, interruptor, ponto de luz e várias outras informações. Tudo isso traz agilidade na hora da construção e evita possíveis ocorrências como: Esquecer de colocar tomadas em algum cômodo, não colocar tomadas suficientes para que o ambiente seja funcional, colocar tomadas na altura errada, má distribuição da fiação para a caixa de energia, entre outros. Esses pequenos problemas acabam tornando os ambientes nada funcionais, práticos ou seguros aos moradores.

Com a realização do projeto, acidentes e problemas com instalações futuras são evitados. Problemas que só são observados após a compra e a instalação dos moradores na residência acabam, por exemplo, no momento da instalação de um sistema de alarme ou de um ar-condicionado, os moradores que adquiriram o imóvel sem se atentar ao projeto elétrico. Ou seja, ao invés de se preocupar apenas com a manutenção do imóvel, os proprietários podem ter que “mexer” na estrutura da casa, o que, convenhamos, é uma dor de cabeça que pode ser evitada. Seja para a reforma, construção ou compra de um imóvel, exija sempre o projeto elétrico para garantir a sua segurança e de sua família e evitar problemas futuros com a estrutura da sua residência.



Referências

- ARAÚJO, Francisco Jadilson Santos. **Análise das Instalações Elétricas do IFBA**. Monografia (Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Paulo Afonso, 2016.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão - NBR 5410:2004**. Rio de Janeiro: 2ª Ed., Set. 2004 209 p.
- AVILA, Carlos Eduardo Silveira. **DPS – Dispositivos de proteção contra surtos e suas aplicações em cftv e em telecomunicações**. Monografia (Engenharia Elétrica) Universidade São Francisco, Itatiba 2010.
- BRAGA, Clewerton Teixeira de Souza. **Ferramenta para verificação de conformidade de instalações e serviços em eletricidade à norma regulamentadora nº10**. Monografia (Engenharia Elétrica). Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.
- CÂMARA, Andrew Augusto Santos da. **Projeto de instalações elétricas em baixa tensão**. Monografia (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.
- CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura**. 2ª ed. revista, ampliada e atualizada. São Paulo: Blucher, 2010. 221p.
- CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. 6ª ed. São Paulo - SP: Érica, 2001.
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 10ª edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 2016.
- COTRIM, Adremaro. **Instalações Elétricas**. 5. Ed. São Paulo. Editora Pearson, 2009.
- FARIA, Lauri Filipe de. **Automatização inteligente de baixo custo em aquecedor solar de água**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Disponível em: <http://lyceumonline.saofrancisco.edu.br/producaoCientifica/producao_download.asp?arquiv o=1904> Acesso em: 04 mar. 2019.
- FILHO, Domingos Leite Lima. **Projetos de instalações elétricas prediais**. 12ª edição. Erica. São Paulo, 2011.
- FISHER, R. P; STOLIAROV, S. I.; KELLER, M. R. **A Criterion for thermally-induced failure of electrical cable**. Fire Safety Journal, Estados Unidos da América, v. 72, p. 33-39, Fev. 2015.
- GUSSOW, M. **Eletricidade básica**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1977. 639 p.
- MAMEDE, J. **Instalações elétricas industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2002. 764 p.
- MAYA, P. A. **Curso básico de eletricidade I**. 1. ed. São Paulo: Editora Egéria S.A, 1977. 156 p.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Aprovada pela portaria nº 598, de 07 de dezembro de 2004, publicada no D.O.U. em 8 de dezembro de 2004.
- MODENA, Jobson. A nova NBR 5419:2015 – **Proteção contra descargas atmosféricas**. 2015. Disponível em: <http://www.cinase.com.br/2015-2s/apoio/20150611/6%20-%20CINASE2015_SPDA_Jobson%20Modena.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- MORENO, Hilton et al. Guia o setor elétrico de normas brasileiras. São Paulo: Atitude Editorial, 2011.
- NERY, Noberto. **Instalações elétricas: princípios e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Érica, 2012.
- PEREIRA, Joaquim Gomes; SOUZA, João José Barrico de Sousa. Manual sobre a NR-10. 2011. Disponível em: <http://www2.mte.gov.br/seg_sau/manual_nr10.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.
- PRYSMIAN. **Instalações Elétricas Residenciais: Garanta uma instalação elétrica segura**. Manual



sobre Instalações elétricas. São Paulo: dez. 2010. Disponível em: <<http://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmian-ptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf>> Acesso em 02 mar. 2019.

SILVA, G. A. da. **Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos: estudo de casos em Ouro Preto-MG.** 2011. 88 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos em Geotecnia e Desastres Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

SIMÕES, Renato Bertoldi. **Estudo sobre elaboração de projeto elétrico residencial predial.** 2008. 136f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2008. Disponível em: <http://www2.ele.ufes.br/~projgrad/documentos/PG2008_1/renatobertoldisimoes.pdf> Acesso em 28 fev. 2019.



CAPÍTULO 6

TIPOS DE FUNDAÇÕES E SUAS APLICAÇÕES

TYPES OF FOUNDATIONS AND ITS APPLICATIONS

Marcos André Silva Araújo

Arthur Silva Soares

Eduardo Mendonça Pinheiro

Gladstone Mapurunga e Silva Junior

Resumo

O presente trabalho “Tipos de fundações e suas aplicações”, apresenta uma reflexão sobre métodos de Aplicações existentes no mercado, bem como suas particularidades e características que norteiam suas implantações e execução. Além do conhecimento dos fatores de cada fundação, dando ênfase aos modelos construtivos e cuidados que se deve ter com os projetos de fundações rasas. Verificou-se a necessidade de reflexão sobre a qualidade dos métodos de aplicações e parâmetros construtivos das fundações diretas, para atingir os objetivos da pesquisa, foi utilizado o método de trabalho bibliográficos, publicados em biblioteca virtual de Teses e dissertações, sites, exemplares de autores renomados no assunto e artigos sobre a temática abordada com os principais autores entre eles. Conclui-se que, os tipos de fundações e suas aplicações são muito importantes, pois permite comparar seus devidos resultados, além de exercício rotineiro de um profissional e sua experiência permite o aprofundamento de conhecimento e métodos de fundações existentes, além de suas aplicações.

Palavras-chave: Fundações, Aplicações, Sapatas, Radier, Blocos, Recalque, Estratigrafia.

Abstract

The present work “Types of foundations and their applications”, presents a reflection on the application methods in the market, as well as their particularities and characteristics that guide their implementation and execution, besides the knowledge of the factors of each foundation, emphasizing the constructive models.. and take care of shallow foundation projects. Reflection was needed on the quality of application methods and constructive parameters of direct foundations in order to achieve the research objectives. We used the method of bibliographic work, published in a virtual library of theses and dissertations, websites, copies of renowned authors in Brazil. subject and articles on the subject approached with the main authors among them. It is concluded that the types of foundations and their applications are very important because they allow comparing their results, as well as the routine exercise of a professional and his experience allows the deepening of knowledge and methods of existing foundations, as well as their applications.

Keywords: Foundations, Forms, Shoes, Radier, blocks, Repression, Stratigraphy.



1. INTRODUÇÃO

As fundações diretas ou superficiais são amplamente usadas em larga escala de pequeno e médio porte, como também é conhecida por transmitir tensões para o solo. Essas tensões são distribuídas sobre a base do elemento estrutural da fundação, porém a mesma deve estar assentada em uma profundidade inferior a duas vezes o valor da menor dimensão do elemento estrutural. O engenheiro de fundação ou o engenheiro geotécnico deve ter grande conhecimento em rochas, mecânicas dos solos e geologia e com todo esse conhecimento adquirido o profissional pode dimensionar fundações através de cálculos e de observações, tanto em prática como empírico.

Ao adquirir o embasamento teórico e científico para o dimensionamento das estruturas do projeto, mesmo a estrutura sendo de pequeno e médio porte há uma complexidade no dimensionamento e execução da mesma, já que cada tipo de fundação tem sua dificuldade e particularidade, pois, existe muitas variantes, uma das que podemos destacar é tipo de solo também conhecido como estratigrafia do solo, que determinará qual tipo de fundação será mais plausível determinada em projeto levando em consideração todas as variáveis possíveis e caso não ocorra os cálculos e dimensionamento correto, ocorrerá problemas futuros (PANCIERA, 2014) .

A motivação para realização deste trabalho foi poder apresentar os tipos de fundações diretas e suas aplicações de acordo com as normas e embasamentos teóricos vigentes, que possam auxiliar o profissional envolvido em todos os processos construtivos, seja ele para estudos acadêmicos ou para uso em obra de construção civil.

Diante disto, surge o seguinte questionamento: Qual o melhor método de aplicação de uma fundação direta? A problemática desta pesquisa visou mostrar os parâmetros construtivos das fundações diretas.

O objetivo geral deste trabalho, visou compreender como funciona uma fundação direta e suas diversas aplicações e os objetivos específicos se resumem em: Comparar os principais métodos de aplicações e fundações, apontar as especificidades de cada um dos principais métodos de aplicação de fundação e discutir práticas de aplicações e fundações para seus respectivos tipos de solo.

2. COMPARAÇÕES DOS PRINCIPAIS MÉTODOS DE APLICAÇÕES EM FUNDAÇÕES

Bell (1985, p. 1) diz que: “Uma fundação deve distribuir e transmitir as cargas permanentes e dinâmicas da superestrutura para o substrato do solo [...]”.

Segundo a Associação de Brasileira de Normas Técnicas (6122-1998), no item 3.1 afirma que Fundação superficial (ou rasa ou direta) são:

Elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas, (NBR 6122-1996, p. 2).

Nesse contexto, a norma menciona que as cargas sofrem tensões distribuídas ao solo e ocorre tensões uniforme pelas pressões distribuindo ao terreno.

Segundo Pereira (2018), as sapatas são elementos de fundação rasa com formato de trapézio, retangular ou até mesmo quadrada na sua base. As mesmas são utilizadas ferragem em seu interior, aumentando sua capacidade de cargas, como também aumentando sua resistência a tração já que são dimensionados para que possa suportar tração pela ferragem e jamais pelo concreto.

Segundo Hachich (1998, p. 227), “as sapatas, são elementos de apoio de concreto armado, de menor altura que os blocos, que resistem principalmente por flexão”.

Para que possa ser usado esse tipo de fundação rasa e necessário observar o perfil estratigráfico do terreno, tal feito só e possível através de um exame minucioso do terreno chamado SPT- sondagem a percussão trado, o mesmo coletado as camadas dos diversos tipos de solo presente no terreno. O perfil de solo que determina o uso de sapata é em solo firme seco e outros.

Sapatas isoladas são estruturas de fundação rasa, com seu formato em forma de círculo, quadrado e retangular e são dimensionadas para suportar apenas um pilar por sapata. Rabelo (2008), complementa falando que o comportamento real esse tipo fundação tem sua complexidade e precisa ter uma grande atenção, por isso pode ser estudado através da teoria da elasticidade.

Sapata corrida segundo Velloso (2011), são elementos de fundação que transmitem carga uniformemente. Além de que a fundação rasa dispensa grandes maquinário para sua escavação. Seu formato permite que as tensões causadas pela estrutura sejam distribuídas linearmente em toda as tensões e os componentes usados para se fazer as mesmas são; pedra e concretos.



Sapatas associadas segundo Rabello (2008), diz que é possível que as sapatas fiquem uma em cima da outra, nesse tipo de situação e recomendado coloca-se apenas um pilar sobre uma única fundação, além de tudo, as tensões do solo são distribuídas de maneira uniforme.

Sapatas em divisa segundo Rabello (2008), e quando o pilar está faceado na divisa do terreno não se pode ultrapassar além do limite estabelecido pelo projeto. Quando se depara com esses dois tipos de problema, a solução para tal é sapata direta e a excêntrica ou ainda viga alavancada e quando ocorre esse tipo de situação, alguns cuidados devem ser tomados, já que a distribuição não uniforme das tensões do solo ocorrendo também no pilar momento fletor, ocorrendo alteração no dimensionamento.

Pereira (2018) relata que radier são, elementos de fundação rasa que ocupa toda a área a ser construída e que está em contato direto com solo, tornando sua área de contato ampla, funcionando como uma espécie de laje. O mesmo é de concreto armado e recebe as tensões diretamente das estruturas abrangendo toda a área em contato com o solo. Velloso (2008) diz que os mesmos podem ter parte ou em todos os pilares da estrutura a ser executada.

Para que possa ser executado de maneira correta, o mesmo deve seguir uma metodologia para que possa ter seu critério de construções bem executado tais como deve-se nivelar o terreno e fazer a limpeza, logo após a compactação do terreno.

Segundo Pereira (2018), relata falar de radier diz que pode ser, sendo de forma manual ou por maquinário apropriado para o mesmo, o segundo método eficaz já que o mesmo otimiza o custo, tempo, tornando mais seguro na execução final. As instalações elétricas e hidrossanitárias devem ser colocadas antes da concretagem no radier, estando por dentro da laje caso não se obedea a essa metodologia poderá acarretar em custos adicionais e aumentando o custo e consequentemente o prazo da obra. Logo após coloca-se todos os tubos e fiações em toda a extensão para que possa proteger a ferragem do radier.

Já para construção do radier são utilizadas caixas de madeiras usadas para se fazer a forma em 10 cm aproximadamente na lateral para que possa ser fechada moldando a forma e logo introduzindo concreto na forma, sendo obedecido o volume e dimensões prevista no projeto.

Existem grandes vantagens na sua utilização desse tipo de fundação, sendo possível ser executado em solos argilosos, como também redução de mão obra, além de diminuir o tempo de construção, tornando a obra ainda mais barata, em comparação às sapatas.

Joppert (2007, p. 91) comenta que:



O controle de qualidade das fundações deve iniciar-se pela escolha da melhor solução técnica e econômica, passando pelo detalhamento de um projeto executivo e finalizando com o controle de campo da execução do projeto.

Segundo o autor, o controle de qualidade começa com a escolha das fundações adotadas para o determinado tipo de estrutura, levando em consideração o laudo de SPT (Standard Penetration Test) ou Ensaio de Sondagem à Percussão e o rigor em suas fases excussão.

Também existem pontos negativos e Pereira (2018) mostra que se houver a necessidade de aumentar a capacidade de carga do mesmo, consequentemente aumentasse também o volume do concreto tornando esse tipo de método em comparação aos outros, mais caro em relação com outros tipos de fundações, sem mencionar que para tal feito torna o processo trabalhoso e complicada em sua execução, além de não ser ter uma garantia, já que podem ocorrer problemas de trincas em sua extensão.

Segundo Velloso (2011) blocos são elementos de fundação rasa projetada com concreto simples dimensionada para que possa de maneira que a tensão resultante de tração possa ser resistente no concreto dispensando a armadura. Já a NBR (6122/1988) diz que a planta da sessão e quadrada ou retangular.

Os métodos de execução segundo Pereira (2018) são referentes a presente norma, já mencionada NBR 6122 que especifica que os blocos de fundação não devem ter dimensão menor que 60 cm. Para execução do mesmo, deve-se fazer a escavação do mesmo sempre respeitando as dimensões e execução estabelecida pelo projeto e logo a pois, realiza a execução das cotas de apoio e as marcações dos pilares. Segundo Velloso (2011), para o assentamento e necessário uma camada de 5 cm de toda a fundação e já sua concretagem e dispensável a ferragem.

Segundo Velloso (2011), ao falar de bloco, o mesmo diz que existem grandes vantagens em sua execução, podendo se destacar baixo custo, rapidez, sendo utilizado para construção de pequeno porte. No entanto, deve se observar alguns critérios para que possa se garantir uma boa execução dos blocos, bem como; concreto de boa qualidade que esteja atrelada as normais vigentes no país, sendo ela a NBR 6118, a dimensão deve obedecer rigorosamente aos parâmetros do projeto como também sua profundidade.

2.1 Normas e suas exigências em fundação diretas

Segundo a Associação Brasileira de Normas técnicas (6122:2018), as fundações rasas fazem parte da engenharia geotécnica e trazem consigo umas séries de normatizações que estabelecem parâmetros para auxiliarem nas análises como pré-dimensionamento e dimensionamento das mesmas. Essas séries de normas



são estabelecidas por a NBR 6122 que trata das fundações e todas as regras que compõe a estrutura.

A NBR 6122/1996 no item 6.4.1 diz que uma sapata em planta não deve ser menor que 60 cm. Por se trata de ser uma fundação rasa, e geralmente e de pequeno e médio porte, os cuidados que se deve se tomar com todos os parâmetros construtivos que ficam, muitas das vezes de lado e conseqüentemente futuras patologias começaram a aparecer como podemos ver no livro patologia das construções Milititsky (2008). Os profissionais envolvidos em todos os processos construtivos podendo seguir alguns métodos já usado no Brasil, como ver-se-á mais a adiante, como cálculos usados por autores consagrados no meio acadêmico, Dirceu de Alencar Velloso e Aoki-veloso.

No item 6.4.2 a norma não estabelece nesse caso, parâmetros para a altura mínima, mais fala que o local onde for assentada, possa ser livre de água e fatores atmosféricos, para que não possa danificar e diminuir tanto a vida útil como diminuição de sua resistência. No mesmo item fala que se tem uma exceção quando a mesma for dimensionada encima de uma rocha e sua altura deve ser igual e superior a 1,5 m, tornando a fundação em sapata bem mais segura comprimido as exigências a norma, cumprindo com os métodos adotados pela NBR-6122.

Ao analisar a norma 6122/1996, buscou-se dimensionar blocos fundações já mencionada acima, podendo ter seu dimensionamento através do modelo geométrico e cálculo estrutural, como observa-se ver no item 6.3 da norma. No dimensionamento geométrico, alguns fatores importantes devem-se levar em considerações como; carga concentrada, carga excêntrica e carga horizontal no item 6.3.1 da NBR 6122/1996

Segundo Velloso (2008), as sapatas tendem a tomar diversas formas tendo sua altura constante ou não, podendo variar dependo de carga solicitada e a estratigrafia do solo e sua rigidez, tende de ser bem elevada. Com tudo, o mesmo autor fala que na prática se tratando de um edifício, os profissionais responsáveis podem adotar uma altura para sapata, porém, essa altura tem que ser levada em consideração a distância entre eixo da armação, como também o fundo da sapata e de cinco cm.

Segundo Milititsky (2008), alguma patologia pode ocorrer se as fundações diretas não forem dimensionadas seguindo todos os parâmetros que já vimos anteriormente e pelo fato de ser uma obra de pequeno e medio porte, o autor fala que muitas das vezes a obra não tem si quer projetos, como também presença de um profissional experiente. O autor ainda esclarece que, os projetos muitas das vezes são baseados em vizinhos ou são executadas de forma empírica, baseando-se em publicações, e em muitos casos, essas publicações trazem consigo as tensões admissíveis do solo, não adequadas àquela obra em especifico, tornando ainda mais propícios as patologias nessa edificação.



Muitas são as possibilidades para se ter uma patologia em uma fundação direta, desde a análise de um projeto e seu dimensionamento, até o solo onde será implantada. E se tratando de solo, as fundações que são assentadas em diferentes cotas, solos, além de uma variação de profundidade das camadas resistentes sendo que as fundações, não estejam assentadas em solos para qual foi dimensionada, podem ter como consequência recalque diferenciais ou mesmo colapso da fundação como explica (Milititsky 2008).

Recalque é um termo que os engenheiros civis e arquitetos utilizam para designar fenômenos que ocorrem quando uma estrutura sofre um rebaixamento devido ao adensamento do solo sobre sua fundação. Segundo Velloso (2008), logo depois de receber uma carga, a fundação sofre recalque, e parte desse recalque são dispensada imediatamente após o carregamento, entretanto, uma parte desse recalque demora um tempo para ocorrer.

Recalque instantâneo são aqueles vistos anteriormente, que são processados e acontece logo após seu carregamento, sendo ele de forma rápida. Já o chamado recalque no tempo, são como o próprio nome sugere, os que levam certo tempo para que possa ser transmitida a fundação direta. Isso deve ao processo chamado de adensamento do solo, onde as partículas de água migram dos polos e com isso a uma redução do índice de vazios e tudo isso se dá com a compressão do solo, tendo consigo um fenômeno viscoso chamado de creep, também conhecido como fluência e é tratado como adensamento secundário como lembra (Velloso 2008).

Existem métodos de previsão de recalque segundo Velloso (2008), que são racionais, semiempírico, e os métodos empíricos. Os racionais que são feitos através de parâmetros obtida de duas formas, sendo em in situ que é um ensaio pressiométrico e de placa, ou em laboratório. Já nos modelos semiempíricos, os parâmetros usados são a deformação, tendo uma correlação entre os ensaios in situ de penetração e além de estática, dinâmica, SPT e CPT. E o método empírico, usa-se valores tipos de tensão admissíveis para solo. Nesses métodos as tabelas não disponibilizam recalque, mais pode se associadas a recalque usualmente em estruturas convencionais como explica (Velloso 2008).

Velloso (2008) lembra um outro autor chamado de Peck, Peck fala que ao se tratar de sapatas assentada em areia, a previsão de tensão admissível, indica que a tensão, provoca um recalque de uma polegada e todo esse brilhante trabalho só foi possível pelo pioneirismo de Terzaghi e Peck no uso do ensaio de SPT. Os mesmos autores ainda recomendam que onde foram assentadas a sapata e a mesma estiver no nível da água, os autores Terzaghi e Peck recomendam a tensão admissível seja reduzida pela metade. Porém, essa proposta foi revista alguns anos mais tarde, já que a mesma foi considerada muito conservadora, sendo o método apresentado como ábaco e em uma dessa revisão Peck em consideração a profundidade da sapata, tornando aceitável por muitos acadêmicos sendo difundida até hoje.

Velloso (2008), fala dos aspectos gerais dos ensaios de laboratório, esses en-



saio visa o dimensionamento correto das fundações diretas, além de resistência ao cisalhamento, além de parâmetros de deformabilidade do solo, sendo esse para recalque das fundações diretas, porém os resultados dependem ou são sujeito a perturbações e as amostras

Segundo Sergio (2016), ao analisar as distribuições das tensões do solo que a área de uma fundação rasa em específico a sapata, exerce no solo, um fator muito importante no que diz respeito ao que ele chama de interfase da base-solo e o mesmo afirma que diversos estudos analíticos, como também em campo provam que as pressões provocadas não são uniformemente distribuídas de vários fatores. Porém, destacamos alguns fatores que segundo o mesmo autor pode ser preponderante no sentido de importância como; propriedade do solo rígidas na fundação, rugosidade da base da fundação, existência de excentricidade do carregamento aplicado e outros.

3. ESPECIFICIDADES DE MÉTODO DE APLICAÇÃO DE FUNDAÇÃO

O que torna específico a escolha de cada tipo de fundações rasas são; estratigrafia do solo, conhecimento geológico, mecânicas dos solos, além de todos esse conhecimento, outros fatores são de fundamental importância para escolha das fundações em específico. Nesse contexto, observa-se que há uma complexidade na escolha das fundações diretas e suas especificidades.

A terra tem cerca de 4,54 bilhões de anos e se aproxima da idade do sistema solar e no interior do planeta existe uma enorme quantidade de calor gerado pela desintegração em seu núcleo e mecanicamente pela movimentação localizada em sua crosta. A rocha é um corpo sólido natural que guarda todos esses elementos citados acima e resultam de um processo geológico formado por agregado ou minerais como fala (Helena 2014).

Segundo Helena (2014), o solo se origina da decomposição das rochas, mas sua evolução depende de fatores climáticos como também de microrganismo, porém existe fatores que podem ocasionar a decomposição da rocha, também conhecida como intemperismo que são causadas pelos aspectos físicos e químicos.

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (6502/1995) no item 2.1.2.3, define sedimentar como rochas que após a consolidação dos detritos de outras rochas e que foram transportados e de alguma forma se acumulando e tornando conhecida com que se chama de detríticas ou clásticas

A etimologia de solo tem seu radical em latim: solum e quer dizer superfície no chão, além disso, existem diversos tipos de solos, entre eles os solos sedimentares, que foram criados por uma grande quantidade de água, com isso, essas matérias contém material orgânico e os mesmos são chamados de solos orgânicos.



Entretanto, quando as matérias orgânicas existem em grande quantidade o mesmo são conhecidos como solo de turfa como afirma (Helena 2014).

O fator primordial para determinar o tipo de fundação onde será empregado, é o reconhecimento geológico, como também a estratigrafia do solo. Segundo a norma NBR 6122-1996 diz que, se de fato for necessário o reconhecimento geológico, deve-se fazer com o auxílio de um profissional competente e pode ter o auxílio ou não de mapas geológicos, fotografia aérea e outros.

Para que se possa ter a característica de cada fundação deve-se conhecer os diferentes tipos de solos como também o tamanho do grão que formam o solo.

O quadro 1 a seguir mostra a particularidade de cada um:

Quadro 1- Granulometria.

Tipos de solo	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia Grossa
Diâmetro do Grão (mm):	Até 0,002	0,002 a 0,06	0,06 a 0,2mm	0,20 a 0,60	0,60 a 2,00

Fonte: NBR-6502 (1993)

A NBR 6502 (1995), A argila é um solo com partículas finas e se apresenta com dimensões menores que 0.002 milímetros de granulometria que se constitui de coesão e plasticidade.

Gomes (1986), afirma que terminologia de argila se dá de diversas formas, uma que podemos destacar é que é um material natural de composição plástica. Outro termo que podemos usar referente a argila é a mistura de minerais que se chama aluminossilicatos de granulometria fina e o mesmo autor chama de argilo-minerais, além de descartar que as rochas sedimentares têm na sua composição partículas muito finas.

Gomes (1986) grande parte dos elementos que compõe as argilas com suas propriedades são para determinados fins, que são retirados dos argilominerais que compõe sua estrutura, podendo ter sua variação quando são cristalinidade como também podem estar acompanhados dois ou mais minerais sendo eles o quartzo, calcita, feldspatos, hematita, mica e outros.

Krauskopf (1995), existe uma particularidade em cada argilomineral, sendo cada uma caracterizada por estrutura em particular, sendo sobrepostos a material intercamados. Contudo, os argilominerais podem ser substituídos quando se faz os procedimentos corretos com soluções químicas.

Os maiores argilominerais são filosilicatos e existem estudos que podem auxiliar o profissional competente para tais exames como, difração de raio X já que os



cristais são de pequeno tamanho e o formato das partículas possibilita uma tendência em sua orientação durante os ensaios e as amostras, como isso os planos basais difratam com muita força e sua base serve para que possa se detectar suas particularidades.

Segundo a NBR 6502:1995, os materiais sedimentares são formados após as matérias serem transportadas, além de serem depositado na superfície terrestre e as matérias que constitui essa sedimentação são os materiais sólidos, orgânicos ou minerais. No item 2.2.190, fala da sensibilidade que os solos argilosos como também prioridade de perderem consistência por amolgamento e ainda afirma que a sensibilidade de uma argila é determinada pela resistência.

Salomão (1998), afirma que materiais sedimentares marítimos são formados principalmente em manguezal e em praia e principalmente em areias litorâneas de região tropical, já que a deposição fundamental é composta de areias limpas, finas e média, que formam quartzonas, além disso, nos manguezais as marés só conseguem levar para os mangues matérias muito finas juntos com materiais argilosos e que se introduzem na matéria orgânica e todo esse processo é denominado como argila orgânica marítima.

Segundo a NBR (6502-1995), afirma que silte é composto por baixa ou livre de nenhuma plasticidade, como também exibe baixa resistência quando a mesma é submetida ao ar seco, contudo, o silte tem sua particularidade predominante devido a sua parte constituinte que é conhecida também como fração do silte e tem seu diâmetro conhecido entre 0.002 milímetro e 0.06 milímetros que compõe o silte. Além desses exemplos mencionados, existe uma parcela de um solo, que seu diâmetro está dentro da faixa granulométrica que são colocadas para o silte.

Plasticidade, segundo a NBR 6502:1995, é uma característica que os solos possuem e que em certas condições de umidade, podendo ou não, existir significativa deformação permanente, porém, mesmo com todos esses processos não ocorrem rupturas, apreciável variação de volume e fissuramento.

Segundo Campos (2019), silte se encontra no meio termo, entre a areia e argila, sendo seu valor baixo em relação a esses dois materiais nobres e M. Campos (2019) ainda afirma que sua consistência é muito parecida com argila, porém, em forma de pó, entretanto não apresenta fator de coesão apreciável, como também seu fator de plasticidade se torna muito baixa.

Uma das grandes desvantagens do silte é que em secas se tornam pó e em chuvas em barros e se tratando de estradas, essa não é a melhor escolha de material e se tratando de corte em aterros, o mesmo se torna instável e extremamente perigoso, já que não possui estabilidade prolongada, tornando sua manutenção recorrente, já que a erosão e a desagregação natural fazem parte de sua estrutura como lembra Campos (2019).



Segundo a NBR 6502:1995, a granulometria da areia fina e entre 0,06 a 0,2mm, usado para como rebocos lisos e finos, além de fabricação de argamassas com objetivo de revestimento internos. Segundo NBR 6502:1995 areia média compõe sua estrutura em específico e sua granulometria fica entre 0,20 e 0,60 mm e sua utilização é muito usada para praia artificiais, além de campo de futebol e comumente usada em áreas de lazer em geral. Já, a areia grossa é usada para fabricação argamassa e como também de concreto e a NBR 06502:1995 mostra que sua granulometria fica entre 0,60 a 2,00 mm.

4. PRÁTICAS DE APLICAÇÕES DE FUNDAÇÕES E ESTATIGRAFIA DO SOLO

A engenharia de fundação ou engenharia geotécnica é responsável pelas práticas e escolhas dos tipos de função a ser empregada, além de ser um ramo que contém grandes variáveis e que obriga o profissional envolvido que deseja seguir nessa tão grande e fascinante profissão há ter grandes conhecimento e buscar todos as núcias envolvida. Porém, a geotécnica é uma área que requer grande conhecimento, experiência, além de trazer ao responsável pela obra muitas preocupações com suas etapas construtivas, já que há muitas variáveis para o sucesso da mesma. A estratigráfica do solo, tensão admissível, peso próprio da estrutura e outros fatores deve se levar em consideração e sua solução muitas vezes é complexa, além de demorada para o engenheiro geotécnico.

Segundo Schnnaid (2000), o custo de uma obra fica entre 0,2% e 0,5%, esse custo é proveniente de sondagem do terreno para o reconhecimento do solo, mas esse valor pode variar de 3% a 4% e requerendo ainda mais do projetista para avaliar e determinar cada caso em específico, como insumos, não de obra e quantificando a implantação da estrutura para qual foi contratado. E se tratando das escolhas para casa tipo de fundação, observa-se que há uma complexidade em sua escolha, já que, em cada tipo de obra fatores característicos e específico sendo elas, estratigráfica do solo, porte da edificação, concepção estrutural, local onde será erguido a obra, vizinhos e outros.

Segundo Spernau (1998), a escolha da fundação segue um roteiro e o mesmo deve seguir todos os paços para que possa obter sucesso e se evitar todo e qualquer intempérie e contratempos, mediante os seguintes aspectos temos;

Toda e qualquer tipo de cargas provenientes das estruturas, devem ser transmitidas às fundações que o engenheiro determinou previamente no projeto e que sejam capazes de suportá-la sem que haja patologia, sendo ela ruptura do solo.

As deformações que envolve as camadas do solo, além da subjacente, deve ser de igual modo que se tenha uma compatibilidade e que suportar o peso proveniente das estruturas de fundação.



Um dos aspectos que deve ter uma atenção em particular sendo todos os processos de igual modo e o valor econômico e se há viabilidade na escolha das fundações.

Um dos aspectos que se tem que levar em consideração são os vizinhos, já que não se pode causar nenhum tipo de transtorno, mesmo sendo a fundação escolhida rasa ou direita.

Na fase da execução e todo e qualquer projeto de fundação, como também projetos de estrutura, o projetista deve levar em consideração fatores essenciais para conclusão da obra, sendo eles, recalques diferenciais. Velloso (2008) diz que recalque diferencial é o rebaixamento de um lado da estrutura e gera esforço na estrutura não previsto em projeto, podendo ocasionar perda total da obra. Já o recalque instantâneo é um termo que como próprio nome sugere, já que o mesmo ocorre quase que imediatamente após seus carregamentos como lembra Velloso (2008) e sendo recalque um dos principais motivos de trincas e rachaduras em estruturas.

Jenny (1941), expressa que existem cinco fatores que são essenciais e que compõe os solos, sendo eles são eles, clima, seres vivos, relevo, tempo e materiais de origem, portanto, observa-se que todos os solos são produtos de exemplos já mencionado, além de fatores essenciais no que se refere a sua formação.

Hann (1882), diz que o conceito clássico de clima vem da escola clássica alemã, podendo ser definida como; estado médio da atmosfera em um determinado lugar, ou seja, são estudos que comprovam que existem métodos que definem o fator elástico e o mesmo são feitos de modo analíticos e de forma que se separam, e esses os componentes do clima são analisados de forma particular ou seja, um por um. Contudo, Sorte (1934) diz que a climatologia é um ramo da ciência que estuda de forma interdisciplinar, porém, a climatologia geográfica afirma que a mesma só é composta pelos conjuntos de alguns fatores e dentre esses fatores nós temos, o conjunto de relações da natureza e como também social.

Sorre (1934), faz grandes críticas no que diz a respeito do clima, pois existem de fato segundo o autor, muita importância dada ao que diz a respeito temperatura média, além disso, Sorre (1934), como forma de melhorar essa compressão sobre o assunto, propõe a utilização de fórmulas matemáticas que acelerem tanto a compreensão de forma clara como também deixando melhor já que a matemática facilita dando maior segurança.

Monteiro (1971), expressa que existe uma sequência de ritmo e que se pode definir essa sequência, a mesma é essencialmente importante na análise dinâmica, e o que torna essa proposta primordial do referido autor e detalha a gênese da variação que ocorre diariamente como também os horários dos elementos climáticos associado com outro fator importante que é a circulação atmosférica de um determinado espaço geográfico.



Já Sette (2000), afirma que na questão de metodologia, existe um fator preponderante chama de holóritmo, que compõe todos os ritmos em suas totalidades, sejam eles físicos, biológicos como também social. O referente autor esclarece que todos esses elementos são energias globais e que dão sequência a esses ritmos. Se tratando de ritmos o mesmo tem diversas direções como também movimentos. Porém se tratando de clima, se tem uma forma específica que é denominada de dinâmica climática e que existe uma sucessão de repetições de intervalos regulares ou não conhecidas como estação do ano, podendo ter uma sucessão de fatores que podem ser habituais e até anômalos, que nada mais é que fora de ritmo em um padrão que o referente autor chama de fluente em relação a atmosfera e além de haver uma interação com as esferas, sendo elas, biológicas, hidrosfera, antroposfera. Sette (2000) ainda afirma que existe um controle climático que formam um conjunto de atributos que se tratando de ritmo cada lugar tem sua particularidade e que o mesmo marca o ritmo e compõe o paisagismo de forma individualista, sendo de forma objetiva e clara.

Segundo Mayr (1998) para grande parte dos biólogos, existe uma organização com relação os seres vivos, isso porque mediante, existem níveis hierárquicos, ou seja, são elementos de um determinado nível que integram as novas entidades no próximo nível superior e além disso, existe níveis celulares que o referente autor afirma que são postos por níveis inferiores quando se compara com sistema funcional e conseqüentemente será inferior ao nível populacional. Portanto, com base no texto acima e correto afirmar que, cada nível tem sua hierarquia e se compõe de um sistema vivo que apresentará problemas diferentes, respeitando as suas particularidade e individualidade, além de diferentes teorias que possa ser formulada como diferente questão.

Segundo Mayr (1998) diz que os biólogos são auxiliados pelo os níveis e suas hierarquias que mediante a tais níveis auxiliam os profissionais a tornarem específicos o seu ramo de atuação. Porém El Hani (2002), fala que o conceito dos vários níveis que compõe a biologia além dos vários níveis de organização tem sido insuficiente, que o mesmo e usado de forma pedagógica, entretanto, essa forma pedagógica não tem evoluindo, já que a formação praticas científica dos biólogos não tem sido explorado como deveria ser e deixando uma grande lacuna em aberto.

Relevo pode ser definido como as formas de superfícies de um planeta. Oliveira (1991), afirma que o relevo e a principal causam para o surgimento e desenvolvimento de determinando tipos de solos. Entretanto, existe nências em relação ao relevo, já que o mesmo está associado a capacidade de drenagem, regime hídrico do solo como variação na vegetação.

Simonson (1968) afirma que o reconhecimento do substrato contribui significativamente para a formação dos solos, como também fazem parte do instituo das civilizações antigas. Achados encontrados na china de registros datados de cerca de 4 (quatro) a 5 (cinco) mil anos comprovam que a antiga civilização já classificava as terras como relação a produção e das colheitas auferidas.



Aeschlimann (2010) afirma que, o conceito de material de origem se baseia em uma rocha chamada de rocha mãe que é que esse material traz consigo que é de obrigação em relação ao substrato e altera o material de origem e que forma o material de origem e além disso, o termo pedologia que se podem classificar a terra dos solos que são gerados.

O engenheiro geotécnico para pré-dimensionar dimensiona fundações deve além de conhecer todos os fatores já mencionados, ainda tem que conhecer clima. Oliveira (1991) relata que, tanto os seres vivos como os seres humanos pode ser fatores ativos que compõe ações transformadoras que contém energias e fornecem compostos gasosos, sólidos, orgânicos e líquidos. O relevo e um dos principais motivos para o condicionamento que modificam as ações que foram mencionadas anteriormente, tornando fator primordial para a ações exercidas e ter sua trabalhabilidade concluída

Segundo Caputo (1996), O processo que torna a decomposição dos solos, só ocorrem de maneira simultâneas, porém, esse processo pode ocorrer determinadas variações dependendo do local e condições climáticas, sendo um dos dois fatores mencionado podem ter predominância ao comparar-se. Com base nesse contexto, os solos tornam-se diferentes entre si pelas rochas de origem. Entretanto, diferentes situações e alterações que possa está submetida.

Os solos são fatores preponderantes para cálculo de fundações e algum desses solos são essenciais para análise e escolha que possa determinar os tipos de fundações adequadas como os solos colapsíveis, solos expansivos e solos sedimentares.

Os solos colapsíveis tem em suas principais características rápida e significativa redução no seu volume, além de ser parcialmente saturado, tendo grande aumento, sendo muitas vezes de forma brusca com relação a umidade. Todo esse processo não se obtém aumento na variação e na tensão total no qual está submetida, e quando solo é saturado os meniscos capilares são formados pelos vazios que compõe o solo, a mesmas se desfaz e a tensão conhecida como efetiva diminui. Esse processo é conhecido como princípios das tensões efetivas, que tem efeito contrário provocando aumento significativo no volume do solo. Entretanto, existe uma característica que enfraquece as partículas pequenas e o escorregamento entre si, gerando uma compressão extra no solo e esse fenômeno se for ignorado, pode gerar recalques.

Segundo Hachich (1998), o comportamento dos solos colapsíveis está intrinsecamente com a composição do solo, além do processo de formação. Com isso, as partículas de argilas podem cimentar outras partículas de quartzo e são livres de líquidos. Porém, existem solos que são conhecidos como laterizados, nesse caso o óxido de ferro é fator que funciona como cimentante.

Simões e Costa Filho (1981), fala que os solos expansivos, são facilmente conhecidos principalmente quando ocorre contato, ou são submetidos a água e a



absolvição e conseqüentemente ocorre uma expansão e o aumento no volume do mesmo. Essa expansão está intrinsecamente ligada ao minerado chamado de esmectita, seu pequeno tamanho e grande superfície específica é uma característica da esmectita é que esse mineral consegue absorver grande quantidade de água nas camadas estruturais dos solos. Porém, consegue obter o grau de expansibilidade do solo através da porcentagem da fração da argila, da atividade ou capacidade da troca de cátions como do índice de plasticidade, sendo todos esses processos responsáveis por mostrar aidez do solo em comparação a água.

Salomão Antunes (1998), diz que os solos sedimentares também são importantes, pois são formados através de uma ação, partículas e agentes de transformação que podem ser, glacial, aluvial, coluvial e eólico. Porém dois dos que foram mencionados deve-se ter um cuidado que são o aluvial e coluvial, pois se tratando de sondagem podem denotar alta resistência. Essa particularidade que esses solos apresentam é decorrente ao perfil geotécnico, conhecido como erráticos, tendo em si manchas (lentes), de solo mole em meio as camadas mais duras. Há também, formas de se determinar os solos sedimentares sendo umas delas o tato visual, através das texturas que esse solo tem em sua característica. Porém, vale ressaltar que a textura pode vim a ter mudança mediante a agente transformadores, além da distância do transporte.

Dirse (2009), diz que, o solo só será denominado sedimentar através do seu examinador e com o ponto de vista do profissional, que é o pedólogo ou geólogo. Afirma ainda que, esse profissional além de analisar o grão e sua forma esférica ou irregular, o pedólogo também analisa a parte superior, já que é sua área de atuação analisa a forma horizontal e as características morfológicas dos solos.

Estratigrafia no seu sentido mais amplo e literal significa estudos dos estrato e camadas e Petri (1975), dia que a uma correlação de rochas ou sedimentares estratigráficos e todos esses mencionados anteriormente, compõe a crosta terrestre e que o solo e composto por camadas verticais como de horizontes como também de estrato e como pode ser cartografado empregando uma metodologia empregada pela estratigrafia e se tratando desse método, pode ser usado para estudo de quartenario, já que os solos são importante para subdivisão dos depósitos sedimentares e além de mostrarem todos os dados que são de suma importância e valiosos para que possa ser datadas o período de sedimentação.

Segundo a NBR 6122:1996, são de sondagem simples reconhecimento à percussão, além dos geofísicos se tratando das fundações em específicos. No item 4.3.2 sondagens de percussão ela e de indispensável e de fundamental importância, porém a mesma deve andar em conformidade com a norma NBR 6484, observando os aspectos e suas particularidades e as sondagens deve apresentar as camadas, os valores dos índices (SPT), e além de mostrar o nível do lençol freático. Já no item 4.3.3, no reconhecimento de todos os processos que envolvem a geofísica, a sondagem de reconhecimento de percussão ou ainda rotativas e no item 4.3.4, em obras fluviais a lacustres e marítimos a profundidade devem se levar em



consideração as camadas erodíveis e devem ultrapassá-la, a todos esses processos deve ser acompanhado pelo profissional competente que depois dos ensaios se determina a profundidade das camadas.

Segundo a NBR 6122:1996, os ensaios em in situ complementares, visa o reconhecimento do solo para as fundações a serem implantadas, avaliando a característica da deformabilidade, resistência do solo, permeabilidade. Porém, deve-se fazer diferentemente do maciço de rochas e alguns ensaios pode-se mencionar é;

Ensaio pressiométrico, segundo a NBR 61222:1996, diz que esse ensaio é feito pelo carregamento lateral do mesmo, por meio de sondas e através de uma pressão que se eleva internamente e que determina a relação entre a pressão de deformação com diferentes profundidades.

Há o ensaio de permeabilidade que produz percolação no maciço do solo conseguindo através desses ensaios a variação da carga hidráulica registrada ao longo do tempo que é o coeficiente de permeabilidade.

Ensaio muito conhecido também é (C.P.T) ensaio de penetração de cone e sua realização é através do penetrômetro estático, sendo mecanicamente ou com energia, esse processo é através de penetração através de prensagem do cone que é introduzido e tornando capaz de medir a resistência separadamente, sendo a de atrito lateral e de ponta como lembra como se ver na NBR 6122:1996.

Vane-test ensaio palheta, a NBR 6122;1996, tem seu exame feito através das argilas com profundidade necessária para o qual foi estabelecida e sua execução é através do movimento de torção no terreno e se dá por duas palhetas perpendiculares e verticais entre si, tornando e determinando a resistência da argila.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou reflexões sobre os Tipos de Fundações e Suas Aplicações que partiu das suas respectivas comparações, esclarecendo as múltiplas facetas que norteiam os métodos executivos e teóricos, sendo esses métodos bastante usados em construções com poucos pavimentos, tornando-se uma das muitas opções para esse tipo de construção. Além disso, foi possível compreender a facilidade nos projetos de fundações rasas devido sua facilidade na execução, já que o mesmo não necessita de maquinário específico. Entretanto, há descaso por parte de alguns profissionais que desprezam métodos empíricos e semi-empíricos, já que os mesmos tratam sobre projetos de pequeno, médio porte e com isso ocasionam problemas patológicos futuros.

Desse modo, admitindo que existem métodos específicos para cada tipo de fundação e que não se pode determinar qual modelo será empregado somente através



de projetos ou simplesmente determinar a fundação com base experiência, existe muitos fatores para que se possa determinar a escolha correta de do modelo de fundações a ser empregado, além de conhecimento geológicos que fator preponderante e de fundamental importância para o pré-dimensionamento como dimensionamento. Entretanto existem ainda outros requisitos que não se podem esquecer nesse processo das escolhas das fundações que são os ensaios SPT, que é um dos vários ensaios que temos. Além disso, concluiu-se que o presente trabalho, mostrou que o profissional deve ter conhecimentos, sobre alguns tipos de recalque que foram abordados no presente trabalho. Com base no texto acima e correto afirmar que o presente trabalho, através dos materiais e pesquisar bibliografia, tentou deixar claro que existe uma complexidade e um grande cuidado nas escolhas dos tipos de fundação, tendo cada uma suas núcias e especificidade.

Referências

AESCHLIMANN, J.P.; FROSSARD, E.; FELLER, C. 2010. Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa "Pedologie". **Étude et Gestion des Sols**, 17: 255-262.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA 6122/1994: **Projeto e Execução de Fundação**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA 6122/1996: **Projeto e Execução de Fundação**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA 6122/2008: **Projeto e Execução de Fundação**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA 6118/2014: **Projeto de Estrutura de concreto – procedimento**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA 6502/1995: **Solos e rochas**.

BELL, Brian J **Fundações em concreto armado**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985.

CAMPOS, Iberê M. **Conheça os três tipos principais de solos: areia, silte e argila**/ disponível no endereço eletrônico: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=59>> 05/06/2019, às 13h 45 min.

EL-HANI, C.N.; VIDEIRA, A. A. P. (ORG) **O que é vida?** Rio de Janeiro: Ed. Relume Dumará, 2000. EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: Organicismo, emergentismo e ensino de Biologia. In: SILVA FILHO, W.J. (ED). *Epistemologia e Ensino de Ciências*, São Paulo: DP&a No prelo.

GOMES, C.F. Argilas. **O que são e para que servem**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1986, 457p

HACHICH, Waldemar. **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Pini, 1998.

HANN, J.F. (1882): *Handbuch der Klimatologie*, Wier, 764 pp.

HELENA, Heloisa Silva Gonçalves. **Mecanicas dos Solos e Fundação**, 2014

JENNY, H. *Factors of soil formation: a system of quantitative pedology*. New York. McGraw-Hill, 1941

JOPPERT JUNIOR, Ivan. **Fundações e contenções de edifícios: qualidade total na gestão do projeto e execução**. São Paulo: PINI, 2007.

KEM, Dirse Clara. **Análise e interpretação dos solos e/ou, sedimentos nas pesquisas arqueológicas**/ Dirse Clara Kem- São Paulo, 2009.

KERN. D.C. *Análise e interpretação dos solos e/ou sedimentos nas pesquisas arqueológicas*. Revista do Museu de Arqueologia e EowLigui. São Paulo, Suplemento 8: 21-35, 2009



KRAUSKOPF, K.B. & BIRD, D.K., **Introduction to Geochemistry**, McGrawHill 3thEd, N.Y., 1995

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico Brasília**, 1998.

MILITITSKY, Jarbas. **Patologia das construções**/ Jarbas Milititsky, Nilo Cesar Consoli, Fernando Schnaid. -- São Paulo: Oficina de textos, 2008.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia**: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho, USP – IG – Climatologia 01 – São Paulo – SP. 1971

PANCIERA, G. **Estudo de estacas cavadas. In: _____ . Estudo de pré-viabilidade na especificação de fundação do tipo de estaca escavada ou sapata isolada em edificações multifamiliar**. Santa Maria: UFSM, 201

PEREIRA, Caio. **O que é Radier?** Disponível no endereço eletrônico: <<https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>> acesso 06/05/2019, às 22h 30min

PEREIRA, Caio. **Sapatas de Fundação**/ disponível no endereço eletrônico: <<https://www.escolaengenharia.com.br/sapatas-de-fundacao>> 06/05/2019, às 00h 13min.

PETRI, S. **Estratigrafia**. São Paulo, CEPEGE/USP. - 1975

RABELLO, Yopanan Conrado Pereira, 1949- **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**/ Yopanan C. P. Rabello. – São Paulo: Zigurate Editora, 2008.

SALOMÃO, F.X.T. & ANTUNES, F.S. Solos. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998

SÉRGIO, PAULO. **Sapatas de Fundação**. - São Paulo: UNESP, dezembro de 2016

SETTE, D. M. **O holorrítmo e a gênese do clima no Mato Grosso**. Tese de doutorado FFLCH – USP - de São Paulo. 2000

SIMONSON, R.W. 1968. Concept of soil. Soil Science Society of America Proceedings, 20: 1-44.

SORRE, M. (1934): Introduction-Livre Premier: **Climatophysique e Climatochimie**. In PIERRY, or., *Traité de Climatologie Biologique et Médicale*.

SORRE, M. **A adaptação ao meio climático e biossocial** – geografia psicológica. In: MEGALE, J. F. (Org.). Max Sorre. São Paulo: Ática, 1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).

SCHNAID, Fernando. **Ensaio de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. Oficina de Textos. São Paulo-SP, 2000.

SIMÕES, P.R.M. e Costa Filho, L.M. (1981). **Características Mineralógicas, Químicas e Geotécnicas de Solos Expansivos do Recôncavo Bahiano**. Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais para Engenharia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ.

SPERNAU, Wilson. **Notas de aula – Estruturas de fundações**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 1998.

VELLOSO, Dirceu de Alencar. **Fundações, volume 1: critério de projeto: Investigação de subsolo: fundação superficial** / Dirceu de Alencar Velloso, Francisco de Resende Lopes. —São Paulo: Oficina de textos, 2011.



CAPÍTULO 7

PAVIMENTO FERROVIÁRIO: MÉTODO EMPIRÍCO E MECANICISTA

RAIL FLOORING: EMPIRIC AND MECHANICIST METHOD

Suzane Cirino Almeida

Tasso Renan Nogueira Pereira Meireles

Resumo

O estudo que será apresentado a seguir visa apresentar de forma clara e objetiva analisar as principais características de um pavimento ferroviário através de análise realizada pelos métodos empírico e mecanicista, bem como evidenciar as diferenças entre esses dois métodos. O transporte ferroviário vem crescendo no país, tornando mais evidente a necessidade do seu estudo, sendo que estudos demonstram que este acaba sendo um meio mais econômico para o transporte de cargas. A justificativa do estudo se dá pela necessidade de identificar qual método é mais eficaz no processo de dimensionamento de pavimento ferroviário, sendo que é de vital importância que este esteja dentro dos padrões definidos pelo DNIT. A metodologia utilizada será por meio de pesquisa bibliográfica em materiais consolidados na área acadêmica que trata sobre engenharia utilizada em ferrovias e demais meios de transporte, bem como os métodos utilizados para a medição destes.

Palavras chave: Pavimento. Ferroviário. Empírico. Mecanicista. Método.

Abstract

The study that will be presented below aims to present in a clear and objective way to analyze the main characteristics of a railway floor through analysis performed by empirical and mechanistic methods, as well as to highlight the differences between these two methods. Rail transport has been growing in the country, making it more evident the necessity of its study, and studies show that this ends up being a more economic means for the transport of loads. The justification of the study is given by the need to identify which method is most effective in the process of sizing of railway pavement, and it is vitally important that this is within the standards defined by DNIT. The methodology used will be through bibliographical research in materials consolidated in the academic area that deals with engineering used in railways and other means of transportation, as well as the methods used for measuring these.

Key-words: Pavement. Railway. Empirical. Mechanistic. Method.



1. INTRODUÇÃO

O sistema ferroviário é um dos principais meios de transporte de carga no Brasil, representando cerca de 29,8% do total de utilização dos meios de transporte para cargas (ANTT 2011) e tem o crescimento previsto em 36% até 2025, sendo que os investimentos nesse setor são crescentes. (INFOGRÁFICO, 2011).

Esses dados indicam a relevância dos projetos relacionados ao transporte ferroviário, que vem tendo os seus projetos ampliados no decorrer dos anos devido a sua importância e eficiência seja no transporte de cargas e equipamentos ou no de pessoas em geral.

Entende-se por ferrovia: "sistema de transporte terrestre onde os veículos se apoiam sobre uma pista de rolamento por intermédio de itens metálicos; Via constituída por trilhos de aço paralelos fixados permanentemente em dormentes sobre lastro numa plataforma."



Figura 1 – Exemplo de ferrovia
Fonte: UOL website (2018)

A engenharia ferroviária tem como principal objetivo aplicar métodos para melhorar a performance operacional através da redução de custos com trilhos e rodas e consumo de combustível (GOMES, 2018). O transporte ferroviário também é muito utilizada por passageiros que tem como objetivo reduzir o seu tempo de trajeto, muitas vezes é encontrado nesse tipo de transporte como superlotação.

O dimensionamento adequado de um pavimento asfáltico visa assegurar que a repetição da passagem dos eixos dos veículos não irá causar o trincamento excessivo da camada de revestimento por fadiga dentro do período de vida do projeto e, também, garantir que as espessuras das camadas de sua estrutura, bem como suas características, sejam capazes de minimizar os efeitos do afundamento da trilha de roda (acúmulo excessivo de deformação permanente), considerando a compatibilidade entre as deformabilidades dos materiais. (SILVA, REIS, 2015, p.3).

De acordo com Souza et.al (2015) pode-se comparar o pavimento ferroviário com o pavimento rodoviário, sendo que “ambos são estruturados em camadas, assentadas sobre um solo de fundação com a finalidade de propagar as cargas provenientes de veículos”.

De acordo com Spada (2003) apesar de se assemelhar ao pavimento rodoviário, o pavimento ferroviário se distingue pela transmissão da carga à estrutura de camadas, bem como seu tamanho e frequência.

Partindo do princípio que as ferrovias possuem particularidades, assim como os solos que podem ser bem distintos dependendo da região onde as rodovias foram feitas, é importante que os métodos de dimensionamento também tenham que possuir diversas particularidades. (GOMES, HELAL e FILHO, 2015).

A justificativa desse artigo se dá pela necessidade de que os projetos que realizam a produção de linha ferroviária devem ter o menor nível de imprecisões, considerando que, por exemplo, um superdimensionamento que acarreta em maiores custos ao projeto.



Figura 2 - Composição do pavimento ferroviário
Fonte: Delgado (2012)

As camadas constituintes da estrutura de um pavimento, de acordo com Balbo (2007), podem ser descritas da seguinte maneira:

- Revestimento
- Base
- Sub-base

- Reforço do subleito
- Regularização do subleito

Atualmente existem métodos de natureza diferenciada para a medição de pavimento ferroviário, sendo um tradicional (empírico) e outro baseado na teoria da elasticidade (mecanicista). (SILVA; REIS, 2015). Dentro desse contexto este artigo busca responder a seguinte pergunta-problema: Como comparar e utilizar a melhor maneira os métodos empírico e mecanicista para dimensionamento de pavimento ferroviário?

2. OBJETIVOS

2.1. O objetivo geral do artigo é responder a questão-problema: Como comparar e utilizar a melhor maneira os métodos empírico e mecanicista para dimensionamento de pavimento ferroviário?

2.2. Como objetivos específicos pode-se citar: apresentar as principais características e diferenças entre os modelos. A metodologia de estudo utilizada será através de pesquisa bibliográfica em artigos, revistas e periódicos referentes ao tema.

3. MÉTODO EMPÍRICO

O método empírico para dimensionamento de pavimentos pode ser considerado o método convencional para tal. Segundo Medina e Motta (2005) o método empírico considera a resistência à ruptura por cisalhamento do subleito, dimensiona-se o pavimento de forma convencional, através do conhecimento do tráfego que ele será submetido e depois são efetuados os cálculos das pressões transmitidas ao lastro e demais camadas do pavimento.

A metodologia empírica consiste em um processo de correlações de variáveis geotécnicas que por ser utilizado há diversos anos, acabou criando um tipo de padrão para os projetos de via férrea. (GOMES; HELAL; FILHO, 2015).

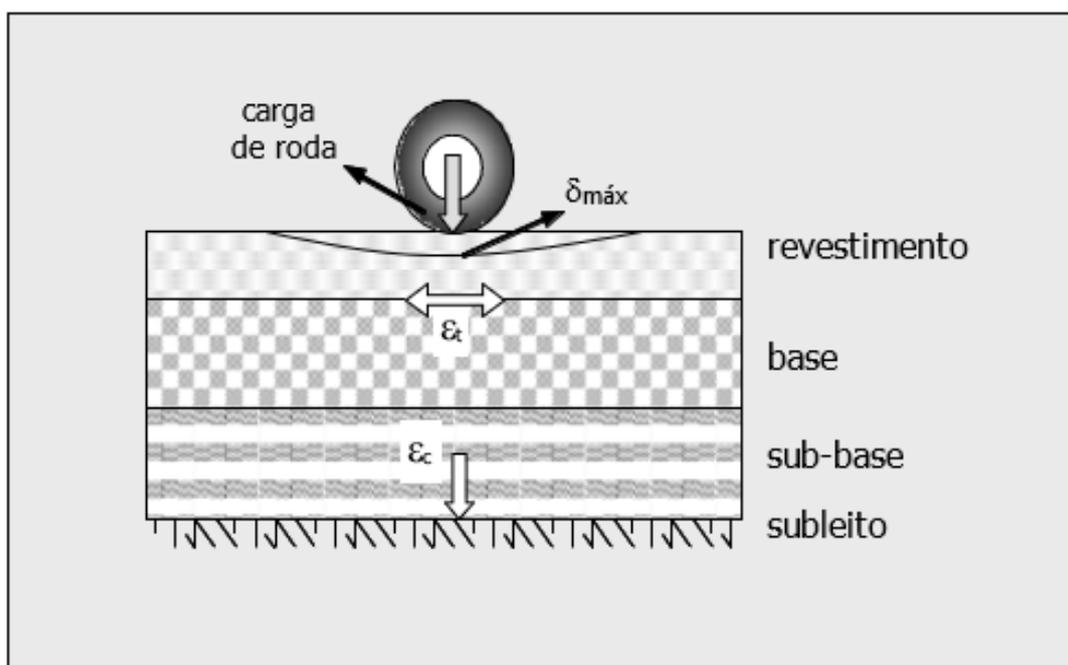
Os métodos empíricos englobam as formulações de vários autores baseados em experiências de campo adquiridas ao longo do tempo. No entanto, ainda hoje, grande parte dos profissionais faz uso dessa metodologia para dimensionamento do pavimento, mas existem pesquisadores que indagam acerca da plena eficácia desses procedimentos, uma vez que não retratam a realidade das condições de campo brasileira, pois se baseiam no Índice de Suporte Califórnia (ISC), um ensaio também chamado de CBR - California bearing ratio, criado especificamente para estudo da capacidade dos solos da malha ferroviária californiana, que apresentam clima e tipos de solos diferentes do Brasil. (SILVA, REIS, 2015, p.3).



Conforme Bezerra (2004), os métodos empíricos caracterizam-se principalmente por uma limitada confiabilidade dos seus resultados, uma vez consideradas regiões diferentes daquela onde o pavimento protótipo foi concebido. O empirismo metodológico foi desenvolvido a partir de regras, conceitos, observações e experiências em certos pavimentos com materiais da região onde foi executado, observando-se clima e tráfego nos seus aspectos sazonais. (MORAIS,2014).

O procedimento para o dimensionamento empírico segundo Schrmann (1996), segue as seguintes etapas:

- Cálculo da tensão admissível no subleito, através da fórmula de Heukelon;
- Cálculo da altura do lastro equivalente h (altura contada a partir da face inferior do dormente) por meio da equação de Gehard Schrmamm;
- Cálculo da tensão atuante no topo do sublastro, reforço do subleito (se houver) e subleito, através da fórmula de Schrmamm e considerando a altura das camadas superiores;
- Cálculo dos valores de CBR necessários para as camadas do pavimento ferroviário da fórmula de Heukelon, considerando as tensões atuantes na face superior de cada camada;
- Cálculo das alturas reais das camadas, inserindo os valores dos ângulos e os respectivos coeficientes de distribuição sugeridos por Schramm. (SILVA, REIS, 2015, p.3).



Para os cálculos nesse sistema devem ser consideradas as seguintes fórmulas de acordo com premissas estabelecidas, sendo:

- Cálculo do módulo de elasticidade do solo (E_d)

$$E_d = 100 * CBR$$

- Cálculo do número de ciclos de aplicação de cargas durante o período do projeto (N):

$$N_{Locomotiva} = \text{composição} * n^{\circ} \text{ eixos} * \text{período} * 365 \text{ dias}$$

$$N_{vagões} = \text{composição} * n^{\circ} \text{ eixos} * \text{período} * 365 \text{ dias}$$

$$N_{total} = (N_{Locomotiva} + N_{vagões} * \text{Período do Projeto})$$

- Cálculo da tensão admissível do subleito: cálculo realizado através da equação de Heukelon, com base nessa mesma equação são calculados os CBR necessários para as camadas (CBRsublastro, CBRsubleito).

As alturas reais das camadas não são calculadas de acordo com os coeficientes encontrados.

A principal crítica ao modelo empírico é que este atua de forma mais simplificada, o que resulta em uma simulação não adequada do comportamento e trânsito das tensões nas camadas lastro, sublastro e subleito e a interação entre a grade e as demais camadas. (CORREIA, 2007).

4. MÉTODO MECANICISTA

O método mecanicista se trata de um método um pouco mais preciso, mas por muitas vezes não utilizado seja por falta de recursos ou pesquisa já que consegue nortear os cálculos da tensão admissível do solo, avalia a resistência do pavimento em função da transferência de tensão ao longo das camadas de fundação da via, levando em consideração os diversos aspectos relacionados ao solo.

“Os métodos mecanísticos, possuem foco puramente científico, com base teórica suficiente para permitir a análise completa do comportamento mecânico do pavimento ante as ações do clima e do trânsito de veículos, que resulta no entendimento do comportamento mecânico do conjunto (situação mais próxima da realidade das solicitações que sofre o pavimento).” (SILVA, REIS, 2014).



Esse método usa uma “teoria ou método de cálculo de esforços atuantes para prever as tensões e deformações do tráfego e do clima que atuam na estrutura do pavimento e procura contabilizá-las com as tensões resistentes” (MOTTA, 1991).

O dimensionamento de um pavimento asfáltico denomina-se mecanístico quando adota uma teoria que prevê as tensões e deformações advindas do tráfego e do clima na estrutura, procurando compatibilizá-las com as resistências dos materiais empregados em sua execução (BEZERRA, 2004; SENÇO 2007).

Os programas mais utilizados para tal são o Geotrack e o Ferrovia 3.0, sendo este último considerado o mais confiável, por meios numéricos, faz a análise estrutural calculando as tensões e deformações das camadas de pavimento, conforme observa-se na figura 4.

O programa apoia-se em métodos de elementos finitos, é utilizado para a implementação das rotinas computacionais de simulação numérica do comportamento estrutural para a reprodução da grade ferroviária e tem como dados de entrada: dados de entrada:

- Dados de entrada referente à grade ferroviária: dados da bitola, espaçamento entre as dormentes; medições de trilhos e de dormentes;
- Dados de entrada referente à fundação: dados gerais e propriedades das camadas;
- Dados de entrada referente as cargas aplicadas.

Quando o programa é alimentado com os dados de entrada corretos conduz a um dimensionamento racional das espessuras das camadas do pavimento e reforço do subleito, a partir do reconhecimento dos níveis de tensão atenuantes.

4.1 Base

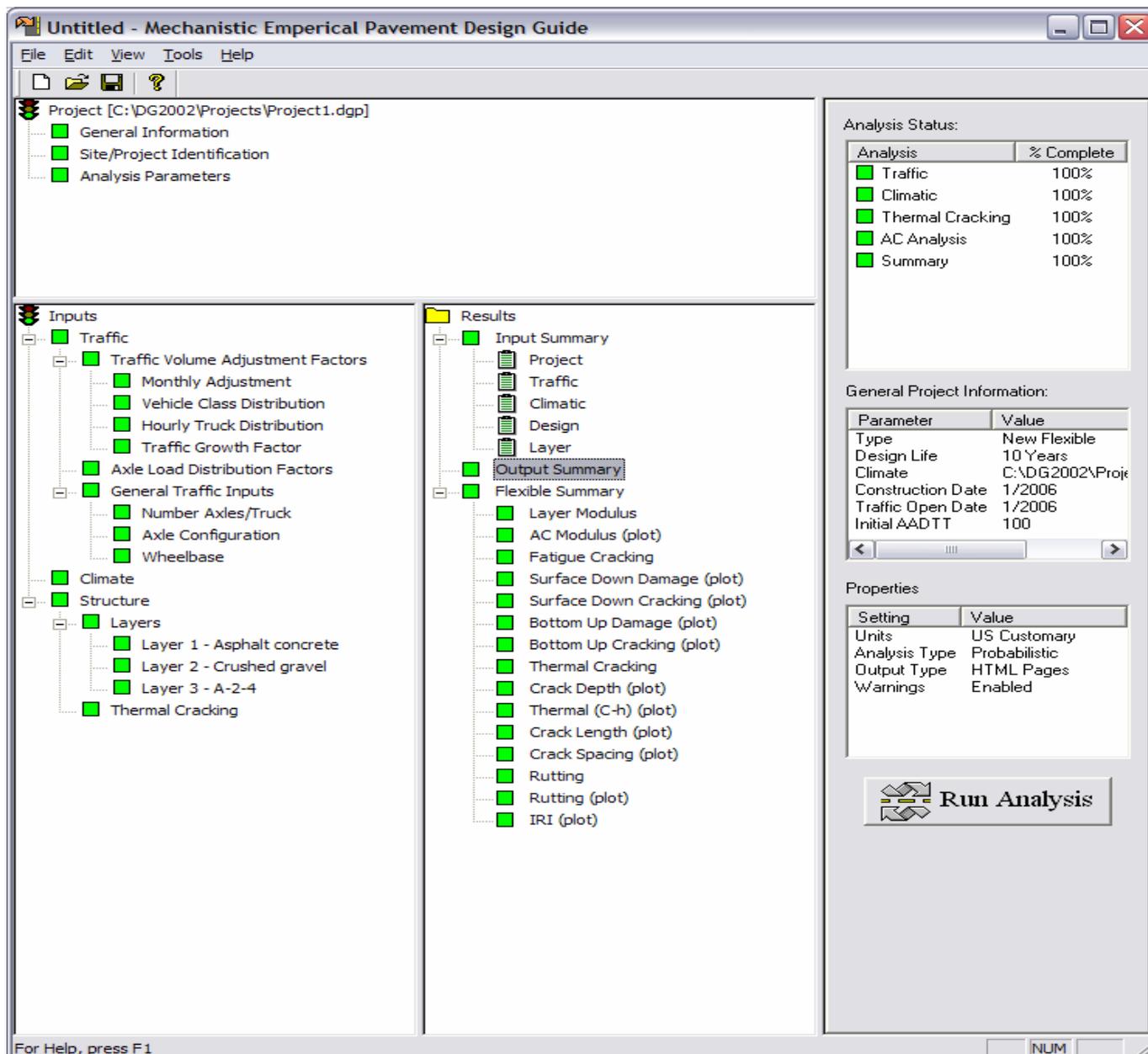


Figura 4 – Tela do programa *Mechanistic Empirical Pavement Design Guide* da AASHTO (NCHRP, 2004)

Dentre as vantagens da utilização do método mecanicista é possível citar:

- Projetos confiáveis;
- Possibilita prever defeitos específicos;
- Proporciona uma melhor relação custo x benefício;



- Otimização da utilização dos recursos disponíveis;
- Prevenção de possíveis oscilações futuras. (MORAIS, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em termos de medição de tensões de atuantes é observado que o método empírico é mais confiável, desde que o sistema possa ser alimentado com as informações corretas. Sendo assim, é de vital importância que desde a etapa de planejamento da ferrovia é importante que os parâmetros de tamanhos e medições a serem cumpridos possam atingir os objetivos do projeto e por consequência uma maior eficiência do projeto.

Muitos tipos de defeitos em pavimentos asfálticos ocorrem em função de práticas inadequadas de construção, por falta de manutenção, por erros no dimensionamento estrutural e representam fatores adicionais que podem causar a ruptura no pavimento.

O método emprega melhor as características mecânicas dos solos é o mecanicista, pois a sua análise verifica diversos fatores necessários para que isso possa ocorrer, além de prever as condições, propõe-se a verificação de diferentes modelos matemáticos para a análise estrutural, assim como, a inserção de distintos materiais para a composição do pavimento e, a simulação da sobrecarga dos veículos no dimensionamento.

Sendo o método empírico mais moderno e preciso, é possível afirmar que esse favorece um projeto de pavimento mais econômico, evitando gastos desnecessários no projeto, bem como o retrabalho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor ferroviário é um setor em alta expansão no Brasil, por esse motivo se faz cada vez mais necessário o planejamento dos projetos nesse setor com a maior riqueza de detalhes possível. Falhas nesse tipo de planejamento podem trazer prejuízos inestimáveis e até mesmo ocasionar tragédias.

Os cálculos realizados pela engenharia são o grande suporte nesse sentido. A análise de fatores relacionados ao pavimento faz com que o cálculo das cargas a serem transportadas possa ser melhor suportado.

Através da comparação entre os métodos empírico e mecanicista pode-se ob-



servar que o segundo método é praticamente a evolução do primeiro, visto que este traz uma maior riqueza de detalhes e precisão aos cálculos. O software Ferrovias 3.0 traz uma maior riqueza de detalhes aos cálculos a serem apresentados.

Observou-se também uma escassez de artigos relacionados ao tema, havendo a necessidade de um maior número de pesquisas e disponibilização de conteúdo relevante ao assunto. Para os profissionais da área o estudo se faz de relevância por conta da importância do tema e da atualidade do mesmo.

Referências

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica – materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

BEZERRA NETO, R.S. Análise comparativa de pavimentos dimensionados através dos métodos empírico do DNER e mecanístico e proposta de um catálogo simplificado de pavimentos para a região de Campo Grande (MS). 2004. 189p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

DELGADO, B.S. “Análise da deformabilidade de um solo tropical do oeste do Maranhão como material de sublastro na Estrada de Ferro Carajás”. Dissertação de mestrado. UFOP, Ouro Preto, 2012.

FRANCO, Filipe Augusto Cinque de Proença. Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SISPAV. Disponível em: [file:///C:/Users/CEL-LEP/Downloads/Filipe%20Augusto%20Cinque%20de%20Proenca%20Franco%20D%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/CEL-LEP/Downloads/Filipe%20Augusto%20Cinque%20de%20Proenca%20Franco%20D%20(1).pdf). Acesso em 11 de agosto de 2018.

GOMES, Mayara Souza; HELAL, Adão Marcílio Pedrosa; FILHO, José Carlos. Análise do comportamento mecânico de um pavimento ferroviário através de um estudo comparativo entre os ensaios e CBR e módulo de resiliência. 2015. Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revista> do ceds. Acesso em 11 de agosto de 2018.

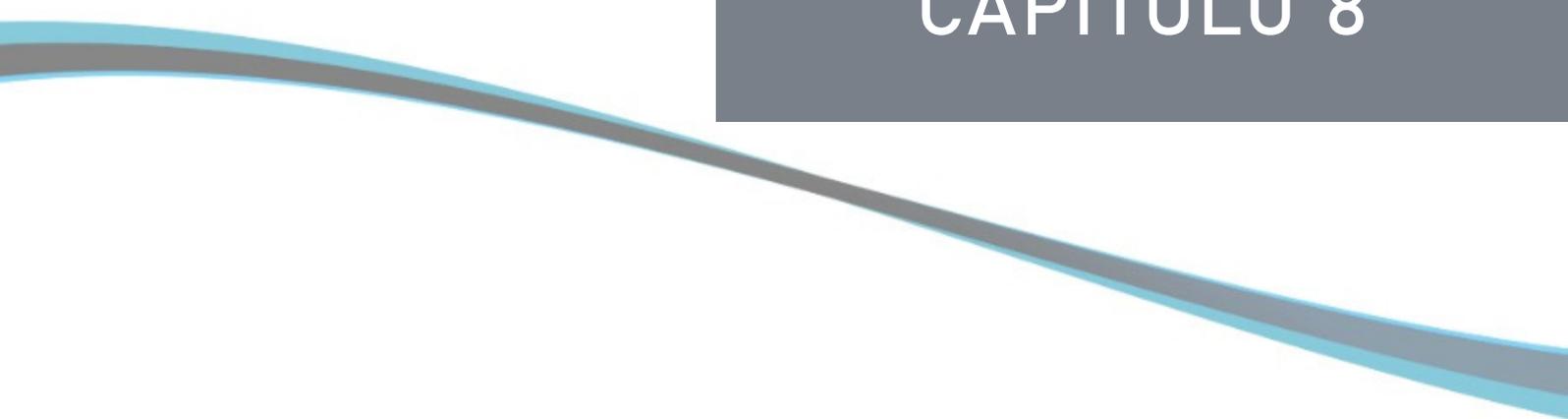
MORAIS, Vanessa Ariadne. Análise comparativa dos métodos de dimensionamento empírico e empírico-mecanístico de pavimentos flexíveis. 2014. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1680/1/An%C3%A1lise%20comparativa%20dos%20m%C3%A9todos%20de%20dimensionamento%20emp%C3%ADrico%20e%20emp%C3%ADrico-mecan%C3%ADstico%20de%20pavimentos%20flex%C3%ADveis.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2019.

SENÇO, Wlastermiler de. Manual de Técnicas de Pavimentação. 3. ed. São Paulo: Pini, 1997.

SILVA, Mayssa Alves da; REIS, Ana Carolina da Cruz. Estudo comparativo entre o método empírico e mecanístico do dimensionamento de pavimento ferroviário .2007.

SPADA, J.L.G. “Uma Abordagem de Mecânica dos Pavimentos Aplicada ao Entendimento do Mecanismo de Comportamento Tensão-Deformação da Via Férrea”. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.





CAPÍTULO 8

SEGURANÇA NO TRABALHO COMO PILAR NOS PROCESSOS PRODUTIVOS

SAFETY AT WORK HOW TO STAY IN PRODUCTIVE PROCESSES

Mariedson Silva Ramos
Rherisson Soares Pinheiro

Resumo

Partindo de todas as informações que serão aqui estudadas, de maneira geral, o foco desse trabalho é analisar o papel de importância da segurança no trabalho na melhoria da aplicação dos processos de produção, evidenciando dentro do contexto percebido, políticas e ações instituídas, como também, fazer toda uma análise estrutural dos processos aplicados, passando por estratégias traçadas, chegando até toda a influência da segurança no trabalho na construção de processos de produção eficazes e de qualidade. Deve assim ser lembrado, que tal pesquisa define de maneira ampla, conceitos básicos sobre políticas voltadas a segurança no trabalho, além, de pontuar ações e processos a serem empregados. Outro ponto a ser destacado é a busca constante pela compreensão da importância da segurança no trabalho na melhoria das organizações, se refletindo em instituições sólidas e que veem a qualidade como parte essencial. No percurso metodológico foram utilizados dados bibliográficos provenientes de artigos, revistas, livros e trabalhos acadêmicos, buscando dar a essa pesquisa uma maior transparência e coerência, cujo resultado evidenciou um papel de destaque empregado pela segurança no trabalho nos processos produtivos e assim, políticas cada vez mais abrangentes e voltadas a questão trabalhada. O resultado assim encontrado demonstra a importância da segurança no trabalho nos processos de produção, tendo papel de influenciar metodologias de trabalho e processos de gestão, o que evidencia seu papel estratégico, em um contexto de produção tão amplo.

Palavras chave: Segurança no trabalho. Organizações. Políticas Públicas.

Abstract

In general, the focus of this work is to analyze the importance of safety at work in improving the application of production processes, showing within the perceived context, policies and actions instituted, as well as, to carry out a structural analysis of the applied processes, going through strategies traced, reaching all the influence of the safety in the work in the construction of efficient and quality production processes. It should therefore be remembered that such research broadly defines basic concepts of policies aimed at safety at work, in addition, of punctuating actions and processes to be employed. Another point to highlight is the constant search for an understanding of the importance of safety at work in the improvement of organizations, being reflected in solid institutions and that see quality as an essential part. In the methodological course, bibliographical data from articles, journals, books and scholarly works were used, seeking to give to this research a greater transparency and coherence, whose result evidenced a prominent role used by safety in the work in the productive processes and thus, increasingly more comprehensive and focused on the question worked. The result thus found, demonstrates the importance of work safety in production processes, having a role to influence work methodologies and management processes, which shows its strategic role, in a context of such a wide production.

Key-words: Safety at work. Organizations. Public policy.



1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento de um novo mercado consumidor e uma vasta rede das mais várias formas de produção e assim, a forma que as mesmas são instituídas no meio produtivo hoje evidenciado, pode ser percebido o quanto os mercados estão sedentos por processos produtivos cada vez mais amplos e eficazes, se refletindo em organizações cada vez mais estruturadas e voltadas aos interesses do mercado, como também, seus interesses próprios, voltados ao crescimento e solides em um mercado tão amplo.

Tendo isso em vista, tem-se como pilares fundamentais quando se analisa os processos produtivos e assim os reflexos produzidos, as formas de produção. Desta forma, a segurança no ambiente de trabalho possui papel essencial, pois influência nas formas de produção, ações empregadas, mas principalmente, na forma de produção e dinâmicas instituídas, o que irá se refletir no desempenho de todos e em um ambiente de trabalho seguro para todos.

O objetivo deste artigo é apresentar a importância da segurança no trabalho e sua influência nos processos de produção e analisar o papel de importância da segurança no trabalho na melhoria da aplicação dos processos de produção, além de comentar a historicidade da segurança no trabalho durante os anos e seu contexto atual, apontar políticas e estratégias no ambiente de trabalho e definir a importância da segurança no trabalho na melhoria estrutural das organizações.

Com a compreensão de tais conceitos é possível entender que a segurança no trabalho é entendida assim, como parte essencial no ambiente hoje percebido, tendo poder de influência e servindo de ferramenta na melhoria de processos, como também, na criação de um ambiente de trabalho saudável para todos.

Nesse contexto de análise, a segurança no trabalho passa a ter papel de destaque, pois será ele o responsável por oferecer apoio e as bases de sustentação ao trabalhador, como também, a aplicação e coordenação das mais variadas ferramentas de proteção e defesa no ambiente de trabalho.

Em relação a todos os procedimentos utilizados, o seguinte trabalho utilizou como modalidade as pesquisas, bibliográfica e documental. Partindo deste ponto, a pesquisa bibliográfica tem por objetivo, fazer todo um levantamento de informações necessárias de autores que já desempenham estudos nessa área que suportaram as informações contidas e fundamentais para a pesquisa. Dando diretamente respaldo científico à temática abordada. Podendo ser pesquisada em bases de dados nacionais ou internacionais, em livros, teses, artigos e revistas, entre outros documentos.

Este trabalho está subdividido em introdução, buscando trazer informações



iniciais sobre o assunto a ser trabalhado, logo depois pelo desenvolvimento que é composto por três capítulos que buscam trazer ao entendimento a importância da segurança no trabalho no contexto dos processos de produção hoje desenvolvidos, demonstrando sua historicidade e evolução, passando por políticas e legislações instituídas, além, de trabalhar seu papel de influenciar nas organizações e na construção da qualidade total nos processos produtivos e por fim, as considerações finais, contendo os resultados.

O objetivo deste trabalho é analisar o papel de importância da segurança no trabalho na melhoria da aplicação dos processos de produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A palavra “trabalho” tem sua origem no latim, proveniente da palavra “tripaliu”, que significa de acordo com Oliveira (2010, p. 482) “instrumento de tortura formado por três (tri) paus (paliu)”. Tal significado ganhou força durante os anos, pois, o trabalho na antiguidade e até mesmo na Idade Média, era visto, como algo negativo e sinônimo de grande sofrimento. Segundo Miranda, (1998, p.26) somente com o início do Renascimento e assim, com o surgimento de novos ideais e perspectivas, a noção negativa entorno do trabalho foi enfraquecendo, muito pelo surgimento da valorização do trabalho, como também, pela forma que o trabalho passou a ser visto, sendo considerado característica que engrandece a sociedade e o próprio homem.

2.1 As primeiras Ações sobre segurança no trabalho

Juntamente com novas ideias implantadas no período renascentista as questões que abrangem a segurança do trabalho começaram assim também a serem estudadas, as primeiras pesquisas e ações voltadas a investigação do que era a doença do trabalho, buscando entender, de acordo com Miranda (1998, p. 26) sua influência e perspectiva, sendo considerado o primeiro passo na formação da segurança e saúde no trabalho. Em tal período segundo Saad, (1981, p. 33) o ano de 1700 é considerado como o marco das primeiras ações efetivas principalmente com os estudos sobre doença do trabalho do médico italiano Bernardino Ramazzini que começou a estabelecer as primeiras ações que tinham como finalidade, relacionar os riscos à saúde com o ambiente de trabalho a ser executado.

Seguindo o contexto histórico que concerne à segurança no trabalho e processos voltados a saúde no ambiente laboral, chega-se a Revolução Industrial, período histórico caracterizado por grandes mudanças principalmente nas formas de produção e no relacionamento funcionário x empresa, trouxe todo um novo contexto a ser presenciado. De acordo com Miranda, (1998, p. 127) com a Revolução



Industrial, acabou-se por construir toda uma nova realidade, marcada pelo trabalho exaustivo e em condições, levando ao surgimento dos primeiros movimentos operários e sindicatos, que tinham como intuito, combater as péssimas condições de trabalho oferecidas. Vale lembrar, que mesmo com os movimentos operários e o surgimento dos sindicatos, nada de efetivo era realizado para melhorar as condições de trabalho e assim instituir a segurança e saúde no ambiente laboral, o que culminou “em ambientes insalubres e sem condições para pratica laboral” (SAAD, 1981, p. 34).

Já o século XIX é considerado o marco central quando se fala em saúde e segurança no trabalho, o que levou a criação de leis como a Lei das Fábricas, que tinha como objetivo segundo Miranda (1998, p. 27) a proteção do trabalho de mulheres e crianças, tanto no que se refere a um ambiente de trabalho quanto às jornadas excessivas, comumente praticadas, sendo considerado o primeiro passo em um contexto histórico tão conturbado. Chegando ao século XX, foram criadas políticas e leis totalmente voltadas à proteção do trabalhador em seu ambiente laboral, destacando-se como órgão principal a OIT – Organização Internacional do Trabalho, que passou a desenvolver medidas e diretrizes que amparassem o trabalhador em todo o mundo.

2.1.1 Leis iniciais de proteção ao trabalhador

As primeiras legislações a serem instituídas no amparo ao trabalhador em seu ambiente de laboral surgiram no reino Unido (Inglaterra) e nos Estados Unidos entre os séculos XIX e início do XX e dentre elas podem ser citadas na figura 02.

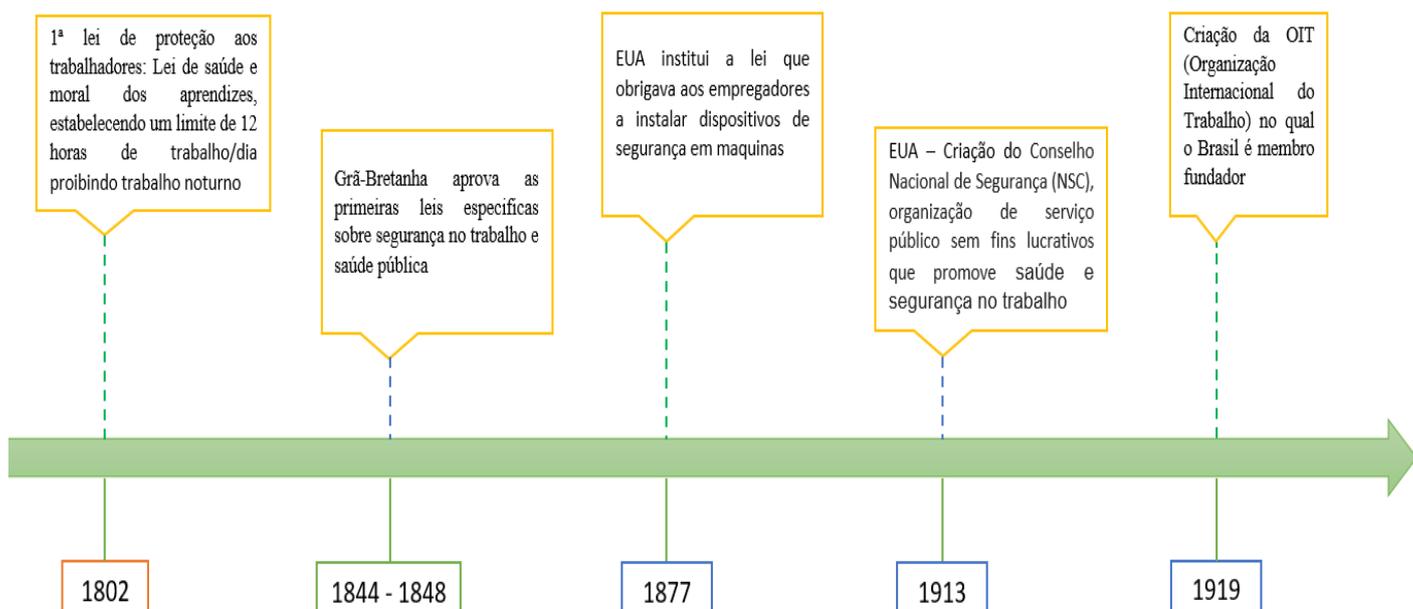


Figura 1 – Primeiras legislações sobre segurança e saúde no trabalho
Fonte: Os autores (2019)

2.1.2 Seguranças no trabalho no Brasil

Voltando-se ao ambiente nacional, a segurança e saúde no trabalho, as primeiras ações a serem aplicadas foi a partir de 1891 com a lei que tratava da proteção ao trabalho de menores. Já o Decreto de lei nº 3.724/1919, que tinha como foco, a aplicação das obrigações resultantes dos acidentes no ambiente de trabalho, reconhecendo o acidente de trabalho e suas mais variadas formas. Em 1943, começou-se a vigorar a CLT – Consolidação das Leis do Trabalho, considerado um marco no Brasil, quando se fala em leis trabalhistas e medidas com verdadeiro papel de importância quando se fala no bem-estar e segurança do trabalhador (SAAD, 1981, p. 21).

Seguindo os avanços, em 1978 aplicou-se a Portaria 3.214/78 que aprovou as Normas Regulamentadoras – NRs, consideradas a espinha dorsal na legislação de segurança e saúde no que envolve o trabalhador, como também, a população em geral. A segurança e saúde no trabalho passa assim a ser vista, como fator essencial, influenciando na construção do ambiente laboral, processos de trabalho, ferramentas aplicadas e principalmente, no bem-estar do colaborador em seu ambiente de trabalho o que se refletira em empresas cada vez mais estruturadas e que tenham o colaborador como parte essencial (MIRANDA, 1998, p. 27),

2.2 A segurança no trabalho e seu papel nas organizações

Quando se fala em processos de trabalho e a forma que os mesmos são introduzidos dentro do ambiente organizacional, se tem na segurança no trabalho fator essencial, visto que, segundo (Mendes; Wunch, 2007, p. 19) “passa a ser incluso no ambiente organizacional, políticas e processos voltados à segurança do trabalhador, como também, as bases para o sucesso organizacional”.

Tendo isso em vista Chiaventato, (2002, p.438) afirma que:

“Segurança no Trabalho é um conjunto de medidas técnicas educacionais, médicas e psicológicas empregadas para prevenir acidentes, quer eliminando as condições inseguras do ambiente quer instruindo ou convencendo as pessoas da implantação de práticas preventivas”.

A segurança no trabalho torna-se assim, parte fundamental dentro do contexto de formação das organizações modernas, sendo considerada ferramenta norteadora dos processos gerenciais, operacionais e assim, na construção de todo um ambiente saudável para se trabalhar. Acaba-se assim, por se construir as bases de formação das instituições, tomando a segurança no trabalho como um dos principais pilares de sustentação no que concerne as empresas e seus processos (CARDELLA, 2007, p. 31).



Desta forma grande valia, que se compreendam de maneira ampla as políticas, estratégias e ferramentas aplicadas pela segurança no trabalho nos processos produtivos hoje desenvolvidos, contextualizando questões essenciais e metodologias a serem seguidas.

2.2.1 Políticas e estratégias utilizadas nos processos produtivos

Segundo Silva (2004, p. 18), quando se tem como campo de análise as políticas e estratégias voltadas à segurança no trabalho e os processos produtivos, se tem um amplo campo de estudo, que perpassa por “características gerais e legislação atuante, buscando compreender fatores influenciadores e questões que levam ao bem-estar do trabalhador. Indo nessa direção as políticas aplicadas e voltadas aos processos produtivos, são embasadas em combater os mais variados riscos, atos inseguros e os limites suportados pelo trabalhador, buscando oferecer as bases de segurança ao trabalhador nos mais variados processos laborais.

Tendo isso em vista, Silva (2004, p. 03) destaca ainda:

“Tendo a legislação brasileira como base, percebe-se que a mesma encontra-se embasada na dicotomia entre fatores humanos e ambiente de trabalho. Tendo por base, os riscos, os atos inseguros, o risco aceitável, os limites suportáveis pelo trabalhador, em geral, são caracterizados dentro das empresas e está tensionado pela necessidade de se reduzir o número de acidentes a qualquer custo”.

As políticas vigentes buscam assim, estudar e agir diretamente na relação fatores humanos x ambiente de trabalho, buscando nortear as dinâmicas de produção e a forma que são aplicadas, partindo das condições de trabalho e o modo de vida do trabalhador, sendo fontes essenciais na compreensão do processo de saúde, adoecimento e morte do trabalhador (CARDELLA, 2007, p. 32).

Pode assim ser percebido, que as políticas voltadas aos processos de produção têm seu foco no combate ao acidente no ambiente de trabalho, se relacionando diretamente com a segurança e saúde no ambiente laboral e assim, na forma que o mesmo será implementado nas organizações. Tendo isso em vista, a legislação voltada ao acidente no ambiente laboral tem sua base de formação na Constituição Federal do Brasil de 1988 em seu artigo 7º que destaca quanto o acidente no trabalho e os direitos legais do trabalhador:

[...]

XXII - redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança;

XXVIII - seguro contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa;

XXXIII - proibição de trabalho noturno, perigoso ou insalubre aos menores



de dezoito anos e de qualquer trabalho a menores de quatorze anos, salvo na condição de aprendiz;

XXXIV - igualdade de direitos entre o trabalhador com vínculo empregatício permanente e o trabalhador avulso; [...]

Assim segundo Cardella, (2007) são instituídas, medidas e ações que busquem assegurar ao trabalhador direitos legais, que vão desde questões básicas como saúde, higiene e segurança, até chegar a questões indenizatórias e voltadas à previdência, pontos esses tão essenciais no contexto atual. Seguindo todo contexto de análise, não se pode esquecer de um dos principais marcos na consolidação de políticas e legislações voltadas a segurança do trabalhador nos processos de produção, que foi a aplicação e Consolidação das Leis Trabalhista – CLT. As empresas devem assim, estarem atentas ao seu ambiente laboral, criando estratégias que visem à construção de estruturas marcadas pela saúde e segurança no trabalho, como também, pela aplicação de medidas que tenham na legislação vigente seu ponto de formação. Destacam-se assim, como principais estratégias a serem instituídas visando o combate aos acidentes no ambiente de trabalho e de certa forma, melhoria dos processos de produção de acordo com Mendes e Wunsch (2007, p. 25) os seguintes pontos:

- Visão prevencionista;
- Criação de normas e processos de trabalho;
- Criação de programas educativos, que visem esclarecer para o trabalhador o risco inerente ao trabalho;
- Concepção de forma clara, das políticas e legislação vigente

A partir das ações acima citadas, começa-se assim, a serem instituídas metodologias e formas de se trabalhar, tendo como estratégia central, “a segurança nos processos de produção, a partir de ações efetivas, conciliado a políticas e legislação vigente no ambiente organizacional” (MENDES, 2003, p. 31).

2.2.2 Características e ferramentas aplicadas pela segurança no trabalho nos processos produtivos

A segurança no trabalho busca instituir, ações de promoção e plena aplicação da saúde no ambiente organizacional, instituindo de maneira direta metodologias que tenham como foco, o enfrentamento dos mais variados condicionantes que levam a risco no ambiente de trabalho. Percebe-se assim, como principais características do mesmo no que se refere aos processos de trabalho, a aplicação de ações concisas, destacando-se de acordo com LLORY (1999, p. 27):



- Auxílio a prevenção de acidentes;
- Identificar falhas de segurança no ambiente de trabalho;
- Encontrar soluções para minimizar riscos;
- Atuar como assessoria na prevenção de acidentes.

São assim instituídas ações amplas, que busquem ver a organização e seus processos de produção de maneira diversificada, englobando ações de prevenção, que tenham como intuito a diminuição dos riscos inerentes ao trabalho e assim apontando, medidas de melhoria e correção a serem feitas.

A prevenção de acidentes acaba por se tornar uma das principais características, pois será ela o primeiro passo na composição de ações e processos voltados a segurança no trabalho nas funções de produção, principalmente no contexto hoje percebido, marcado pelo desgaste físico e mental.

Tendo isso em vista, Cardella (2007, p. 25) destaca:

“A redução dos acidentes é um dos mais fortes desafios à inteligência do homem. Muito trabalho físico e mental e grandes somas de recursos tem sido aplicados em prevenção, mas os acidentes continuam ocorrendo, desafiando permanentemente todos os esforços”.

Percebe-se assim, que as empresas devem estar sempre atentas aos processos e ferramentas utilizadas quando se fala em segurança e saúde no ambiente de trabalho, atentando-se para o contexto humano, isto é, para as pessoas que compõem as organizações, seus conceitos e características próprias, buscando implantar na mente de cada um dos indivíduos, a importância de se prevenir o acidente no ambiente de trabalho. Vale ressaltar, que a segurança no trabalho quando se fala dos processos produtivos, enfrenta desafios imensos, destacando-se: “o excesso de confiança, insubordinação, cansaço, criação de atalhos na atividade a ser exercida, dentre outros fatores, todos relacionados ao contexto humano” (LLORY, 1999, p. 43; SILVA, 2004, p. 39).

Para evitar tais situações quando se fala da relação colaborador x segurança no trabalho, Machado e Minayo (1995, p. 19) destaca:

“Devem ser criadas regras na organização as quais impõem aos colaboradores a utilização dos equipamentos de segurança, é o caso da suspensão, advertência e até multas, quando não fazem uso dos equipamentos de segurança. É preciso fazer esse tipo de abordagem porque muitos ainda não tem consciência dos riscos e do que pode causar um acidente não só em sua vida, como; ficar com limitações físicas, dores, incapaz de exercer as atividades por certo período, bem como pode afetar a vida de seus familiares, que podem ficar desamparados”.



Começa-se assim, a ser utilizado uma das principais ferramentas quando se fala na segurança no ambiente de trabalho e assim as relações de produção, que é o processo de vigilância e constante controle dos processos de segurança, assegurando de maneira plena, profissionais protegidos e um ambiente de trabalho saudável (MELO, 2004).

A aplicação de ferramentas de prevenção acaba por se tornar parte central, trabalhando assim a mente humana e entendendo como a mesma funciona, combatendo assim, erros, vícios e riscos futuros inerentes ao ambiente das organizações, com destaque ao campo de produção.

2.3 Qualidade total, saúde e segurança no trabalho

Quando se fala em processos produtivos e ferramentas gerenciais voltadas a segurança e saúde no trabalho, se tem uma imensidão de fatores envolvidos que vão desde metodologias, ferramentas aplicadas e questões norteadoras do processo de atuação do colaborador no ambiente organizacional o que irá definir como as ações serão aplicadas e assim exercidas. Tendo isso em vista a qualidade total surge como parte essencial, visto que, busca sensibilizar a todos, mas principalmente, criar em todos os colaboradores atitudes e características a favor da produtividade com qualidade, conciliando metodologias de trabalho que visem o bem-estar dos colaboradores ao mesmo tempo em que busca a constante melhoria das instituições, tendo na segurança no trabalho a base de seu desenvolvimento (OAKLAND, 1994, p.52)

2.3.1 A importância da segurança no trabalho na melhoria das organizações

Quando se fala da relação segurança no trabalho x melhoria das organizações, se tem como base e reflexo principal, a criação de diferenciais competitivos, que transformarão de maneira ampla o contexto de funcionamento das empresas, como também, a forma que os colaboradores serão percebidos e assim valorizados.

A segurança no trabalho surge assim como diferencial de grande valia, instituindo processos e metodologias de trabalho baseadas na construção de um ambiente organizacional saudável para todos e pautado em normas e regras que tenham como foco o bem-estar do colaborador, mas principalmente, a construção de processos produtivos e éticos.



A segurança no trabalho possui múltiplas influências quando se fala do contexto organizacional, trazendo assim, novos processos e ações voltadas ao colaborador, influenciando em suas motivações e vontade de executar as atividades exigidas por sua função. Precisa-se assim, estar sempre atento a segurança no contexto organizacional no que concerne os processos de produção, construindo de certa forma um tripé essencial, formado em um contexto amplo de acordo com Oliveira, (2010) pela qualidade de vida x segurança no ambiente organizacional x produtividade. Vale ressaltar, que tais pontos serão essenciais para a constituição de ações pautadas pelo sucesso. Devem assim ser instituídas as seguintes ações de acordo com Pacheco Jr (1995, p. 21):

- Implantação de uma política de segurança com qualidade;
- Disseminar a importância da prevenção de acidentes através de treinamentos;
- Implantar programas sociais e familiares;
- Enfatizar o valor da vida entre as equipes

Tendo isso em vista, os pontos anteriormente citados, buscam ver a segurança no ambiente de trabalho como um todo, trabalhando políticas aplicadas, medidas voltadas a prevenção, desenvolvimento de programas e assim, empregando dentro do contexto organizacional, uma cultura que veja a segurança no trabalho como fator essencial para o crescimento.

2.3.2 A segurança no trabalho e seu papel na qualidade total

Quando se remete ao ambiente organizacional e suas mais variadas características, tem-se na aplicação da segurança no trabalho fator essencial, contribuindo na formação de processos e metodologias de trabalho, que vejam a relação entre o ambiente das empresas e seus colaboradores, fator central. Chegasse assim, a uma das principais ferramentas hoje aplicadas, a “qualidade total”, com papel de excelência, busca instituir políticas voltadas à qualidade e suas mais variadas nuances, empregando processos voltados à qualidade de vida e melhoria constante das ações empregadas, principalmente no que se refere aos colaboradores (OAKLAND, 1994, p.67)

Tendo isso em vista Oakland (1994, 30) destaca sobre a qualidade total:

“A qualidade total contribui para melhores resultados da empresa, mas deve igualmente contribuir para melhorar o bem estar e a condição de vida das pessoas; transformar os locais de trabalho em lugares mais seguros; melhorar a satisfação das pessoas com o trabalho e torná-las mais comprometidas, oferecendo oportunidades para o crescimento pessoal, profissional e social. A proposta subjacente é de que ao atingir um maior índice de satisfação consequentemente conseguirá maior envolvimento dos colaboradores com os

objetivos da empresa. E este envolvimento é um elemento fundamental para o aumento da produtividade da organização”.

A qualidade total passa assim a ser vista, como ferramenta indispensável, tendo papel de atuação nos resultados a serem obtidos, mas principalmente, na constante melhoria das instituições e das condições de trabalho a que todos são expostos, trabalhando lado a lado com a segurança e saúde no ambiente laboral. As empresas devem assim, estarem atentas às políticas de gestão da qualidade, empregando processos e ferramentas que vejam as organizações como um todo, pois como afirma Pacheco Jr (1995, p. 29) “as políticas de qualidade nas empresas, implicam pensar na qualidade de vida de seus trabalhadores, no efetivo exercício de seus direitos trabalhistas, consolidando cada vez mais as instituições da sociedade para afirmação do processo democrático na sociedade brasileira”.

Partindo assim de tais informações, que colocam a segurança no ambiente laboral e a aplicação da qualidade total como bases essenciais no contexto das empresas modernas, Melo (2004, p. 30) destaca como principais contribuições os seguintes pontos:

- Melhoria contínua dos processos voltados à segurança no trabalho;
- Zero defeito, principalmente quando se fala nos processos de produção;
- Gestão participativa;
- Ênfase em treinamento e desenvolvimento de medidas que olhem a segurança no trabalho como ferramenta de crescimento;
- Preocupação com liderança;
- Motivação e comprometimento, aliadas a uma visão estratégica sustentada em processos de planejamento.

Todos os pontos vistos, como fatores essenciais na plena aplicação da segurança no ambiente de trabalho e assim, na criação de medidas que tenham na qualidade sua característica principal, tornando-se assim de grande valia, que se discuta cada um dos pontos acima citados, demonstrando sua importância e papel no contexto atual.



2.3.3 Visibilidade de organizações que primam por segurança no trabalho

Visto como primordial na relação segurança e qualidade total, a instituição de processos que tenham como característica principal a “melhoria constante”, implantar uma política com qualidade e propagar sua importância na prevenção de acidentes por meio de treinamentos, implantar programas sociais favorece um custo benefício à segurança e saúde no trabalho bastante satisfatório. Segundo publicação do jornal The Economist de junho de 2014 relacionou oito aspectos em que a aplicação da matéria aponta vantagens competitivas das empresas que mantem investimentos em ações. a figura 02 ilustra essas ações em um gráfico.

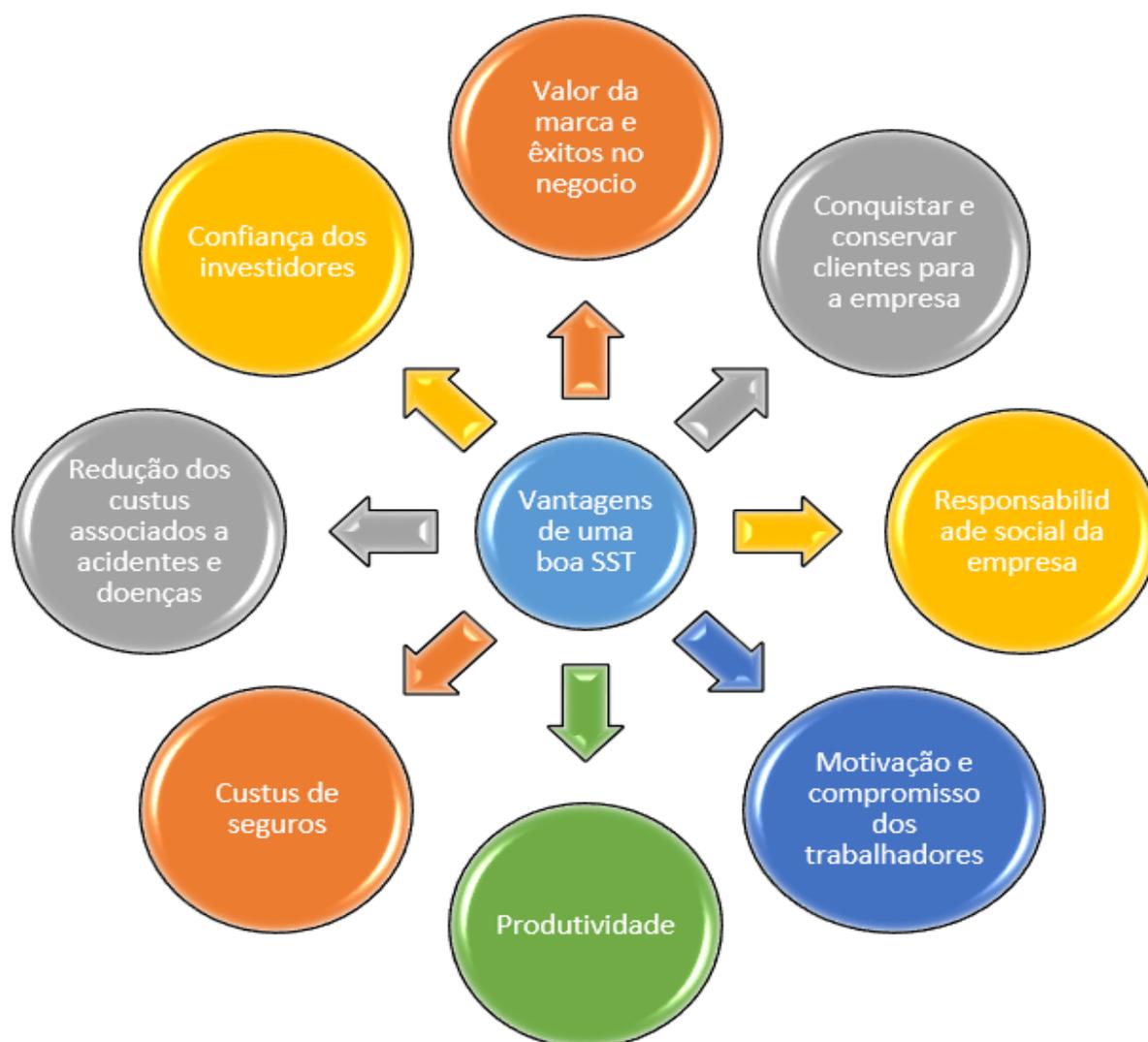


Figura 1 – Os oito aspectos que a segurança e saúde no trabalho que influenciam positivamente na competitividade de uma empresa

Fonte: Os autores (2019) adaptada do jornal The Economist

Sendo assim, que a união da segurança no trabalho juntamente com a qualidade total, traz novas perspectivas e características ao ambiente das organizações, revolucionando toda a forma de trabalho e como serão dispostos, partindo do preceito de que, os colaboradores são parte fundamental e devem ter seus direitos legais respeitados. De maneira conclusa, pode ser percebido o papel de importân-

cia que a segurança e saúde possuem no contexto das organizações, empregando ferramentas e políticas de gestão que tenham no bem-estar e qualidade de vida do trabalhador a base na construção das mais variadas ações, o que irá gerar resultados relevantes e de grande importância nos dias atuais.

3. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura no qual foi realizado consultas a livros, dissertações e por artigos científico selecionados através de buscas nas seguintes bases de dados (livros, sites de bancos de dados (Cardella 2007, Mendes 2003, Miranda 1998, Pacheco Jr 1995, Oakland 1994)). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 15 anos.

4. CONCLUSÃO

Partindo de todas as informações dispostas deste trabalho, percebeu-se o quanto se faz importante a segurança no trabalho como pilar dos processos produtivos, sendo visto de maneira ampla, como a base na construção de ações efetivas e assim, na construção de ambientes de trabalho preparados e voltados a segurança e bem-estar do trabalhador. A segurança no trabalho passa assim a trazer uma maior dinamicidade e efetividade aos processos empregados, contribuindo na contextualização das ações de produção e assim, como os mesmos serão executados, se refletindo no sucesso organizacional. Pode-se, portanto, dizer que sem a segurança no trabalho como pilar de sustentação dos processos de produção, se torna deficitária a aplicação e execução das mais variadas ferramentas e leis instituídas voltadas ao trabalhador e seu contexto de segurança e saúde, visto que, o mesmo influencia na formação de ações, promoções, reconhecimento e aplicação de metodologias e ferramentas de trabalho, mas principalmente no trazer ao contexto organizacional ferramentas de segurança e saúde ao trabalhador, transformando os processos produtivos, que passam a ser melhor executados, se refletindo em eficiência na produção e em contrapartida, em ambientes adequado a todos.

Tendo isso em vista, quando se fala em segurança no trabalho e toda sua influência nos processos produtivos, tem-se um contexto amplo de análise, que perpassa por culturas instituídas, objetivos organizacionais, foco, relacionamento empresa x colaborador, mas principalmente, na construção de ambientes de trabalho que vejam o colaborador como parte essencial e atuante nos mais variados processos empregados. Partindo deste ponto, que fala da segurança no trabalho e sua influência nos processos de produção, foi percebível dentro do contexto de análise e assim, de toda a pesquisa feita, a importância que o mesmo possui, influenciando de maneira direta nos processos de produção e como os mesmos são



executados, na composição de medidas voltadas a atenção e segurança do trabalhador, na configuração de estratégias, mas principalmente, na construção de um relacionamento ético e saudável entre as mais variadas empresas e seus colaboradores, tendo como base de ação a saúde e segurança.

Nessa pesquisa, verificou-se também, que a segurança no trabalho busca introduzir no ambiente laboral, as mais variadas políticas e leis inerentes ao trabalhador, caracterizando medidas e fatores essenciais que possuem como intuito, a construção de ambientes de trabalho saudáveis e voltados ao colaborador, influenciando em toda realidade presenciada e assim, contribuindo na formação de ações efetivas e que não apenas influenciem na segurança e saúde, mas também, em todo contexto de produção. Torna-se assim relevante lembrar, que todo o percurso monográfico desenvolvido, teve como problemática, perceber dentro do contexto mercadológico hoje evidenciado, qual a relevância das medidas voltadas a segurança no trabalho nos processos de produção, evidenciando características e questões gerais.

Com base nisso, foi feito uma análise do trabalho teórico sobre a segurança no trabalho e sua importância nos processos produtivos, evidenciando avanços desenvolvidos e impactos percebidos, sendo destacado um crescimento na aplicação de ações voltadas à segurança no trabalho dentro das organizações, demonstrando sua aplicabilidade e influencia no processo de construção da segurança e saúde, sendo lembrado, que muito ainda precisa ser feito, principalmente quando se fala na realidade que compreende as organizações. Seguindo essa linha de análise, foi perceptível durante todo processo de pesquisa, que mesmo com muitas melhorias a serem feitas tendo em vista, o processo de aplicação da segurança nos processos produtivos, a ação de fiscalização tem papel de destaque, influenciando assim, na plena aplicação das leis e assim, a instituição de estratégias efetivas, que sirvam de diferencial em um mercado tão competitivo.

Assim, foi ressaltado em todo o processo de pesquisa, a importância da segurança no trabalho e suas mais variadas nuances, trazendo diretamente avanços em todos os processos desenvolvidos, implantação de ferramentas essenciais, além, da criação de um ambiente laboral marcado pelo bem-estar dos colaboradores. Dessa maneira, a segurança no trabalho passa a ser vista como um diferencial, atuando diretamente nos mais variados processos e setores das organizações, contextualizando processos e formas de atuação, se refletindo diretamente nos processos produtivos e como os mesmos serão aplicados. De maneira conclusiva, a segurança no trabalho é vista como essencial no desenvolvimento das organizações, principalmente no que concerne seus processos produtivos, influenciando na gestão empregada, aplicação de ferramentas e total atenção a todos os envolvidos, contribuindo na execução de processos e efetividade dos mesmos, o que evidencia seu papel de importância.



Referências

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.
- CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: Uma abordagem Holística**. 1º ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LLORY, M. **Acidentes industriais: o custo do silêncio – operadores privados da palavra e executivos que não podem ser encontrados**. Tradução de Alda Porto. Rio de Janeiro: MultiMais/Funenseg, 1999.
- MACHADO, J. M. H.; MINAYO-GOMEZ, C. **Acidentes de trabalho: concepções e dados**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco, 1995.
- MELO, R. R. **Qualidade de Vida no Trabalho e os Programas de Qualidade Total nas Empresas**. Estudo de Caso numa Indústria de Curtume. Campinas, 2004. 121p.
- MENDES, J. M. R. WUNSCH, D. S. **Elementos para uma nova cultura em saúde e segurança no trabalho**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 2º ed. 17 – 36. 2007.
- MENDES, J. R. M. **Acidente de trabalho**. In: CATTANI, A. D. (Org.). Trabalho e tecnologia: dicionário crítico. Petrópolis/ Porto Alegre: Vozes/Editora da Universidade, 2003.
- MIRANDA, C. R. **Introdução à saúde no trabalho**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1998.
- PACHECO JR, Waldemar. **Qualidade na Segurança e Higiene no Trabalho: série SHT 9000, normas para a gestão e garantia da segurança e higiene do trabalho**. São Paulo: Atlas, 1995, 118 p
- OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da Qualidade Total: TQM**. São Paulo: Nobel, 1994, 459 p.
- OLIVEIRA, A. B. **Gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas: um estudo para identificar boas práticas**. Prod. v. 20, n. 3, p. 481-490, 2010.
- SAAD, E. G. (Org.). **Introdução à segurança do trabalho: textos básicos para estudantes de engenharia**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1981.
- SILVA, K. P. **Segurança no trabalho: uma ferramenta competitiva**. XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Piauí: 2004.



**GESTÃO E SEGURANÇA AMBIENTAL:
UM ESTUDO TEÓRICO SOBRE O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A
SEGURANÇA AMBIENTAL GLOBAL**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND SAFETY: A THEORETICAL STUDY
ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ITS IMPLICATIONS FOR
GLOBAL ENVIRONMENTAL SAFETY

**Creonis Vaz Freire
Leandro Brandão Braga
Ronilson Ramos de Aquino Junior**

Resumo

Este estudo traz reflexões acerca da definição de Desenvolvimento Sustentável (DS) assim como sua importância para a preservação ambiental associado à Educação Ambiental (EA). Primeiramente, é pontuado o contexto histórico da gestão ambiental para então tratar sobre os conceitos de DS e sua evolução ao longo dos anos. Ao decorrer dos capítulos explicita-se a importância de ações sustentáveis para a segurança ambiental global. O objetivo da pesquisa foi o de investigar, por meio de revisão bibliográfica, as perspectivas acerca dos atributos e implicações socioambientais do DS como mecanismo de contribuição para a conservação do meio ambiente. Além disso, buscou-se trazer discussões sobre conceitos e políticas ambientais discutidas nos encontros governamentais, de cunho ambiental, realizados mundialmente apresentando suas principais contribuições para que o DS e EA sejam pontos centrais nas questões ambientais. As discussões nacionais e internacionais, em prol do meio ambiente, redirecionaram os paradigmas da relação entre sociedade, homem e as atividades econômicas reforçando a importância de uma relação saudável e sustentável.

Palavras chave: Desenvolvimento Sustentável, Educação Ambiental, Gestão Ambiental.

Abstract

This study brings an analysis of the definition of Sustainable Development (SD) as well as its importance to environmental preservation associating it to Environmental education (EE). Firstly, it is presented the historical context of environmental management in order to explore the definition of SD and its evolution throughout the years. In the next chapters will be explicit the importance of sustainable actions to global environmental safety. This research aims to investigate, using bibliographic references, the prospect of the attribute and implications socio-environmental of SD as a contributing mechanism to the preservation of the environment. In addition, an analysis of the definitions and policies presented by the government in meetings regarding environmental matters that took place worldwide where the discussion contributes to bringing DS and EE to a central point of relevance. National and International discussions on the environmental matter change the paradigms of its relation with society and its economic activities emphasizing the importance of a healthy and sustainable relationship.

Key-words: Sustainable Development, Environmental Education, Environmental Management.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos assuntos que vêm gerando destaque na sociedade é o meio ambiente. As empresas começaram a ter uma maior preocupação com as consequências de seus processos produtivos, ou seja, à garantia de que seus efluentes líquidos, seus resíduos sólidos e emissões atmosféricas não prejudiquem o meio ao seu redor. Pontua-se que a preocupação não apenas ecológica, mas sobretudo acerca dos impactos ambientais na vida social ganhou força nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, dentre elas a Eco 92 e demais encontros internacionais com o intuito de regular e evitar que danos ambientais maiores fossem cometidos.

Nesse sentido, destaca-se que uma série de ações desencadeadas dessa preocupação resultaram em legislações, documentos, tratados com a finalidade de estabelecer alternativas e medidas voltadas para a minimização de tais impactos ao meio ambiente. Diante disso, ressalta-se que o Brasil embora possua legislações específicas para a regulação do meio ambiente, para a gestão sustentável dos recursos provenientes da natureza, ainda necessita de mecanismos que sejam capazes de normatizar o setor de mineração.

Sendo assim, apresenta-se ao longo deste projeto a proposta de investigação acerca do licenciamento pertinente ao setor de mineração, isto por se tratar de algo que é de fundamental importância para a sociedade. Para tanto, apresenta-se o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa, a fundamentação teórica, bem como o percurso metodológico e cronológico para realização da investigação.

2. PROBLEMA

A questão ambiental tem conquistado mais espaços, tendo em vista que ela é fundamental para a manutenção da vida humana no planeta. Nessa perspectiva, sabe-se que a preservação do meio ambiente é extrema importância para a sobrevivência dos seres vivos no planeta. Os seres humanos sobrevivem da natureza, pois se alimentam de plantas e carne, bem como utilizam água para beber e fazer diversas atividades do dia a dia. Nesse sentido, faz-se o seguinte questionamento: Será que é possível pensar a sustentabilidade como um atributo indispensável para a manutenção da segurança ambiental global?

3. OBJETIVO GERAL

Investigar as perspectivas acerca dos atributos e implicações socioambientais do desenvolvimento sustentável como mecanismo capaz de contribuir com a segurança ambiental global.

3.1 Objetivos Específicos

- a) compreender e contextualizar historicamente a gestão ambiental;
- b) contextualizar desenvolvimento sustentável, bem como evidenciar seus aspectos teórico-conceituais;
- c) discutir as perspectivas acerca do desenvolvimento sustentável, e se este de fato contribui para a segurança ambiental global.

4. JUSTIFICATIVA

Sabe-se que a sociedade, começou a ter uma maior preocupação com as consequências de seus processos produtivos, ou seja, à garantia de que seus efluentes líquidos, seus resíduos sólidos e emissões atmosféricas não prejudiquem o meio ao seu redor. Nesse sentido, é de grande relevância que se discuta os aspectos que circundam o desenvolvimento sustentável, sobretudo dando ênfase as ações mais recentes com a finalidade de conservar o meio ambiente.

Nessa assertiva, pontua-se que a preocupação não é apenas ecológica, mas sobretudo acerca dos impactos ambientais na vida social. Essa temática ganhou força nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, e debates sobre questões ambientais ganharam espaço como a Eco 92 e demais encontros internacionais, que tinham o intuito de regular e evitar que danos ambientais maiores fossem cometidos.

Com isso, refletir sobre tais medidas é essencial para os profissionais do campo da Engenharia Ambiental, uma vez que se trata de profissionais que têm como missão atuar de modo ostensivo e sistemático junto às questões ambientais.

Além disso, a presente pesquisa torna-se relevante, uma vez que tratar-se-á de uma importante fonte de informações para os profissionais da Engenharia Ambiental, servindo como subsídio em seu processo formativo, quanto para os engenheiros já inseridos no mercado de trabalho.



5. METODOLOGIA

A realização de todo e qualquer trabalho de caráter científico ou não, desprende-se da necessidade que o indivíduo tem na busca por conhecimentos, na perspectiva de compreender acerca daquilo que ainda não tem total domínio. Ressalta-se que a pesquisa é o meio que se tem não apenas para a aquisição de novos saberes, mas sobretudo o caminho para promover a transformação da sociedade e de todos que dela fazem parte.

Nessa perspectiva, Minayo (2011, p. 17), acentua que é a pesquisa que, “[...] alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação.” Trigueiro *et al* (2014, p. 4), corrobora, afirmando que a pesquisa científica, corresponde a “[...] toda atividade realizada para se descobrir a resposta de alguma indagação que temos a respeito de um assunto. Para obter a resposta, precisamos utilizar alguns meios que têm respaldo nas ciências [...]”.

Deste modo, faz-se necessário a adoção de mecanismos que subsidiem e validem as informações, os conhecimentos gerados com a realização da pesquisa. Nessa direção, Moresi (2013), ressalta que a metodologia da pesquisa, nada mais é o estudo, responsável por relacionar a partir da construção de instrumentos de captação ou veracidade. Tem como objetivo determinar formas, maneiras ou procedimentos para chegar a um determinado objetivo.

Diante disso, é essencial que seja caracterizado e descrito, todo o percurso metodológico para a realização do estudo, uma vez que, o pesquisador dedicar-se-á a tais elementos no processo de realização do estudo, bem como na análise de seus resultados. Deste modo, Prodanov e Freitas (2013), evidenciam que é primordial que sejam delineados os critérios, os métodos, os instrumentos, bem como os enfoques que nortearão o estudo.

Partindo de tais pressupostos, destaca-se que este estudo, é um estudo empírico, tendo em vista que este visa a geração de novos saberes, bem como contribuir com a solução de determinadas problemáticas presentes na sociedade. De caráter exploratório, tendo em vista que “[...] tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa [...]” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 52). E também descritivo, partindo do ideal de que as pesquisas descritivas, são responsáveis pela descrição das “[...] características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis.” (TRIGUEIRO *et al*, 2014, p. 23).

Como instrumento de coleta de dados, o estudo utiliza da pesquisa bibliográfica, que por sua vez é realizada com base em materiais já produzidos, tais como

Livros, artigos científicos, Dissertações, Teses, Trabalhos de Conclusão de Curso, bem como materiais disponibilizados em bases de dados, entre elas Scielo, Google Acadêmico, dentre outras (GIL, 2008).

Quanto a sua abordagem, será a qualitativa, cuja abordagem “[...] é basicamente aquela que busca entender um fenômeno específico em profundidade. [...]” (TRIGUEIRO et al, 2014, p. 18), tal pesquisa permite o aprofundamento na análise dos aspectos estudados, bem como maior compreensão do fenômeno ao mesmo tempo que tem o ambiente natural como a fonte direta para coleta de dados, pois, “[...] pedem descrições, compreensões e análises de informações, fatos, ocorrências que naturalmente não são expressas por números.” (MARTINS; TEOPHILO, 2007, p. 135).

6. REFERENCIAL TEÓRICO

A expressão gestão ambiental não é um conceito que representa novidade à sociedade. A interação entre homem e meio ambiente sempre existiu, no entanto, com o passar dos anos, a acumulação de resíduos, poluição do ar e água que foram e são consequências da irresponsabilidade humana, começaram a ganhar mais atenção.

Em virtude das ações descomedidas, levantamentos quanto aos efeitos e soluções para esses problemas têm conquistado mais espaços, dado que o meio ambiente é indispensável para a manutenção da vida.

Questões acerca da consciência ambiental surgiram nas décadas de 60 e 70 e vêm ganhando maiores proporções neste século, já que o meio ambiente passou a ser um paradigma fundamental para ações socioeconômicas modernas.

Barboza (2000, p.15) alega que “na nova cultura, a fumaça passou a ser vista como anomalia e não mais como uma vantagem ou sinal de progresso”, ou seja, a população passou a perceber que a cuidado ambiental também significa preservação da vida. Segundo Weber (1999), as primeiras marcas de destruição ambiental foram iniciadas com a extinção de animais, desmatamento, destruição dos alimentos, através do uso de inseticidas, poluição do ar e dos corpos hídricos, efeito estufa, dentre outros; reflexos do padrão de desenvolvimento, isto é, o lucro passou a ser o único objetivo a ser alcançado, mesmo que estes gerassem danos ambientais.

Philippi et al (2004 apud MARTINS; SILVA, 2014, p. 3) afirma que o padrão de consumo das economias mundiais é um dos fatores que mais gera a degradação ambiental e esgotamento do estoque dos bens naturais, pois a utilização indevida deles, tendo-os como inesgotáveis, foi o que motivou o crescimento industrial. No entanto, essa ideia tem sido combatida pela conscientização populacional em



compreender que o meio ambiente natural é a base fundamental para atividades econômicas e que a falta dos recursos naturais afetará significativamente o sistema econômico, social e ambiental.

A questão ambiental tem conquistado mais espaços, tendo em vista que ela é fundamental para a manutenção da vida humana no planeta. Nessa perspectiva, sabe-se que a preservação do meio ambiente é extrema importância para a sobrevivência dos seres vivos no planeta. Os seres humanos sobrevivem da natureza, pois se alimentam de plantas e carne, bem como utilizam água para beber e fazer diversas atividades do dia a dia.

A sociedade passa, então, a buscar medidas para estagnar a crise ambiental suscitada ao longo dos anos, assim, os sistemas econômicos passaram a tomar medidas para minimizar o descaso com os recursos naturais visando a restauração da condição de vida, mas a demanda de uso dos recursos ambientais, para fins industriais, permanece em continuo aumento, entretanto, estes passaram a ser valorizados. Logo, à medida que a sociedade conscientizou-se que a conservação ambiental é importante para o bom desenvolvimento ambiental mundial, sistemas ambientais começaram a ser implantado.

A Constituição Federal Brasileira (abril/1999) dispõe, no artigo 225, que o bem ambiental é difuso, uma vez que o meio ambiente é de uso coletivo, sendo assim, todos têm o direito a um ambiente equilibrado ecologicamente, pois isso é essencial para a qualidade de vida. Logo, compete ao poder público e população defendê-lo e preservá-lo para as gerações futuras.

Tão logo, destaca-se que proteger o meio ambiente não está restrito apenas a Mata Amazônica, mas sim todos os locais onde existe vida. Portanto, todos podem fazer sua parte, por meio de ações que inicialmente podem parecer simples, todavia, fazem grande diferença, tais como a realização da coleta seletiva em suas residências, na perspectiva de reduzir cerca de 40% de todo o lixo que é produzido, que tem como principal destino os aterros sanitários que com o passar do tempo, também passaram a se tornar grandes problemas para inúmeras cidades. (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013).

Deste modo, a preocupação com as questões ambientais não deve partir apenas de uma parcela da sociedade, mas ser uma luta conjunta, no sentido de salvar o planeta, sendo assim é fundamental, a participação de todos, e sobretudo de diferentes tipos de profissionais, inclusive os engenheiros de controle e automação, participando por meio do desenvolvimento de mecanismos que contribuam de alguma forma para ter um planeta melhor por mais tempo.

Nessa assertiva, é fundamental que todos façam sua parte, e algo que tem funcionado de forma positiva, no que diz respeito aos resíduos gerados pelas residências, está a realização da separação correta do lixo. Que consiste na separação do lixo que pode ser reciclado do orgânico (não reciclável), mostrando-se como

uma medida rápida e simples, que contribui de modo pontual, e ajuda diminuir em até 40% a quantidade de material que vai parar nos lixões (MUCELÍN; BELLINE, 2008).

Um exemplo de material reciclável é a garrafa pet que ao ser descartada de forma inadequada nas ruas, pode causar vários problemas quando somadas com outras centenas ocasionando enchentes pelo entupimento de valas e vielas de escoamento de águas pluviais, também podem impactar na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* responsável pela transmissão de doenças como a dengue, Zica, febre amarela e *Chikungunya*. (MUCELÍN; BELLINE, 2008).

Diante disso, a sociedade e sobretudo o Estado, tem se preocupado, não apenas com a gestão, mas com a destinação de todos os resíduos e efluentes gerados. Nessa perspectiva, Governos e ONGs de todos os cantos do mundo vêm se reunindo desde do início do século 21, afim de firmar acordos ambientais para que todos os países diminuam os lançamentos de poluentes no ecossistema. Entretanto estes encontros como o RIO+20 não tem alcançado os resultados esperados. (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013).

Uma gama de termos tem ganhado mais espaço e se tornado o centro de inúmeras discussões nas últimas décadas. Termos como sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, embora muito comuns no âmbito científico e político, enfrenta os mesmos problemas em termos de definição e conceituação. Na própria literatura são encontrados conceitos distintos acerca dessas categorias, e conforme esclarece Feil e Schreiber (2017) relacionados diretamente com desenvolvimento sustentável.

Nessa assertiva, de acordo com Oliveira (2011) a busca por conceituar desenvolvimento sustentável vem desde as primeiras movimentações ocorridas ainda na década de 1970. Naquela época, a questão ambiental já era objeto de preocupação, gerando assim uma série de publicações e iniciativas, cuja atenção precípua era a forma como os recursos ambientais estavam sendo explorados de modo inconsequente e irresponsável. Sendo assim, a preocupação estava sobretudo no “[...] desenvolvimento econômico e o crescimento da preocupação global quanto aos objetivos do desenvolvimento e limitações ambientais.” (OLIVEIRA, 2011, p. 12).

Sendo assim, diante dos grandes debates ocorridos entre as décadas de 1960 e 1970, fruto dos reflexos da evolução da sociedade, esta, marcada pelo crescimento notável da economia, das indústrias, responsáveis tanto por modificar o modo de vida das pessoas, quanto por instaurar um verdadeiro desequilíbrio ambiental. Assim sendo, não apenas os bens naturais, mas a vida e a segurança do planeta ficaram ameaçados, e, segundo Feil e Schreiber (2017, p. 670) foram os insumos necessários para “[...] a inspiração à concepção do desenvolvimento sustentável, para equilibrar os limites do crescimento e a necessidade de desenvolvimento.”



Nessa direção, Carvalho *et al* (2015) afirmam que a conceituação de desenvolvimento sustentável fora estabelecido mundialmente no ano de 1987, com a publicação do relatório de Brundtland, este resultado das análises realizadas pela então Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1983 pela Organização das Nações Unidas (ONU) e fora criada com “[...] o propósito de desenvolver o crescimento econômico e superar a pobreza dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.” (CARVALHO *et al*, 2015, p. 110).

Prossegue-se então acentuando que o termo se tornou ainda mais popular entre as décadas de 1980 e 1990 como acentua Pisani (2006). Feil e Schreiber (2017) complementam dizendo que a Comissão de Brundtland ficou incumbida de estimular a busca por expandir os aspectos qualitativos das legislações responsáveis por nortear os aspectos ambientais, bem como a criação de acordos internacionais, dentre outras iniciativas.

Com isso fora inaugurada um novo momento para a regulação dos recursos ambientais. Uma série de conferências foram realizadas com o intuito de debater as questões ambientais e definir novos caminhos para uma gestão consciente e responsável dos recursos naturais e como isso afligiria a humanidade (AÇÃO EDUCATIVA, 2017). Sabe-se que o desenvolvimento de qualquer sociedade, é indispensável que seja assegurado a gestão dos recursos naturais, tendo em vista o impacto que estes sofrem com o avanço das civilizações.

Não há dúvidas de que o aumento da degradação ambiental é um dos maiores, se não o maior problema desta geração, pois como afirma Peixinho (2010, p. 5), seja pela “[...]escassez de recursos naturais e saturação do meio como receptor dos rejeitos da atividade humana (poluição) [...]”, fato é que em escala global, a degradação do meio ambiente tem despertado a preocupação.

Nesse contexto, destaca-se a importância da gestão ambiental, no sentido de minimizar tais impactos e assim, evitar que o meio ambiente e seus recursos sejam impactados de forma definitiva e comprometa a qualidade de vida das próximas gerações. Nessa perspectiva, Leal (1998), ressalta que a gestão ambiental contempla as atividades de recuperação e controle do meio ambiente, as voltadas para a avaliação e controle da degradação futura, e por fim, as atividades de planejamento ambiental. Desta forma, convém-se que a recuperação, a avaliação e controle, bem como planejamento ambiental tem por razão precípua, promover intervenções que sejam capazes de garantir o uso consciente, potencializador e sustentável dos recursos do meio ambiente.

Os impactos ambientais se tornaram mais evidentes, sobretudo com o avanço da modernidade e das implicações do sistema econômico mundial, este que por sua vez é fruto da Revolução Industrial. Sabe-se que após a segunda Revolução Industrial, a indústria passou a utilizar maquinários mais robustos, que foram capazes não apenas de aumentar as escalas produtivas, mas paralelamente se tornaram grandes vilões ambientais (DESCHAMPS; PAVEI, 2017). Nesse sentido, Chaves



(2017, p. 612) afirma que “É notável que os impactos ambientais têm aumentado de maneira significativa, provocando assim destruição e alteração nos ecossistemas.”

Nessa direção, destaca-se que, “Historicamente, esse fato não só trouxe progresso à economia, mas também impactos ambientais, que, durante anos, ficaram à margem do dinheiro e do desenvolvimento.” (DESCHAMPS; PAVEI, 2017, p. 2). Acentua-se que os impactos ambientais podem se expressar de formas e em contextos distintos, bem como apresentar características específicas em seus respectivos ambientes. Desse modo, os impactos ambientais podem ser entendidos como modificações biológicas, físicas ou químicas no meio ambiente, cujas causas podem ser inerentes de diferentes atividades.

As questões ambientais, desde o século passado, surgem em diferentes enfoques, os quais são debatidos na esfera global. A preocupação com os problemas ambientais gerados pelo uso desenfreado de recursos, descarte incorreto de resíduos, dentre outros, alarmam a sociedade, e esta passa a exigir mudanças no modo de vida frente à mudança desenfreada do meio ambiente.

Segundo Sornberger (2014) a Educação Ambiental é um processo global que tem como objetivo conscientizar o homem sobre o valor da natureza e seus recursos, logo percebeu-se a necessidade de desenvolver diretrizes, metodologias, conferências em nível nacional e internacional, sobre ela associando-a ao desenvolvimento sustentável.

Para que exista sustentabilidade é necessário que as práticas sociais fortaleçam o acesso à EA no sentido de integrar as ações sociais, econômicas e ambientais, pois é desse modo que a demanda de iniciativas voltadas para a preservação e resolução dos problemas ambientais serão enfrentados de forma hábil.

A sociedade do século XXI encontra-se com grandes desafios relacionados aos problemas ambientais. O aumento de crescimento industrial e, conseqüentemente, econômico ocorrido nos séculos passados ocasionaram grandes alterações ambientais advindas das atividades humanas e, por isso, é notório que o meio ambiente precisa de atenção imediata para que transformações sejam feitas no intuito de atenuar essas catástrofes. Nesse sentido, é importante compreender a necessidade de ações sustentáveis para que haja um ambiente mais saudável e equilibrado.

O surgimento do termo Desenvolvimento Sustentável (DS) deve-se a estudos realizados pela Organização das Nações Unidas acerca das mudanças climáticas frente a crise ambiental que acometeu o mundo no século XX devido ao demasiado crescimento industrial.

Barbosa (2008) afirma que o conceito de DS firmou-se na Agenda 21 e vem sendo agrupado a outros eventos ambientais com a possibilidade de ganhar novas influências. Esse termo ganhou força durante a Conferência Mundial de Desenvol-



vimento e Meio Ambiente, que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro e ficou conhecida como Rio-92, com isso, a sociedade e empresas começaram a compreender e colocar em prática a gestão ambiental garantindo serviços para atender as necessidades humanas e ambientais

Quanto à análise do nome sustentabilidade, conforme Costa (2008), sabe-se que ele está estritamente ligado à capacidade de sustentar, ou seja, manter uma atividade produtiva de forma sustentável a qual pode ser mantida por muitos anos. Quando a exploração de recursos naturais é exercida de forma sustentável presume-se que estes não se esgotarão, pois estarão sendo utilizados de forma controlada e respeitosa, dessa forma, não colocando o meio ambiente e seus recursos em risco.

Para que a sustentabilidade seja adotada mundialmente é necessário que seja adotado um modelo de desenvolvimento baseado no uso dos recursos renováveis, visto que o objetivo do DS é preservar o meio ambiente e seus recursos naturais não renováveis, então, somente com a adoção sustentável é que as gerações futuras, a fauna e flora mundial serão utilizadas de forma respeitosa. O desenvolvimento sustentável permite que a qualidade de vida humana e ambiental sejam simultaneamente melhoradas e, também, que capacidades produtivas dos ecossistemas sejam respeitadas.

O paradigma existente entre homem e ações socioeconômicas modernas passam a ser o centro de pautas ambientais. Sendo assim, percebe-se a necessidade em buscar meios de estagnar a crise ambiental desenvolvida a partir da exploração desenfreada dos recursos naturais, poluição de recursos hídricos, uma vez que o meio ambiente deve ser conservado e preservado visto que é um bem coletivo, por isso deve ser cuidado e tratado de forma que fique equilibrado ecologicamente. Para que essas medidas sejam tomadas é preciso que a gestão ambiental seja aplicada, pois é através dele que são colocadas as medidas de manutenção do meio ambiente, de forma que as gerações futuras não sejam impactadas.

Com isso começaram a surgir ideias de desenvolvimento sustentável, o qual começou a estudar os impactos que o desenvolvimento industrial tem sobre o meio ambiente, dessa forma, aliando-se à gestão ambiental para a garantia de preservação ambiente aconteça. Esse é um termo que não deve estar associado à política ou somente ao crescimento econômico, pois quando os padrões de consumo não levam em consideração as condições ambientais não tem como existir o equilíbrio ambiental e econômico. Por isso, é importante que a educação ambiental seja implantada de forma que atinja, de forma significativa, as ações do homem para com a natureza. Como a educação ambiental não supriu toda a atenção necessária que ambiente carece, diretrizes, leis e conferências nacionais e internacionais, associadas ao desenvolvimento sustentável, surgiram para implementar medidas de conservação e manutenção dos recursos naturais, corpos hídricos, ar, dentre outras pautas ambientais. Logo as discussões nacionais e internacionais em prol do meio ambiente redirecionaram os paradigmas da relação entre sociedade, homem



e as atividades econômicas de forma saudável e sustentável.

Referências

ABRAMOVAY, Ricardo; SPERANZA, Juliana Simões; PETITGAND, Cécile. **Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera**. São Paulo: Planeta sustentável: Instituto Ethos, 2013. 77 p.

AMBIENTE BRASIL – portal ambiental. WEBER, P. S. **A gestão ambiental na empresa**. Curitiba. In: Revista Sanare, v.12. jul-dez.1999. IN: CAMPANER, E.C. dos S; ARAÚJO, M.de S; PINHEIRO, R.C. Gestão ambiental como responsabilidade social das organizações. Lins, 2009, p. 14.

ACÇÃO EDUCATIVA. Assessoria Pesquisa e Informação. **A implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil e os desafios das metas em educação**. São Paulo: s.n., 2017. 32 p. Disponível em: < http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2017/02/implementa%C3%A7%C3%A3o_ODS_Brasil.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

BARBOSA, G.S. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Revista Visões 4ª Edição, Nº4, Rio de Janeiro, V.1 - Jan/Jun, 2008

BARBOZA, A. **Estratégia de gestão ambiental**. Universidade de Taubaté: São Paulo, 2000.

BRASIL. **Agenda 21 e biodiversidade**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil- Lei nº 9.795/99**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Lei de Educação Ambiental no 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF:1999.

_____. Rio +20. **Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.rio20.gov.br/index.htm>>

CARVALHO, Nathália Leal de. et al. Desenvolvimento sustentável x desenvolvimento econômico. **Revista Monografias Ambientais**, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria, v. 14, n. 3, set./dez. 2015, p. 109–117.

COSTA, M. R. M. Sustentabilidade ambiental: dificuldades e alternativas. Florianópolis, 2008.

DESCHAMPS, Célio; PAVEI, Paula Tramontim. **Os impactos ambientais no processo produtivo de uma coqueria na cidade de Criciúma: uma análise a partir de um projeto de produção mais limpa**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, 5., 2017. **Anais eletrônicos...** Criciúma, SP: CBCM, 2017. Disponível em: <<http://www.swge.inf.br/ANAIS/CBCM2017/PDF/CBCM2017-0059.PDF>>. Acesso em: 20 set. 2019.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, art. 7, jul./set. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

LEAL, Márcia Souza. **Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos: princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM: ANEEL, 1998. 176 p.

MARTINS, G. D. A.; THEOPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007

MINAYO, M. C. de S. (Org.). et al. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. 30. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.



Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

OLIVEIRA, Leandro Dias de. **A Geopolítica do desenvolvimento sustentável**: um estudo sobre a Conferência do Rio de Janeiro (Rio-92). 2011. 298 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/287540/1/Oliveira_LeandroDiasde_D.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

PEIXINHO, Frederico Cláudio. Gestão sustentável dos recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15, 2010. **Anais eletrônicos...** Bonito, MS: Fenágua, 2010. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22943/1508>>. Acesso em: 22 set. 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho científico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

SORNBERGER, N. A.; AMARAL A. Q.; CARNIATTO I. TOBALDINI B. G.; NASCIMENTO É. V. J. do. A consolidação do movimento ambientalista e da educação ambiental no Brasil e no mundo: algumas perspectivas históricas. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental E. Rio Grande**, 2014, v. Especial.

TRIGUEIRO, Rodrigo de Menezes. *et al.* **Metodologia científica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2014. 184 p.



CAPÍTULO 10

ARGAMASSA COM ADIÇÃO DE POLIURETANO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

MORTAR WITH ADDED POLYURETHANE IN THE CIVIL CONSTRUCTION
SECTOR

Arthur Silva Soares
Marcos André Silva Araújo

Resumo

Muito se tem pensado em alternativas para que se encontre uma confortabilidade térmica que seja cada vez mais eficiente sem alterar estruturas físicas de projetos, paredes e coberturas. Tais alternativas, não comprometam os parâmetros e níveis pré-estabelecidos de desempenho. Além disso, revestimentos de argamassas tem papel fundamental quanto ao desempenho das edificações em relação ao isolamento térmico. O referido estudo, tem como finalidade, promover a utilização de resíduos poliméricos e Poliuretanos, avaliando comportamento e o reaproveitamento quando o mesmo é adicionado nas Argamassas de revestimento na forma de grãos finos, proporcionando maior conforto térmico nas edificações. A argamassa, sendo composta por materiais que carreguem características específicas, tendo por consequência, herdar propriedades similares as dos aglomerantes, agregados e aditivos que as compõe. O objetivo do referido estudo é avaliar o desempenho do Poliuretano nas argamassas quanto a capacidade do isolamento térmico e aplicar através de experimento de laboratórios a utilização de forma segura e objetiva no setor da construção civil. A metodologia aplicada, deu-se através de experimento de laboratórios, pesquisas bibliográficas, sites, normas regulamentadoras bem como em artigos científicos. Com as pesquisas bibliográficas, buscou-se lograr conhecimentos mais aprofundados acerca dos materiais envolvidos nos experimentos, bem como a composição, classificação e fabricação. Portanto, conclui-se que o aditivo de Poliuretano, alterou suavemente as propriedades da argamassa em vários aspectos, sendo eles a resistência mecânica, capacidade capilar e a capacidade de absorção. Porém, de forma mais eficaz a capacidade ao isolamento térmico transferindo sua característica marcante para a argamassa, sem afetar suas propriedades e aplicação predominantes.

Palavras-chave: Argamassa, Isolamento Térmico, Poliuretano, Adição, Desempenho



Abstract

Much has been thought of alternatives to find thermal comfort that is increasingly efficient without changing the physical structures of designs, walls and roofs. Such alternatives do not compromise pre-established parameters and levels of performance. In addition, argammasa coatings play a fundamental role in the performance of buildings in relation to thermal insulation. This study aims to promote the use of polymeric residues and polyurethanes, evaluating behavior and reuse when it is added in thin-grained cladding mortars, providing greater thermal comfort in buildings. Mortar, being composed of materials that carry specific characteristics, consequently inheriting properties similar to those of the binders, aggregates and additives that compose them. The aim of this study is to evaluate the performance of Polyurethanes in mortars regarding the capacity of thermal insulation and to apply through laboratory exploration the safe and objective use in the construction sector. The applied methodology was through laboratory experiments, bibliographical research, websites, regulatory standards as well as scientific articles. With the bibliographical research, it was sought to get deeper knowledge about the materials involved in the experiments, as well as the composition, classification and manufacture. Therefore, it can be concluded that the Polyurethane additive has slightly altered the mortar properties in several aspects, namely mechanical strength, capillary capacity and absorption capacity. However, more effectively the capacity for thermal insulation, transferring its characteristic characteristic to the mortar, without affecting its predominant properties and application.

Keyword: Mortar, Thermal Insulation, Polyurethane, Addition, Performance



1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com a preservação ambiental, tornou-se amplamente discutido pelo mais diversos setores, que tem como finalidade a preservação dos recursos naturais. Com isso, buscou-se alternativas que vinhesse propor uma solução inerente ao manejo e descarte do Polímeros e Poliuretanos (PU). Atreladas a essa informações, temos outra material que buscar-se o alternativas para tal. Argamassas, que são materiais utilizados na Construção Civil, possui características aglutinantes, ligantes, sendo elas resultado da mistura de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo, agregado graúdo e água, podendo ser adicionados aditivos com a finalidade de determinar certas propriedades.

Segundo estudos realizado pela Fundação Dom Cabral (2013), diz que o setor da construção civil pode consumir cerca de 70% dos recursos naturais. Contudo, esse número pode variar tanto para mais quanto para menos (JOHN, 2000; LEVY, 1997; PINTO, 1999). Esta mistura de aglomerantes e agregados com água, possui capacidade de aderência e endurecimento, sendo sua formação mais comum entre areia lavada, cimento Portland e água. A aplicação determinará de forma direta e significativa o tipo de aglomerante a ser usado (FIORITO, 2009).

Na indústria da Construção Civil, a argamassa é um material indispensável, e tem ostentado grandes contribuições a respeito do seu destino. Além de um leque de aplicações, dentre elas temos a fabricação de blocos, revestimentos de paredes, pavimentações de residências, reparos, preenchimentos de juntas, formação de substratos entre outros. Além disso, uma pesquisa realizada de nível tecnológico pela comunidade da construção e sistemas a base de concreto, revelou crescimento no uso de argamassa (SISTEMAS A BASE DE CONCRETO, 2008).

Segundo estudos realizados com resíduos de poliuretano, apresentaram resultados de forma satisfatória quanto a utilização e fabricação blocos que fosse usado como vedação (SOUZA et al., 2010), além de pista usada para prática de atletismo (ROSA, GUEDES, 2003) e por fim, podendo ser utilizado também como agregado leve na argamassa (TREIN et al., 2014).

O conjunto de características e benefícios que o polímero e o poliuretano apresenta, como baixa condutividade térmica, baixo peso específico e menor custo de fabricação, explica as diversas aplicações na indústria.(PLASTIPERENE, 2016).

É importante destacar que devido a sua gama de utilização, atrelado ao baixo custo de fabricação o polímeros e Poliuretanos, influenciam diretamente para um grande volume de produção anual. A indústria sintética do setor em questão, bateu recorde de produção de polímeros e Poliuretanos. Países como estados unidos obtiveram em um período de 52 anos, média de crescimento de 13% (ZOOPI e DE PAOLI, 1991). Além disso, o polímeros e Poliuretanos traz consigo uma séries de



impactos ambientais, isso porque o descarte inapropriado do Poliuretano e a sua queima não monitorada, produz a formação de gases tóxicos, que ao ser lançada na atmosfera, gera sérios danos à saúde. São exemplos desses gases; monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio e dioxinas, que, inalados, pode ocorrer envenenamento.

As obras de Falcão Bauer e Petrucci (2003), referentes a materiais de construção sendo o último, autor com vasta experiência em laboratório, e as normas regulamentadoras referentes a ensaios de materiais, são referenciais para o desenvolvimento desse trabalho. Os testes de laboratório visam a análise do comportamento dos materiais e suas reações em função de fatores externos, como esforços, temperatura e relações de absorção de água. A abordagem principal tratou-se a partir da confecção de corpos de prova cilíndricos (amostras para experimentos) de argamassa tradicional, comparando aos confeccionados com adição 1%, 2% e 3% de espuma de Poliuretano em relação a massa do aglomerante.

2. DESENVOLVIMENTO

Os ensaios de laboratórios preconizados por Normas, visa a identificação dos comportamentos dos materiais, objetivando a elaboração de estudos, análises e conclusões pautados nos resultados observados. Os testes laboratoriais, realizados para elaboração do estudo foram aferição de traço, ensaio de abatimento, moldagem de corpos de prova, massa específica desempenho ao isolamento térmico, os ensaios foram realizados no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI-MA, especificamente no Laboratório de Ensaios Físicos e Mecânicos (LEFM).

2.1 Aferição de traço

A proporção da argamassa define suas aplicações e resistência a compressão, o traço utilizado foi de 1:3 (um para três) comparativos entre o aglomerante e agregado em função da massa, foi utilizado para cada traço 15Kg de Cimento CP II E 32; 45 Kg de Areia media e adição de 150 g de espuma de Poliuretano em glanulometria fina o que corresponde a 1% da massa do cimento, o procedimento foi repetido utilizando adição de 2% e 3% de Polímeros e Poliuretano conforme Tabela 1.





Figura 1 – Poliuretano triturado
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

A tabela abaixo mostra a quantidade em massa dos materiais para formação dos traços, tradicional e com adição.

TRAÇO	ADIÇÃO (%)	CIMENTO (kg)	AREIA (kg)	ÁGUA (kg)	ESPUMA DE POLIURETANO (kg)
N1	0	15	45	7,85	0
N2	1%	15	45	9,26	0,15
N3	2%	15	45	10,15	0,30
N4	3%	15	45	11,11	0,45

Tabela 1 – Proporção de Poliuretano na composição da argamassa
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

A mistura da argamassa foi realizada de forma mecânica através de betoneira obedecendo tal sequência:

- a) Colocou-se a água limpa no equipamento, em seguida foi acrescentada uma porção de cimento para poder facilitar a homogeneização dos materiais.
- b) Adicionou-se em seguida, toda a massa de cimento determinada pelo traço na betoneira, onde a mesma permaneceu em movimento por alguns minutos.
- c) Adicionou-se em seguida a areia com a betoneira em movimento por três minutos.
- d) Adicionou-se a espuma de poliuretano com a betoneira em movimento por três minutos.

- e) Adicionou-se a toda água estipulado em traço com a betoneira em movimento.
- f) Por fim, acompanhou-se rigorosamente a homogeneização da argamassa.

2.2 Ensaio de abatimento slup test

Esse teste visa analisar a relação água/cimento e é preconizado a Associação de Brasileira de Normas Técnicas NM 67 (1998), razão pelo qual os componentes (água/cimento), define a consistência das argamassas e concretos, visando garantir a trabalhabilidade para realização da operação. Foram usados os seguintes aparelhagem descritas por normas; haste de socamento metálica, forma tronco-cônica com 305 mm de altura, base de 203 mm, diâmetro superior de 102 mm e placa de metal, seguindo a cronologia normativa NBR NM 67 (1998), o procedimentos deverá ser obedecida visando a fidelidade de resultados.

- a) Limpeza e umedecimento das aparelhagens .
- b) Posicionou-se o molde sobre a placa umedecida com abertura maior posicionada para baixo.
- c) Fixou-se o cone na placa com os pés através das aletas.
- d) Preencheu-se a primeira camada do molde com volume de argamassa correspondente a um terço do volume total do cone.
- e) Com a haste de metal, aplicou-se 25 golpes na primeira camada de forma circular para garantir o adensamento.
- f) Preencheu-se a segunda camada do molde com volume de argamassa correspondente a dois terços do volume total do cone.
- g) Aplicou-se 25 golpes na segunda camada com a haste de adensamento
- h) Preencheu-se a terceira camada do molde com volume de argamassa correspondente a todo volume do cone.
- i) Aplicou-se novamente 25 golpes na terceira camada com a haste de adensamento para adensamento completo da argamassa no cone.
- j) Retirou-se o excesso de argamassa (arrasamento) resultado do enchimento da ultima camada.





Figura 2 – Ensaio de Abatimento (NBR NM 67, 1998)
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Retirou-se o cone e o mesmo foi posicionado de forma invertida ao lado da argamassa moldada, projetou-se uma régua sobre o mesmo para se verificar o abatimento distância entre forma tronco-cônica e a argamassa moldada.

2.3 Moldagem e cura de corpos de prova

Este teste é baseado pela NBR 5738, ABNT (2003), Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos, o mesmo define procedimentos para correta confecção dos corpos de prova como características gerais dos moldes estipulando, dimensões ou relações de dimensões padrões, as características e aspecto da haste de adensamento, ou seja, de todo os aspectos físicos que irão fazer parte da elaboração do CP.

Os cilindros devem ter altura igual ao dobro do diâmetro. O diâmetro deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm. As medidas diametrais têm tolerância de 1% e a altura, 2%. Os planos das bordas circulares extremas do molde devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do molde. (ABNT, NBR 5738, p. 02).

Verificou-se recomendações da norma NBR 5738, a respeito da composição do material, formas e facilidade de remoção do corpo de prova, sem que o mesmo não seja danificado

A quantidade de corpos de provas confeccionados foram de 16 no total, sendo 4 corpos de prova de argamassa tradicional, 4 corpos de prova da argamassa com adição de 1%, 4 corpos de prova da argamassa com adição de 2%, por fim, 4 corpos de prova da argamassa com adição de 3%.

Foram utilizado para confecção dos CPs fôrmas de fibra, com diâmetro de 10 cm por 20 cm de altura, com abertura lateral em toda extensão da fôrma, facilitando a retirada do corpo de prova.

Utilizou-se haste de adensamento com superfície lisa com 60 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro para adensamento da argamassa nas fôrmas.

Com o auxílio de uma colher de pedreiro de 9 (nove polegadas), a argamassa foi inserida nas fôrmas dos CPs em duas camadas. A primeira camada adensada através do bastão, aplicando-se 25 golpes de forma circular, atingindo a profundidade do corpo de prova. Logo após, preencheu-se a segunda camada até atingir a altura total da fôrma, aplicando-se novamente 25 golpes, afim de garantir o adensamento da argamassa na fôrmas dos corpos de prova.



Figura 3 – Moldagem dos Corpos de Prova.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Após a moldagem de todos os copos de prova ainda em estado fresco, foram levados ao laboratório e permaneceram por 24hs para cura e posteriormente dis-fôrma como estabelece a norma. O local deve apresentar temperatura branda ou seja, ambiente.

O processo de cura dos CPs já moldados, foram através da submersão em tanques, permanecendo por 48 hs.

2.4 Determinação a absorção de água por imersão

Segundo a NBR 9778 (2005), que determina a absorção de água, índices de vazios e massa específica, buscou analisar o comportamento das argamassas no concretos, no que diz respeito a interação com água, estabelecendo a sua capacidade de absorção em função da massa.

Para o exame de artefatos ou peças endurecidas, o ensaio deve ser constituído por três amostras obtidas de testemunha extraídos, devendo apresentar cada uma delas no mínimo 200 cm³ e no caso de argamassas 2500 cm³, no caso de concretos preparados com agregados de até 50 mm de dimensão máxima, e 10000 cm³ no caso de concretos preparados com agregado de dimensão máxima superior a 50 mm. (ABNT, NBR 9778).

Em todos os ensaios faz-se necessário a utilização de testemunhos, visando garantir o fiel resultado dos testes aplicados. Logo, para a mesma verificação de determinado comportamento da amostra, os ensaios são realizados por mais de uma vez em corpos de provas (CP) diferentes, tendo em vista a extração das médias ou análises entre eles para validar seus resultados.

Após a moldagem e cura do corpo de prova no tanque de saturação, os CPs foram levados para estufa em temperatura de 105°. Objetivou-se perder toda água adquirida no processo cura, após sua estabilização de massa completada e secagem das amostras, foram mergulhada novamente tanque saturação a (23 + 2)°C. Além disso, fez-se necessário a observação pelo peso e quanto de massa o corpo de prova irar adquirir através da absorção de água em intervalos de 24hs, 48hs e 72hs.



Figura 4 – Pesagem do CP com 3% de adição de Polímeros e Poliuretanos (PU).
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Posterior a etapa de saturação a $(23 + 2)^{\circ}\text{C}$, buscou-se a massa das amostras após a fervura, água em recipiente cheio, foi levada a ebulição progressivamente com o auxílio de registros. Os CPs foram colocados na água quente após 15 minuto, onde os mesmos permaneceram por 5hs. Pela ação da água quente, passado as 5hs, foi retirado os registros, deixando a água esfriar até atingir a temperatura de $(23 + 2)^{\circ}\text{C}$. A ação durou 8hs, sendo que as amostras foram enxugadas e pesadas na balança digital com resolução de 0,1g.

2.5 Determinação da densidade de massa e volume de ar incorporado

Este ensaio prescreve o modelo para a determinação de densidade e do teor de ar incorporado em argamassa de assentamento e revestimento estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 13278, 1995), as aparelhagens utilizadas conforme a norma são balança digital, espátula de 0,153 m de comprimento por 0,13 m de largura, régua para arrasamento, haste de socamento metálico não absorvente, recipiente cilíndrico e utensílio para colocação de argamassa no recipiente.

Introduziu-se a argamassa ainda em estado fresco, após atestar seu índice de consistência no recipiente cilíndrico de forma suave, com auxílio de uma concha metálica, em três camadas aproximadamente iguais, em cada camada aplicou-se 20 golpes, com auxílio da espátula na posição vertical ao longo do perímetro do recipiente. Contudo, houve cuidado para o utensílio não atingir com força o fundo do recipiente.

Buscou-se fazer com que o processo de adensamento atingisse cada camada de forma isolada. Logo após sua introdução no recipiente atingindo somente a superfície da camada imediatamente inferior. Após o processo realizado na última camada, aplicou-se cinco golpes com a haste de socamento metálico ao redor da parede do recipiente em intervalos regularmente distribuídos.

Rasar o recipiente de com a régua, em duas passadas ortogonais entre si, fazendo movimentos de vaivém em toda a superfície, com inclinação de 45° em relação à superfície da argamassa. Se alguns grãos de areia existentes acima da borda do recipiente provocarem a subida da régua, o rasamento deve ser repetido após a eliminação dos grãos. A operação deve ser realizada em no máximo 90 s, contados a partir do enchimento do recipiente. (ABNT, NBR 13278-2005 p.01).

Realizou-se o arrasamento do recipiente com o auxílio da régua realizando movimentos de ida e volta, com inclinação de 45° em relação a horizontal, obtendo-se com resultado uma superfície totalmente plana.

O recipiente ficou livre de qualquer água ou resíduos externos, que viesse a interferir no resultado. Além disso, realizou-se o registro da massa do recipiente com argamassa e massa específica (Me)

2.6 Teste de Bloqueio ao Isolamento Térmico

O ensaio de isolamento térmico se deu através de dois testes experimentais, o primeiro realizou-se por meio dos corpos de prova cilíndricos, previamente confeccionados. O segundo, fabricou-se duas placas de argamassa armada, visando simular a argamassa de revestimento (reboco).



Levaram-se oito corpos de prova cilíndricos para estufa, sendo dois de traço tradicional 1:3, duas amostras com adição de 1%, duas com adição de 2%, e duas amostras com adição de 3%. Todos estavam em temperatura ambiente de 24C^o, antes de ser levados para estufa regulou-se a temperatura do mesmo para 105C^o, e deixou por 24hs. Os corpos de prova foram retirados da estufa e levados a bancada em temperatura ambiente 24C^o.

Extraiu-se a temperatura inicial das amostras com auxílio de medidor de temperatura, além de um sensor infravermelho (logo após a retirada da estufa). Já a segunda medição, com 30 minutos após a retirada da estufa e posteriormente em intervalo de tempo de 1h. Para analisar o quanto os CPs absorveram de energia térmica, comparou-se as temperaturas dos mesmos para se observar o desempenho das amostras com diferentes proporções de Poliuretano.

Tal experimento, visa analisar o desempenho dos materiais com e sem adição de Polímero e Poliuretano (PU), no que tange a capacidade de absorção e perda de calor.

Os instrumentos utilizados nesse experimento foram estufa 127/220 V, sensor de temperatura, e luva de algodão como equipamento de proteção individual (EPI).

Para realização do segundo experimento, foi necessário a confecção de duas placas de argamassa armada, sendo uma de composição tradicional e outra com adição de 2% de (PU) para análise de desempenho da capacidade de condução de calor.

As ferramentas e aparelhagens utilizadas para confecção das placas foram, sarrafo de madeira 2x2, prego de 2x1/2x10, trena metálica de 5 m, aço para construção de 5.0 mm, base de compensado 2mx 2,1m, régua de alumínio de 60cm, serrote de 24 e martelo de unha arame recozido.



Figura 5 – Fôrmas para confecção das placas de argamassa
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Realizou-se a confecção de duas formas para a elaboração das placas, objetivou-se chegar em placas de argamassa com dimensões de 25 cm de largura 46 cm de comprimento e 2,5 cm de espessura. Além de adotar tal espessura a fim de simular um reboco de argamassa utilizados em alvenaria de vedação.

Segundo Sabbatini (1984 apud SILVA, 2006), diz que reboco é a camada de acabamento dos revestimentos argamassados. É aplicado sobre o emboço, e sua espessura é apenas o suficiente para construir uma película íntegra sobre o emboço, com no máximo 5 mm de espessura. Neste mesmo entendimento (CARASEK, 2007), define o reboco como a camada de revestimento, que é utilizada para cobertura do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento final ou seja, decorativo que caracteriza acabamento final. Com isso, (CARASEK, 2007), diz que, pode-se perceber que é muito clara a definição de reboco, sendo este uma camada de argamassa aplicada sobre o emboço e sob o revestimento final, adotado para determinada construção, não havendo divergência entre os autores. Nestes moldes, pouco se referências o emboço. Além disso, (BAUER 2005), diz que o papel do emboço consiste em revestir e regularizar a superfície do substrato, servindo de base para outra camada, reboco, revestimento cerâmico ou acabamento final.

Seguindo o experimento para confecção das placas (reboco), os sarrafos foram serrados com dimensões de 25 cm e 48 cm, a fim de que na montagem chegasse as medidas desejadas da placa (25 x 46 cm), utilizando o martelo e pregos os sarrafos foram fixados em sua extremidade formando retângulos com dimensões internas de projeto.

Após a finalização das confecções das formas, realizou-se a fabricação das malhas de aço de 5mm em duas direções, com espaçamento de 5cm entre os ferros, a inserção das malhas na argamassa deu-se por objetivo de evitar que a placa de argamassa quebra-se durante sua movimentação, transporte e elaboração dos ensaios.

As aparelhagens foram, sensor de temperatura, maçarico alimentado pelo gás oxigênio acetileno, placas de argamassa com e sem adição, bancada de metal de altura de 1,20 m





Figura 6 – Placas de argamassa armadas após a desformas
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Com as finalizações das placas de argamassas, elaborou-se o ensaio da seguinte forma.

- a) Preparou-se as aparelhagens, materiais e EPI, para elaboração do experimento.
- b) Posicionou-se as placas sobre a bancada de metal, para recebimento da ação direta do calor.
- c) Aplicou-se a chama através do maçarico em temperatura de 600°C em uma das faces da placa por 3min.
- d) Extraí-se a temperatura após a aplicação da chama, na face de recebimento da chama e na face oposta da placa.
- e) Resistrou-se a temperatura em intervalos regulares de 30minutos, na face oposta ao recebimento da chama.



Figura 7 – Aplicação de calor em uma das faces da placa de argamassa
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Repetiu-se o experimento com a segunda placa, a fim de se realizar um comparativo de desempenho.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Determinação de absorção de água por imersão

Conforme resultados extraídos por intermédio do ensaio de absorção de água por imersão, observou-se que, a adição do poliuretano não interfere na absorção de água. Concluí-se que através do cálculo do percentual do teor de unidade, que relaciona a Massa do corpo de prova saturado e a Massa do corpo de prova seco em estufa.



Figura 7 – Corpo de Prova saturados após a imersão NBR 9778.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

A tabela abaixo demonstra o ganho de massa progressiva em gramas (g) em intervalo de tempo determinada pela NBR 9778, essa ganho se dá pela absorção da água que adentra os poros da argamassa endurecida.

TRAÇO/ADIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DO CORPO DE PROVA	MASSA SATURA (G)				
		3h	6h	24h	48h	72h
TRADICIONAL	CP1	3390	3410	3450	3460	3460
	CP2	3350	3410	3410	3410	3410
	CP3	3300	3320	3360	3370	3370
1%	CP1	3240	3260	3290	3290	3290
	CP2	3180	3210	3230	3240	3240
	CP3	3223	3250	3270	3270	3270
2%	CP1	3020	3030	3060	3080	3080
	CP2	3040	3050	3050	3050	3060
	CP3	3000	3010	3050	3060	3060
3%	CP1	2900	2991	2920	2940	2950
	CP2	2900	2991	2910	2930	2940
	CP3	2880	2870	2900	2920	2920

Tabela 2 – Absorção de Água em função do tempo nas amostras
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Após a estabilização da saturação dos corpos de prova e com os dados das massas secas dos corpos de prova, obteve-se o teor de umidade das amostras, através as médias dos três CPs relativo as massas secas e massas saturadas para inserção na formula $\frac{M_{sat}-M_s}{M_s} \times 100$, definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 9778, 1987), onde M_{sat} = Massa do corpo de prova saturado e M_s = Massa do corpo de prova seco em estufa.

TRAÇO/ADIÇÃO	MÉDIA DAS MASSAS SECAS DOS 3 COPOS DE PROVA	MÉDIAS DAS MASSAS SATURADA DOS 3 COPOS DE PROVA	TEOR DE HUMIDADE $\frac{M_{sat} - M_s}{M_s} \times 100$
TARDICIONAL	3062	3413	11,46 %
1%	2900	3266	12,62%
2%	2669	3066	14,87%
3%	2555	2860	12,14%

Tabela 3 – Percentual do Teor de Umidade das amostras NBR 9778-1987

Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Constatou-se que os resultados do teor de umidade não são progressivos, não podendo assim associar a adição do Poliuretano. A variação máxima do teor de umidade para o tradicional, se deu com o diferencial de 3,41%, com adição de 2%, o que não gera impactos se tratando de argamassa de revestimento e essas aproximações de resultados é extremamente positivo, pois a adição do PU não proporciona ao revestimento aumento significativo de absorção de água, deixando o revestimento exercer sua função de proteção acerca das patologias.

3.2 Determinação da Densidade de Massa e Volume de Ar Incorporado.

O calculo da densidade da argamassa fresca (γ_A), e norteado pela Associação Brasileira de Normas Tecnicas (NBR 13278, 2005), expressa em g/cm³ resultante do quociente entre a massa da argamassa e o volume do recipiente no qual foi inserida para pesagem. O processo foi repetido por quatro vezes, uma para tradicional e as demais para as respectivas adições de 1%, 2% e 3%.

Dados: Peso 5,15 kg 0,0085m³ raio 0,10 m 0,27 m.

TRAÇO/ADIÇÃO	MASSA OBTIDA (g)	VOLUME DO RECIPIENTE (cm³)	MASSA ESPECIFICA (γ_A) g/cm³
TRADICIONAL	18200	8500	2,141
1%	17090	8500	2,010
2%	16200	8500	1,905
3%	15690	8500	1,845

Tabela 4 – Comportamento das amostras ao ensaio da NBR 13278

Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Através dos resultados da determinação da massa específica, obsevou-se que a medida que aumenta o percentual de adição de poliuretano, sua massa específica diminui tornando-se inversamente proporcional e constatou-se nesse experimento que adição traz uma vantagem significativa, sendo a argamassa mais leve se comparada a tradicional.



Figura 9 – Determinação da densidade da amostragem de 3% de adição.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

A tabela abaixo demonstra os resultados, em diferentes intervalos de tempo das temperaturas dos corpos de prova. Diferentemente do teste realizado com as placas de argamassas, este tem por objetivo relacionar a capacidade das amostras de armazenar energia térmica (calor), e o intervalo de tempo para dissipação de calor para o ambiente.

TRAÇO/ADIÇÃO		TEMPERATURA DOS CP's CILINDRICOS (°C)				
		INICIAL	30 MIN	1 h	2 h	3 h
TRADICIONAL	CP1	55	54	47,9	27,3	16,6
	CP2	53	50,4	44,3	25,3	18,9
1%	CP1	53	45,2	32,1	20,21	15,3
	CP2	51	47,4	38,4	18,7	16,2
2%	CP1	48,2	40,1	22,9	18,7	16,2
	CP2	47,3	42,3	23	17,5	17,1
3%	CP1	44	32,3	21	15,2	14,2
	CP2	46	30,5	22,4	15,1	15,4

Tabela 5 – Comportamento das amostras quanto a dissipação do calor em função do tempo.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Observou-se que houve variações de temperatura nas diferentes composições, ou seja, a medida que se adiciona Poliuretano, sua capacidade de absorver calor diminui, variando em 11°C a temperatura do CP 1 do traço tradicional para o CP 1

do traço contendo adição de 3%, mesmo sendo submetido a mesma temperatura por 24 h de 10°C.

Atentou-se também para o tempo em que as diferentes amostras dissiparam o calor adquirido no meio externo e percebeu-se que as amostragens contendo 3% de adição possuem maior capacidade de dissipar de calor, isto é perdem energia térmica com facilidade.

Foi possível através dos resultados constatar que as amostragem com 2 e 3% de adição já estavam com temperatura estáveis com 2h a partir da retirada da estufa, notou-se maior diferença de temperatura das amostras com adição e tradicional nos horários de 1h a 2h onde a diferença de temperatura chegou a 26,9 °C entre o CP 1 tradicional e o CP 1 com 3% de adição de poliuretano.

Os resultados mostram que as argamassas contendo adições, possui menor capacidade de absorver energia térmica e maior facilidade em sua dissipação.



Figura 9 – Extração da temperatura das placas de Argamassa Armada.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

A observação do desempenho foi pautada na observação de resultado mediante experimento, os resultados estão representados na tabela.

TRAÇO/ADICÃO	TEMPERATURA DAS PLACAS (°C)						
	INICIAL	30 MIN	1 h	1,5 h	2 h	2,5 h	3 h
TRADICIONAL	17	24	40,03	55,8	30,02	15,3	17,08
2%	16	17	35,8	37,2	24,2	16,9	16,4

Tabela 5 – Comportamento das amostras quanto a dissipação do calor em função do tempo.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Apurou-se que as variações de temperaturas das placas foram crescentes e decrescentes, esse fato se deu por razão de a análise principal do experimento ser a verificação da condutividade térmica, para a mesma acontecer é necessário um determinado intervalo de tempo influenciado diretamente pelo material.

Ambas as placas possuíam temperaturas de 14 °C antes do início do teste, a temperatura inicial no qual a tabela descreve, representa a temperatura logo após a aplicação da chama por 3min, demonstrando que ambas não possui condução de calor instantânea como ocorre com os metias, observou-se que as duas amostras apresentam ótimo desempenho ao isolamento logo após a aplicação da chama variando em 2°C para a placa com adição e 3°C para tradicional.

Constatou-se que a placa com adição possui menor capacidade de absorção de energia térmica se comparada a placa (traço) tradicional, e que a perda dessa energia foi mais rápida voltando a temperatura inicial com 2 h, notou-se que a placa com adição de poliuretano apresentou condução térmica mais demorada pois só chegou a temperatura mais elevada com 1h, enquanto a placa tradicional já apresentou variação de temperatura com 30 minutos.

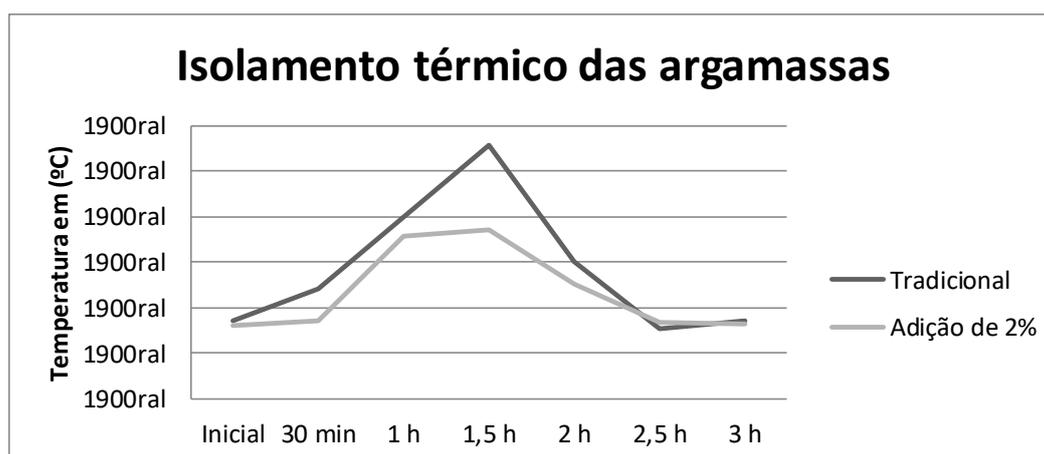


Tabela 6 – Comportamento das amostras (Tradicional e de 2%) quanto a submissão ao calor.
Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2016)

Observou-se que a temperatura máxima atingida pela placa tradicional na face oposta a aplicação da chama foi de 55,8 °C enquanto nesse mesmo período a placa com adição atingiu 37,2°C, esse período corresponde a 1,5h após a aplicação da chama, período em que ambas as amostras atingiram maior temperatura e também maior disparidade entre as mesmas.

Pode-se notar que a argamassa com adição apresentou menor capacidade de condução de calor, e melhor desempenho ao isolamento térmico se comparado ao tradicional, notou-se que a argamassa com adição possui a capacidade do armazenamento de energia térmica, o que explica a manutenção de temperaturas elevadas durante a noite em ambientes revestidos com argamassa que tem contato com o sol durante o dia, a argamassa com adição de poliuretano apresenta isolamento térmico superior o que torna-se ideal para aplicações de revestimento em paredes externas de alvenarias onde possui contato direto com coma insolação.

Através dos dados foi possível constatar que os experimentos normativos executados não invalidam a aplicação do aditivo (PU) em estudo nas argamassas e os resultados se enquadraram dentro dos parâmetros exigidos por norma, de posse dos dados além de melhorar o peso específico a argamassa especial proporcionará maior conforto término nas edificações que hoje carecem de sistemas alternativos para resolução desta problemática.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho visou mostrar que através de métodos executivos, revisão bibliográfica e teste em laboratório, a utilização de resíduos Poliméricos Poliuretanos e avaliar seu reaproveitamento e aplicação quando o mesmo é adicionado nas Argamassas de revestimento e assentamento, como também a inclusão do mesmo no concreto e no setor da construção civil, esclarecendo as múltiplas facetas que norteiam os métodos já mencionados acima, podendo ser uma grande opção para o setor em questão. Contudo, observou através de métodos empíricos, constatar que houve a transferência das propriedades do material poliuretano para a argamassa de assentamento, diminuindo em 13,82%, a massa específica da argamassa tradicional se comparado a argamassa com adição de 3%. Isso se dá ao baixo peso específico da espuma de Poliuretano que diminui o peso próprio da argamassa, contribuindo para o alívio dos carregamentos da estrutura.

Conclui-se que, o presente trabalho visa promover a utilização de resíduos poliméricos Poliuretanos no setor da construção civil, como meio de preservação ambiental e avaliar seu reaproveitamento e aplicação, quando o mesmo é adicionado nas argamassas de revestimento e assentamento na forma de grãos finos. A utilização deste material como aditivo, busca melhorias das propriedades das argamassas de revestimento, desenvolvendo uma composição homogênea que possua níveis aceitáveis de resistência mecânica aliada a maior capacidade de isolamento térmico, menor absorção capilar e uma diminuição do peso próprio em relação à argamassa de composição tradicional. Apesar das pesquisas acerca de soluções que buscam o melhor desempenho das edificações, o encorajamento para a aplicação dessas tecnologias principalmente em empreendimentos de baixo padrão é minorado, isso porque seus empregos na maioria das vezes são encarados como custo, apesar de avanços importantes como a implementação da NBR 15.575, que visa estabelecer parâmetros admissíveis de desempenho para as edificações.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: 2007;

_____. **NBR 5738: Concreto-Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de



Janeiro: 2008;

_____. **NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da;**

_____. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho.** Rio de Janeiro.

_____. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2001;

_____. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005;

_____. **NBR 13479: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificações.** Rio de Janeiro, 1996;

_____. **NBR 11172: Aglomerantes de origem mineral.** Rio de Janeiro, 1990;

_____. **NBR 7217: Determinação da Composição Granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987;

_____. **NBR 9778: Argamassa e concretos endurecidos.** Rio de Janeiro, 2005;

BAIN & COMPANY. **Potencial de Diversificação da Indústria Química Brasileira.** 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat4_Poliuretanos_e_intermediarios_v51.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2016;

BAUER, E. (Ed.) **Revestimento de argamassa:** características e peculiaridades. Brasília: LEM- UnB; INDUSCON, 2005

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Ed). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.** 1. ed. São Paulo: Arte Interativa, 2007. Cap. 26.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO – **Sistemas a base de concreto.** Pesquisa de nível tecnológico 2008. São Paulo, 2008. Disponível em: . Acesso em: 21 jun. 2011

EXPLICATORIUM. **Poliuretano, para que serve e suas aplicações.** Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/quimica/poliuretano.html>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016;

FALCÃO BAUER, L. A. **Materiais de Construção.** Ed. Livros Técnicos e Científicos, Ltda., 5. Ed., V. 1 e 2, 1997, p. 951;

FIORITO, Antonio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos:** estudos e procedimentos de execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

HOWARD, G. P. Biodegradation of polyurethane: a review. **International Biodeterioration & Biodegradation.** v. 49, p. 245 – 252, 2002;

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 102 p. São Paulo, 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LEVY, S.M. Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassas e concretos. São Paulo, 1997. 147p. LEVY, S.M. *Reciclagem* do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassas e concretos. São Paulo, 1997. 147p.

OERTEL, G. **Polyurethane Handbook.** 2. ed. Cincinnati: Hanser Gardner, 1993;

PACIEVITCH, Thaís. **Muralha da China.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/historia/muralha-da-china/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016;

PETRUCCI, Eládio G.R. **Materiais de Construção.** 12ªed. São Paulo, 2003;

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PLASTIPERENE. **O Poliuretano.** Disponível em: <<http://www.plastiperene.com.br/o-poliuretano/>>. Acesso em 20 de setembro de 2016.



ROSA, Derval S.; GUEDES, Cristina G. F. **Desenvolvimento de processo de reciclagem de resíduos industriais de poliuretano e caracterização dos produtos obtidos.** Laboratório de Polímeros Biodegradáveis e Soluções Ambientais, Universidade São Francisco, 2003

SILVA, Narciso G da. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária.** 164p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TREIN, F. A., FLACH, M. V., de VARGAS, A. S., & SIQUEIRA, M. A. **Análise da Viabilidade Técnica do Processamento de Resíduos Sólidos de Acetato de Etil-vinila e Poliuretano e sua Utilização como Agregado Leve em Argamassas Álcali-ativadas,** 2014.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

ZOOPI, R. A.; DE PAOLI, M. A. **Síntese e caracterização do composto poli (3-metil-tiefeno)/ borra-cha nítrica** (Mestrado em Química). Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1991.

ZOOPI, R. A.; DE PAOLI, M. A. **Síntese e caracterização do composto poli (3-metil-tiefeno)/ borra-cha nítrica** (Mestrado em Química). Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1991.



UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS COMO FORMA DE AVALIAR FADIGA ESTRUTURAL

USING FINITE ELEMENT ANALYSIS AS A WAY TO ASSESS
STRUCTURAL FATIGUE

Erickson Raniery Paiva Portela
Afonso Henrique Costa Brito

Resumo

Tem-se como ponto fundamental deste projeto uma abordagem sobre o estudo das ligações químicas, metálicas e as interações acerca das forças resultante entre as pontes que ligam átomos de diferentes materiais. Em primeiro plano, a análise sobre o histórico dos cálculos que correspondem a essa análise dar-se-á de maneira, sucinta e objetiva, com a finalidade de gerar um maior entendimento deste estudo, por outro lado, far-se-á uma ligação da maneira rustica que fez com que a Análise de equipamentos e metais, ligas metálicas, não metais e polímeros através do Método dos Elementos finitos fosse migrada à gerencia de microprocessadores. Por fim, elucidar a maneira acerca da elaboração da linguagem interpretativa entre homem-máquina, as chamadas IHM, que geram gradientes de esforços como forma de demonstrar esforços ao longo da simulação gerando, sobretudo, uma parametrização de situações que, por ventura, venham a ocorrer, considerando o tempo, desgaste, ações exteriores e o intemperismo.

Palavras chave: ligações, químicas, analise, Métodos, finitos

Abstract

The fundamental point of this project is an approach to the study of chemical, metallic connections and how interactions on forces applied between bridges that connect atoms of different materials. In the foreground, an analysis of the history of calculations that describes this analysis in a suction and objective manner, with the use of generating a greater understanding of this study. and metals, alloys, nonmetals and polymers through the Finite Element Method that have been migrated to microprocessor management. Finally, elucidate how to approach the interpretive interpretative language between man-machine, such as HMI, which generate use gradients as a way to display tests throughout use, mainly generating a parameterization of situations that may occur. , consider the weather, use, exterior actions and weathering.

Key-words: bonds, chemical, analysis, methods, finite



1. INTRODUÇÃO

A análise dos elementos finitos, objeto de estudo desse artigo, é um método que se desenvolveu a partir de uma dinâmica computacional possibilitando simulações de esforço que traz ao projetista um panorama abrangente acerca das situações que por ele irão ser enfrentadas. Nesse contexto, este estudo tem como basilar uma explicação breve sobre tal método que, certamente, trará aos interessados pela conjuntura de atividades, um direcionamento sobre esforços e diagrama de forças em estruturas metálicas.

Desta forma, far-se-á um desenvolvimento em 3 etapas, a primeira abordagem se dará ao entendimento sobre o nascimento dessa metodologia de análise, demonstrando quais são suas bases de cálculos e a integral que representa o embrião dessa problemática. Em paralelo, a segunda etapa, norteada ao desenvolvimento do cálculo-base, concluiu que a série de Fourier trouxe uma contribuição impar a implementação de um contexto computacional.

Por fim, a análise computacional numa circunstancia global, representa, desde a terceira revolução industrial, um crescimento exponencial de estudos sobre simulações de esforços cotidianos sofridos, parâmetros que são elaborados de acordo com o material em análise e softwares que demonstram, como abordado no estudo, gráficos de tensão-deformação e o gradiente de energia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Primário

O objetivo primário deste estudo é fazer uma análise através de softwares capazes de avaliar esforços estruturais através do Método de Elementos Finitos (MEF) visando principalmente conceder à estrutura, através da parametrização inicial do projeto, simulações e seguridade à estrutura por inteiro.

2.2 objetivos secundários

- Discriminar o que é o Método dos Elementos Finitos;
- Demonstrar como é feito o processo de análise estrutural
- Avaliar os esforços estruturais causados isoladamente através de softwares.



3. JUSTIFICATIVA

Desde a terceira revolução industrial ocorrida por volta de 1950, a humanidade encontrou uma necessidade crescente na automação e a geração de interdependência entre o homem e a máquina. Tal revolução foi marcada pela robótica, pela genética, informática e as telecomunicações, no entanto, devido a finalidade desse estudo, a informática será o ponto principal de estudo.

Vale ressaltar que a informática tornou-se uma forte aliada na elaboração de projetos de grande escala e, devido ao avanço tecnológico diante da conjuntura do século XXI, a humanidade conseguiu além de elaborar projetos grandiosos, avaliá-los, simular situações cotidianas e parametrizar situações de estresse estrutural como forma de entender tudo acerca das estruturas metálicas.

Baseado nessa máxima, o objetivo deste estudo visa conceder ao sistema integrado de softwares, através de comandos computacionais, eletrônicos e eletrônicos, formas de simular as atividades de uma estrutura de acordo com suas propriedades. Desta forma, evidencia-se que os Softwares vem se tornando um forte aliado no que concerne à problemática por traz de uma função importante de determinado setor, tornando-o, sobretudo independente com o acompanhamento das atividades e gerando concessão de alertas para possíveis erros e falhas no desenvolvimento do projeto.

4. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi um estudo de caso baseado nas bibliografias publicadas nos últimos 15 anos, no qual foram realizadas consultas a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes base de dados "Livros", "Artigos Científicos", além de sites relacionados às "Normas Brasileiras Regulamentadoras". O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados no período supramencionado com base de pesquisa guiadas pelas palavras-chave: "Linearidade", "serie", "Fourier", "Métodos", "Elementos" e "Finitos".

5. REFERENCIAL TEÓRICO

Em primeiro plano, é importante salientar que o desenvolvimento de determinados estudos se deu, principalmente, pelo avanço tecnológico ocorrido por meados do século XVIII com o advento da primeira revolução industrial. Cabe enfatizar que a análise acerca do assunto referente ao Método dos elementos finitos – MEF, se deu por volta de 1960 com a terceira revolução industrial, tida como uma revolução dos meios de produção, robótica e principalmente a informática, objeto



fundamental na composição do estudo (AZEVEDO, 2003).

5.1 Histórico

É extremamente difícil designar um espaço/tempo para datar o nascimento dessa análise, no entanto, cerca de sete décadas atrás o homem pôde utilizar os pilares da informática para auxiliar em cálculos, outrora feitos à mão, baseados em algoritmos computacionais. Resumidamente os cálculos basilares do MEF, coexistem devido à formulação de uma integral substituída a complexidade do cálculo volumétrico por um somatório de integrais de geometria simples (Equação 1), em primeiro plano é bem complexo, no entanto, no desenvolvimento dos conceitos desse estudo, constatar-se-á que esta análise é simples devido ao auxílio de computadores (ALVES FILHO, 2018).

$$\int_v f dV = \sum_{i=1}^n \int_{v_i} f dV \quad \text{Eq. (1)}$$

Tomando como base a máxima supracitada, os MEF nada mais é que a utilização de uma malha de polígonos numa conjuntura de substituição de ligações químicas e estruturas cristalinas dos metais (ver figura 1 e 2). No início, quando a abordagem do MEF nasceu, basicamente suas análises eram acerca de vigas, pórticos, treliças e outras estruturas simples, denominadas de estruturas reticuladas. Por outro lado, as estruturas não reticuladas, composta não apenas por estruturas primárias, mas pelo conjunto de propriedades em relação aos materiais de sua composição, como as lajes, vigas estruturais da construção civil e paredes, são estudadas no âmbito de maior complexidade (AZEVEDO, 2003).

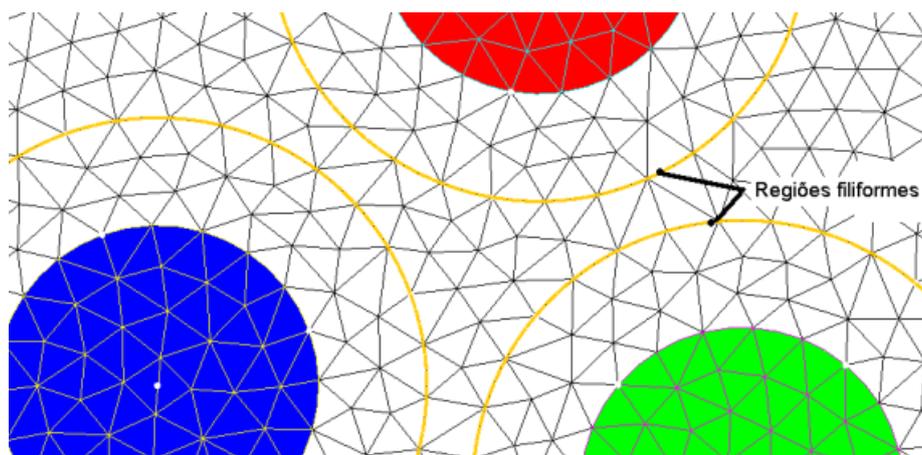


Figura 1 – Estrutura de base poligonal
Fonte: Di Marzo (2010)

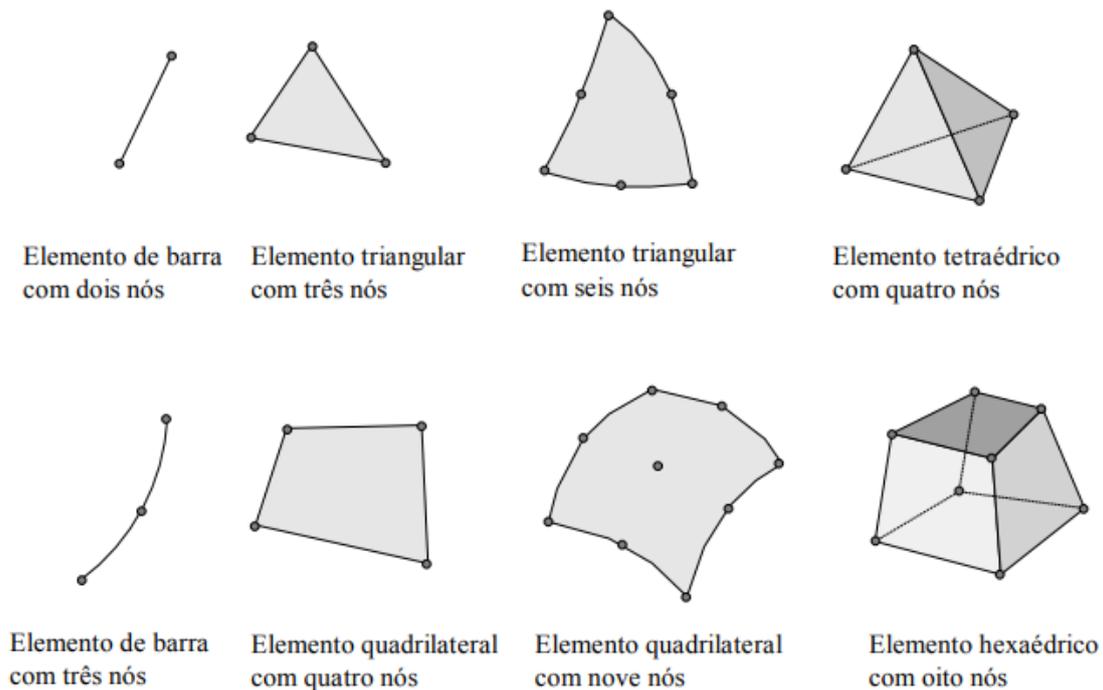


Figura 2 – Elementos de composição da malha
 Fonte: Souza (2013)

Fazendo um adendo, a análise pelo Método de Elementos Finitos, usa as propriedades físicas tais como tensão, reformação, elasticidades e outras, para fundamentar seus cálculos. Antes dessa problemática, como visto acima, toda a elaboração desta análise, hoje computacional, se dava com a utilização de fórmulas principalmente a série de Fourier. Esta formulação é uma série trigonométrica, visto que o basilar do MEF são polígonos, usada para representar determinada funcionabilidade de períodos e funções infinitas do processo físico em uma forma matemática com a utilização de senos e cossenos, diminuindo a complexidade das ligações e interações das ligações atômicas e metálicas para uma fórmula (ver equação 2) (SANTOS, 2004).

$$a_0 = \frac{1}{L} \int_c^{c+2L} f(t) dt, a_n = \frac{1}{L} \int_c^{c+2L} f(t) \cos\left(\frac{n\pi t}{L}\right) dt \text{ e } b_n = \frac{1}{L} \int_c^{c+2L} f(t) \text{sen}\left(\frac{n\pi t}{L}\right) dt$$

Eq. (2)

A série Fourier, nasceu numa conjuntura para solucionar problemas físicos, objeto deste estudo, no entanto, o desenvolvimento matemático de uma síntese de fenômenos ocasionou novas fronteiras matemáticas principalmente na propagação do calor em corpos rígidos, porém esta análise sobre a fundamentação da teoria demonstra que qualquer função com suas complexas particularidades podem ser decompostas em uma combinação de senoidais infinitos baseada, sobretudo, por um somatório de senos e cossenos (SANTOS, 2004).

5.2 Tipos de análise estrutural

Como visto, a formulação de trabalho do método dos elementos finitos é baseada numa conjuntura de equilíbrio, e, por ventura, quando se exige uma análise sobre a estrutura a primeira abordagem a ser realizada é quanto a classificação geométrica, em segundo as propriedades constituintes e, por fim, aplicabilidade das ações, neste caso, forças ao decorrer do tempo (LEMKE, 2005).

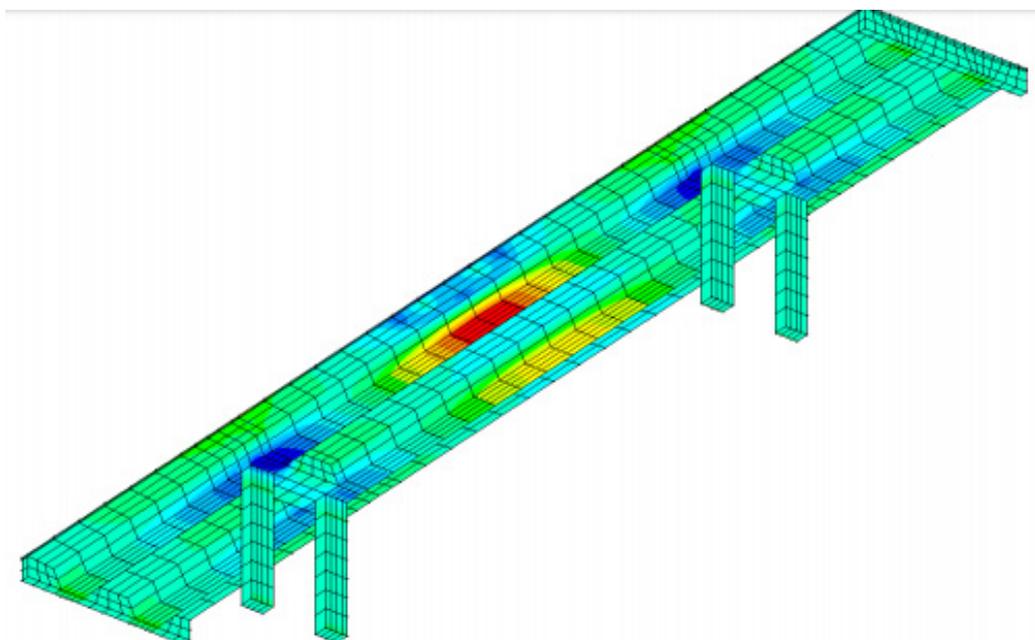


Figura 3 – Estrutura sob efeito de foças.
Fonte: Azevedo (2003)

Análise estrutural pode ser definida como a determinação dos efeitos suportados pelas estruturas físicas, pontos de fixação e seus componentes. De maneira genérica, as estruturas que se enquadram nessa conjuntura de análise, estão as pontes, os veículos, camadas de solo, as próteses e principalmente os edifícios.

5.2.1. Análise linear

Tal situação é descrita pela capacidade do material voltar ao estágio normal, associando as exigências de retorno às configurações iniciais, mesmo depois de terem sofrido tensões e deformações oriundas de ações que estejam externas. Comumente observada na construção civil, esta análise tem por características a distribuição de esforços calculados na região da seção transversal da estrutura (ver figura 4) (FONTES; PINHEIRO, 2005).

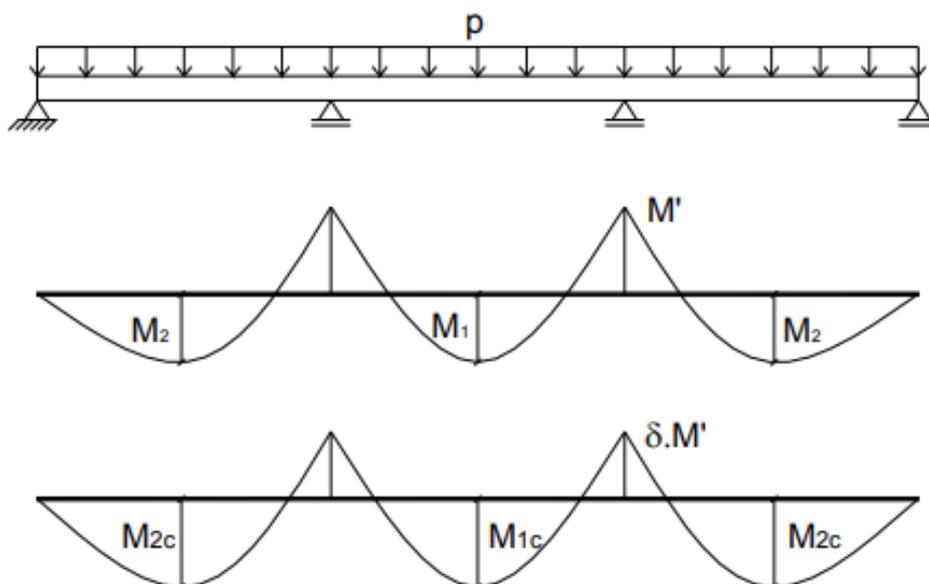


Figura 4 – diagrama de distribuição das forças.
 Fonte: Fontes; Pinheiro (2005)

5.2.2 Análise Não-linear

Nesse comportamento, a análise não linear faz um apanhado de modo geral de como será a disposição de forças ao longo da estrutura, demonstrando que, neste caso, as forças resultantes não serão aplicadas de maneira uniforme e por conseguinte, não será responsável por geral uma conformidade no resultado. Outrossim, é usada a não-linearidade física para acompanhar as tensões e deformações resultantes do esforço, além da não-linearidade geométrica para elencar a deformação geométrica em um comparativo com o estado de repouso (FONTES; PINHEIRO, 2005).

5.3 A linguagem interpretativa de softwares

As estruturas objeto desse estudo, serão analisadas de acordo com a conceitualização supramencionada, cuja maneira de análise se baseará na forma de malhas, evidenciada pela diminuição da complexidade de uma estrutura cristalina e suas propriedades físicas, para uma estrutura unidimensional composta por “malhas” e “nós”. Como mostra a figura 5, as malhas e os nós são parte da confecção de uma estrutura metálica em um software, nas quais demonstram a variabilidade de elasticidade, força, tensão e deformação por um gradiente de cores, do menor ponto de esforço (verde) para o maior ponto de esforço (vermelho) (DI MARZO, 2010).

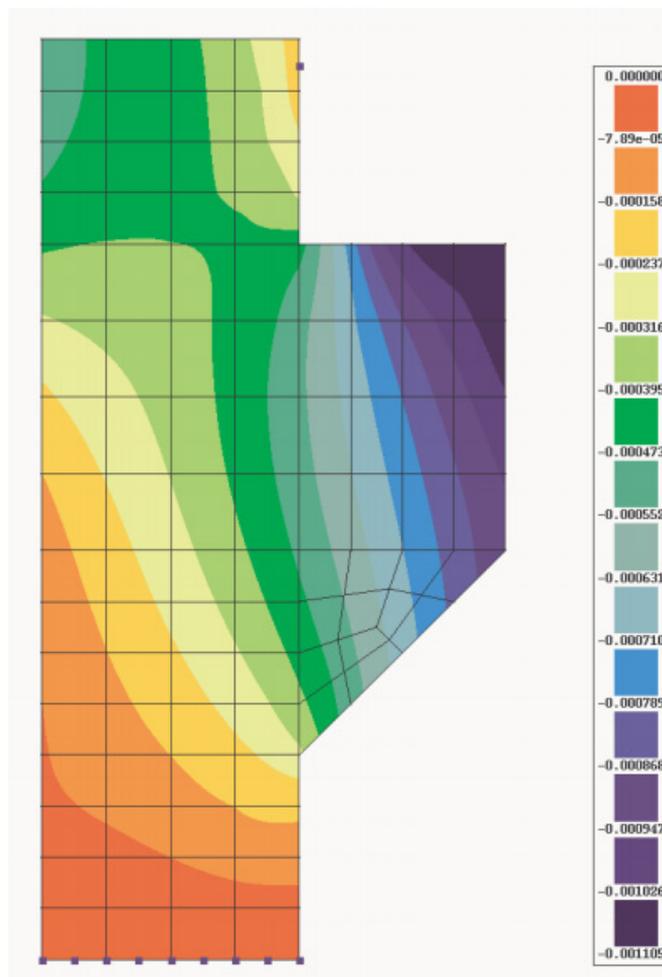


Figura 5 – Gradiente de esforço e deslocamento vertical (-) esquerda (+) para a direita
 Fonte: Di Marzo (2010)

Com a utilização das visualizações das malhas é possível entender quão deformada se tornaria caso o esforço seja incidente e perpétuo. Dessa forma, mesmo que as formulações matemáticas sejam precisas e coerentes, é notório que seja impossível uma interpretação do desenvolvimento da força como um todo, ou seja, não há como parametrizar o deslocamento e de que maneira ele se dará ao longo do esforço. Em contrapartida, com a utilização de softwares e uma linguagem de programação atreladas à proporções matemáticas, é possível descrever todo o trajeto de uma força ao longo da estrutura, ou seja, a simulação ocorre sem incongruências, desde que as propriedades discriminadas no programa sejam as mesmas das composições da liga metálica (ver figura 6) (AZEVEDO, 2003).

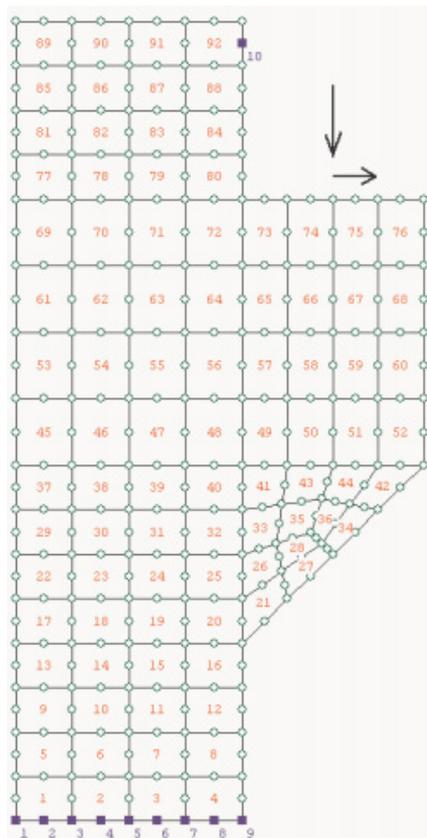


Figura 6 – Malhas e nós de uma estrutura programável
 Fonte: Azevedo (2003)

Notoriamente, é perceptível, como abordado no subitem anterior, que a diminuição da complexidade das malhas atômicas e, por conseguinte, metálicas, se deu pela substituição de malhas e nós, que farão o papel, baseado nas propriedades físicas, de elementos constituintes da liga metálica, quer seja em situação de esforço, quanto em situação de repouso (DI MARZO, 2010).

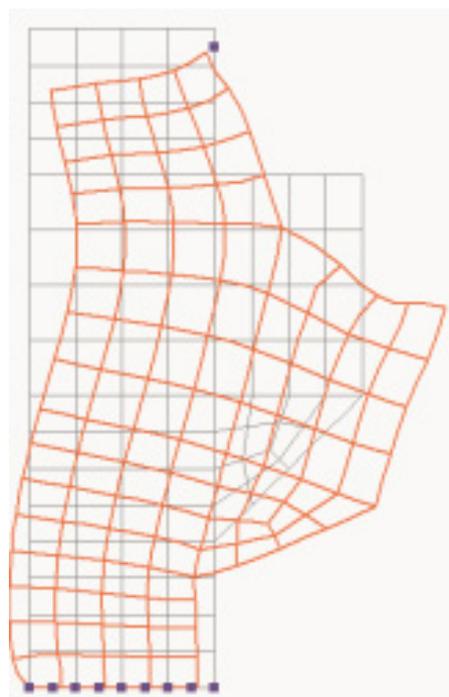


Figura 7 – Simulação do resultado de aplicação das forças
 Fonte: Azevedo (2003)

Na figura 6, a estrutura recebe esforços descritos pelas setas na diagonal superior direita, e toda a constituição da liga metálica, composta por 92 duas unidades de malhas, sofrerá o desenvolvimento das forças ao longo desta análise, e após o esforço, entra-se com o papel dos softwares em parametrizar a simulação de como essa estrutura se encontrará ao término da aplicação da força (ver imagem 7) (AZEVEDO, 2003).

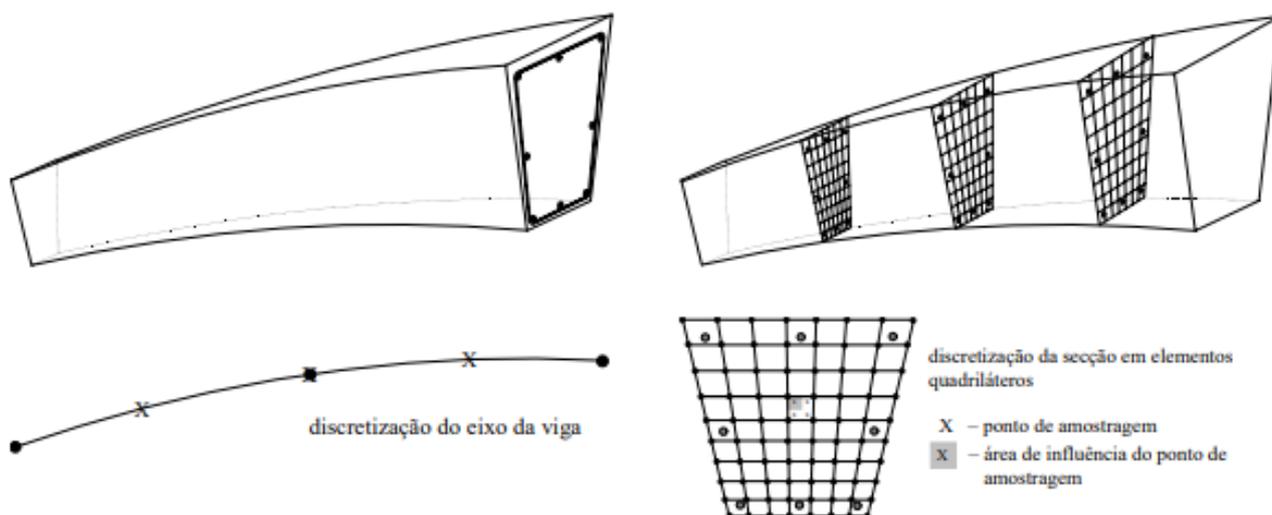


Figura 8 – Composição das estruturas e análise forças fora do eixo
Fonte: Azevedo (2003)

Por esse motivo, vale ressaltar que a análise dos elementos finitos com base na computação tem se mostrado de grande eficiência, tornou-se possível simular esforços, prever situação e prevenir quebra, cisões ou rompimentos de elementos metálicos. Os softwares, conforme figura tem papel importante na obtenção de todo êxito advindo com essa métrica, graças às revoluções industriais que se sucederam, às dedicações de grande ícones como Fourier e sobretudo, as relações interpessoais com diversas partes do mundo que auxiliaram o desenvolvimento das atividades que foram objeto deste estudo (DI MARZO, 2010).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que o Método dos elementos finitos, desde sua fase mais inicial e rustica, representou a cisão entre a expectativa e realidade, elucidou com base nos estudos do matemático, físico, historiador e engenheiro, Jean-Baptiste Joseph Fourier a importância da matemática na previsão de circunstâncias que poderiam ser geradas em relação aos esforços de estruturas metálicas. Outrossim, a parametrização de materiais como metais, ligas, polímeros, ou seja, elementos químicos diferenciados, se deu a partir da constante e da integralização de simulações computacionais por ele elaborada, que, nas circunstâncias do século XXI, resultam numa fonte de confiabilidade para elaboração de estruturas metálicas representantes do setor industrial.

Referencias

ALVES FILHO, Avelino. **Elementos Finitos–A base da tecnologia CAE**. Editora Saraiva, 2018.

AZEVEDO, Álvaro F. M.. **Método dos Elementos Finitos**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. 2003

AZEVEDO, Álvaro FM et al. **Software no ensino e no projecto de estruturas**. In: III Congresso Luso Moçambicano de Engenharia. 2003. p. 81-92.

FONTES, Fernando Fernandes; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Tipos de análise estrutural para elementos lineares segundo a NBR 6118: 2003**. 2005. Tese de Doutorado. Tese (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos-SP.

GIL, A.C. **Metodos e Técnicas De Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIUSEPPE RENATO DI MARZO. **Aplicação dos elementos finitos na análise de tensões induzidas em cabos umbilicais**. 2010.

LEMKE, Cristiano. **Modelos De Equações Estruturais Com Ênfase Em Analise Fatorial Confirmatória Nos Software AMOS**. 2005.

SANTOS, Fabiano J. Introdução às séries de Fourier. **Belo Horizonte: PUC Minas, Instituto de**, 2004.

SOUZA, Remo Magalhães. **O Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Problema de Condução de Calor**. 2013.

**ABASTECIMENTO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO
DE SÃO LUIS – MA
UM ENFOQUE BIBLIOGRÁFICO**

SUPPLY AND MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE CITY OF
SÃO LUIS – MA: A BIBLIOGRAPHIC APPROACH

Maria Nunes da Silva Neta

Resumo

O presente artigo possui como objetivo colher informações bibliográficas acerca do abastecimento e gestão dos recursos hídricos no município de São Luís-MA, assim como colher dados através dos respectivos órgãos responsáveis pela manutenção do recurso hídrico, como a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA/MA), decretos e leis estaduais, informações da Agência Nacional de Águas (ANA), e a ONU – Organização das Nações, além de aspectos legais referentes ao tema abordado deste artigo.

Palavras chave: Abastecimento, Água, Saneamento, Meio Ambiente, Recurso Hídrico, Gestão.

Abstract

This article aims to collect bibliographic information on water supply and management in the municipality of São Luís-MA, as well as collect data through the respective bodies responsible for maintaining water resources, such as the State Secretariat of Environment and Resources. Natural (SEMA / MA), Decrees and state laws, information from the National Water Agency (ANA), and the UN - Organization of Nations, as well as legal aspects related to the topic addressed in this article.

Key-words: Supply, Water, Sanitation, Environment, Water Resource, Management.



1. INTRODUÇÃO

O abastecimento e gestão dos recursos hídricos possui uma importância singular visando que a sociedade local vem crescendo de forma desordenada, acompanhando consigo uma demanda exponencial por recursos naturais, trazendo problemas quanto a “demanda x disponibilidade”. Justificando o artigo nos âmbitos, social, político e econômico, o presente artigo apresenta que a escassez dos recursos hídricos potável nunca foi tão abordada e temida como no século atual, a falta d’água, modificações climáticas extremas, e a falta da gestão do recurso trouxe à tona problemas ambientais alarmantes. A gestão hídrica tornou-se uma ferramenta positiva no controle e proteção dos mananciais hídricos, além de que visa o uso racional do recurso, utilizando-o de forma consciente.

Em São Luís o sistema de abastecimento é composto por cinco pontos de áreas de distribuição e em 2015 o reservatório do Batatã, que é o principal da cidade, operou com menos de 5%, e em novembro do mesmo ano operou com menos de 1% da capacidade mínima. Em 2016 ele passou nove meses desativado por não possuir quantidade necessária de água para ser bombeada para as residências no município de São Luís, sobrecarregando assim, os outros reservatórios da capital. Em 2018 o reservatório do Batatã operou com 18% do volume mínimo da sua capacidade. Desde 2008 o reservatório não opera dentro da sua capacidade máxima, fazendo assim, com que boa parte da população ludovicense sofra com a falta de disponibilidade hídrica. A capital possui um índice pluviométrico elevado, sendo a 5ª capital com maior precipitação pluviométrica do Brasil, dados do NUGEO/2018 (Núcleo Geo - Ambiental da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA), não justificando em teoria o problema recorrente da falta de água na capital.

Neste contexto, buscou-se identificar as informações disponíveis referentes ao abastecimento e gestão dos recursos hídricos no município, analisando sobre a importância do tratamento da água e disponibilidade hídrica das águas superficiais da cidade, relatando os dados fornecidos pelos órgãos competentes quanto a abastecimento e gestão dos recursos hídricos no município de São Luís/MA e apresentando de forma clara e concisa a revisão literária acerca da importância da proteção e uso racional dos recursos hídricos.

Trouxe como método de pesquisa descritiva, através de fontes de pesquisa secundárias e qualitativas, o artigo científico em seu corpo bibliográfico apresentou dados pesquisados de diferentes autores bibliográficos, artigos acadêmicos e pesquisa virtual publicados nos últimos 20 anos em sites brasileiros que se referiam sobre o tema de Abastecimento e Gestão dos Recursos Hídricos na cidade de São Luís.



2. REVISÃO

2.1 Tratamento da água e sua importância para a vida

Em um contexto histórico, a água sempre apresentou um parâmetro importante e crucial para a sobrevivência de qualquer espécie no ecossistema, seja para o próprio consumo ou como fonte de irrigação para alimentos. As cidades ao longo do tempo foram construídas às margens dos corpos hídricos disponíveis no habitat, sendo assim fonte de alimento, nutrição para a sociedade ali instalada, e exportação de produtos, conforme a modernização da humanidade. Com o avanço em larga escala, em suma no último século, das tecnologias existentes, possibilitando que o uso da água não se direcione-se somente para uso doméstico, higiene, alimentação, mas também, como forma de geração de energia elétrica, assim como para a irrigação agrícola, desviando em muitas vezes os cursos naturais de corpos hídricos.

Entretanto, entre todos os efeitos positivos que a modernização pode ter trazido para a humanidade, trouxe consigo, problemas sérios de poluição hídrica, escassez dos recursos em alguns locais, contaminação dos corpos d'água por microrganismos que carregam patógenos de vinculação hídrica, que em alguns casos podem levar a óbito. Continentes como a África, sofrem em suma com problemas relacionados a abastecimento, saneamento e falta de gestão dos seus recursos hídricos, resultando em um colapso ambiental que afeta também a saúde da população. Segundo a ONU – Organização Mundial da Saúde (2017), cerca de 1/3, transformando em números, cerca de 4,5 milhões de africanos sofreram com problemas de abastecimento e falta de saneamento básico. Mostrando assim que a gestão dos recursos hídricos é quase inexistente em alguns lugares no mundo.

Foram fixados em 2015 pela Organização das Nações Unidas, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como um plano de ação para as pessoas, e as metas 6.1 e 6.3 respectivamente explicam que: [...] Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos. Os serviços de água potável com gestão segura – ou seja, localizados em instalações, disponíveis quando necessário e livres de contaminação – foram proporcionados para apenas 71% da população mundial (5,2 bilhões de pessoas); [...] Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

Segundo Rego, Fernandes e Gomes (2007), o comprometimento da qualidade da água é um dos mais graves problemas ambientais, pois a vida se desenvolve na



Terra tendo como principal suporte a água. A eminente ameaça da falta de água potável, o crescimento acelerado na população e com a maior concentração dessa população nos centros urbanos, acabam acarretando em uma sobrecarga na disponibilidade x demanda. De acordo com SHIKLOMANOV (1998, p. 2, tradução nossa):

Os recursos hídricos ocupam um lugar especial entre outros recursos naturais. A água é a substância mais amplamente distribuída em nosso planeta, embora em quantidades diferentes, está disponível em todos os lugares e desempenha um papel vital, tanto no ambiente como na vida humana.

A ameaça da falta d'água é um prognóstico palpável e visível, assim como a possível extinção do recurso natural potável, para uso humano, agrícola e industrial, podendo inviabilizar a nossa existência. A quantidade e qualidade da água está diretamente ligada ao crescimento exacerbado da sociedade e o seu desuso inconsciente do recurso, ficando mais evidente o problema da falta da água em vários locais no mundo. Dados da Unicef – Fundo das Nações Unidas para a Infância e da OMS – Organização Mundial da Saúde, apontam que 2,6 bilhões de pessoas, não possuem saneamento básico e que cerca de 1,1 bilhões de pessoas ainda não possuem um sistema de abastecimento de água devidamente adequado. Estes mesmos dados apontam que se este prognóstico evoluir, em 2050 45% da população mundial viverá em países onde estes não poderão garantir a cota mínima diária de 50 litros por dia/habitante.

2.2 Disponibilidades hídrica das águas superficiais da cidade de São Luís/MA.

EPAGRI (2006) explica de forma clara a composição da água: A água é um mineral formado por dois átomos de hidrogênio (H) e por um átomo de oxigênio (O) (H_2O).

A água por ser um recurso natural finito e fonte principal no ciclo da vida, está em continuo movimento, levando os nutrientes necessários para a vida no planeta. Suas reservas são constantemente renovadas através das precipitações das chuvas, recarregando os aquíferos e garantindo o ciclo hidrológico, contudo a sua distribuição não ocorre de forma igual pelo o planeta. A Terra é 70% coberta por água, sendo 2,5% dessa água é doce, ou seja, apta para consumo humano. Dentro desses 2,5%, 29,7% estão depositados nos aquíferos; 68,9% nas calotas polares; 0,5% em rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios. Sem a água nenhuma espécie vegetal ou animal pode sobreviver, portanto, ela torna-se indispensável para a manutenção da vida.

A existência do recurso hídrico está dividido em duas modalidades: águas subterrâneas e águas superficiais. As águas subterrâneas são todas as águas que



correm abaixo da superfície terrestre, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), (...) as águas subterrâneas são formadas pelo excedente das águas de chuvas que percorrem camadas abaixo da superfície do solo e preenchem os espaços vazios entre as rochas. Águas superficiais são as águas que não penetram no solo, acumulam-se na crosta terrestre, dando origem aos lagos, rios, riachos, córregos e etc. Conforme a ANA:

[...] Elas são consideradas uma das principais fontes de abastecimento de água potável do planeta. É importante o monitoramento frequente das águas superficiais, a fim de conhecer a quantidade e a qualidade disponíveis e gerar insumos para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, que devem garantir o acesso aos diferentes usos da água.

A capital maranhense, entre outras cidades do Brasil, ocupa um lugar de destaque quanto a disponibilidade hídrica para a população, pois a ilha de São Luís é cortada por cursos d'água. A hidrografia da capital é composta por nove rios: Anil, Bacanga, Tibiri, Paciência, Maracanã, Calhau, Pimenta, Coqueiro e Cachorros. O Rio Bacanga ocupa uma posição de destaque entre os demais, pois este é o maior rio da cidade (com 233,84km de extensão), este deságua na Baía de São Marcos e tem o percurso de 16,8 km; este rio corta diversos bairros como: Vila Embratel, Sá Viana, Pindorama, João Paulo, Filipinho, Coroadinho, Praia Grande e Sacavém. A proximidade com a região urbanizada da cidade, favorece em suma para a deterioração e posterior insuficiência na demanda do recurso hídrico na capital. O segundo maior rio que corta a capital é o Anil (com 12,63km de extensão), este é o responsável por fazer a divisão entre o Centro Histórico e a parte industrializada de São Luís.

Dados liberados em 2016 pelo Instituto Trata Brasil, instituto que desde 2009, com base nos dados que o Sistema Nacional de Informações e Saneamento Básico (SNIS), vem fazendo o levantamento das 100 maiores cidades do Brasil com saneamento adequado. Afirma que a cidade de São Luís está na 83ª posição, segundo os dados, São Luís oferece serviços de água tratada a 80,62% dos habitantes, mas apenas 45,5% deles têm acesso à coleta de esgoto, e somente 8,07% do esgoto gerado é tratado, ou seja, naquele ano 91,93% do esgoto gerado na cidade não era tratado e lançado de forma incorreta aos seus cursos d'água.

2.3 Abastecimento de água no município de São Luís/MA

A prestação de serviços de abastecimento e esgotamento sanitário é realizado pela CAEMA e a prefeitura de São Luís, que também é responsável pelas obras de drenagem da capital, atua através da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOSP, as duas respondem diretamente a SUSAN – Superintendência de Saneamento Básico. A CAEMA informa ainda:

A Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA é uma empresa de economia mista, que detém a concessão de execução operação e exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de São Luis, através do termo de Ratificação Contratual, firmado entre a CAEMA e a Prefeitura Municipal de São Luís, em 1996 com vigência até 2026.

O abastecimento de água é feito através dois pontos de coleta tradicionais o Sistema Italuís, localizado no Km 56 da BR 135, capta água do Rio Itapecuru. O Sistema Sacavém é abastecido pela Barragem do Batatã, Rio do Prata e Riacho Mãe Isabel, além de ter contribuição de poços tubulares profundos. O Sistema Paciência é suprido por 16 poços tubulares profundos, sendo: 8 pertencentes ao Sistema Paciência I e 8 pertencentes ao Sistema Paciência II.

- Sistema Italuís: Alemanha; Parte do João Paulo; Filipinho; Vinhais; Recanto dos Vinhais; Renascença; São Francisco; Ponta do Farol; Maranhão Novo; Ipase; Cohafuma; Vila Palmeira; Coroadinho; Ivar Saldanha; Vicente Fialho; Parte do Anil; Vila Itamar; Parte do Calhau; Coheb Sacavém; Área do Itaquí Bacanga; Angelim; Bequimão e Cohama.
- Sistema Sacavém: Centro; Parte do João Paulo; Parte do Monte Castelo; Liberdade; Bairro de Fátima e Adjacentes.
- Sistema Paciência I: Cohatrac I, II, III, IV e V; Cohab I, II, III e IV; Residencial Araçagy I e II; Parque dos Sabiás; Jardim Primavera; Itaguará; Cruzeiro do Anil; Planalto e Adjacências.
- Sistema R – 8 Cohama: Calhau; São Francisco; Renascença; Vinhais; Cohama; Maranhão Novo; Bequimão; Ipase; Angelim; Sacavém; Jordoa, João Paulo; Filipinho; Alemanha; Coroado; Bairro de Fátima; Radional; Santa Cruz e Adjacências; São Cristóvão; Parque Universitário; São Bernardo e João de Deus.
- Sistema R – 6C: Cohatracs; Jardim Primavera; Jardim Araçagy e Adjacências.

A CAEMA informa que São Luis conta com duas estações de Tratamento Convencional (Sistema Sacavém e Italuís), cinco estações de Tratamento de Fluxo Ascendente e trezentos e doze poços tubulares profundos.

Em uma Estação de Tratamento Convencional, o recurso hídrico irá passar por um processo sequencial de Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção, Fluoretação e Correção da Acidez.

No Tratamento de Fluxo Ascendente é utilizado um reator chamado de UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) para a estabilização e tratamento da matéria orgânica em processos primários de tratamento, conforme OLIVEIRA & SANTANA (2011). Nos Poços Tubulares Profundos é utilizado em sistemas tubula-



res de poços subterrâneos profundos onde há a captação de água potável, para a distribuição em sua rede.

2.3.1 Sistema Italuis

O sistema é constituído por uma ETA (Estação de Tratamento de Água), uma adutora de água bruta e de água tratada que é levada até uma câmara de transição localizada na cidade de São Luís, no bairro do Tirirical. No Tirirical está água tratada é reservada em sub-adutoras e a partir desta localidade é distribuída para os demais reservatórios da cidade. Localizado no município de Bacabeira, a captação de água se vem através do rio Itapecuru, próximo as localidades do povoado de Timbotiba, no município de Rosário.

2.3.2 Sistema Sacavém/Bacanga

Este sistema é abastecido com águas superficiais e possui a barragem do Bacanga, Rio da Prata, Rio Maracanã e Rio Mãe Isabel, como os pontos de captação do recurso hídrico, este sistema está localizado dentro do Parque Estadual do Bacanga. A água coletada é enviada para a ETA do Sacavém, recebendo o tratamento adequado para a distribuição na cidade.

2.3.3 Sistema Paciência I e II

Abastecidos por dois poços de água subterrâneas distinguidos como Paciência I e II, destros destes recebem a correção de pH e tratamento adequado, para então serem distribuídos.

2.4 Legislação pertinente sobre o abastecimento de água

No âmbito jurídico a Conferência de Estocolmo 1972 trouxe um marco quanto a inserção de sistemas de leis que visassem a sustentabilidade e a proteção dos recursos naturais. No Brasil começou-se a estabelecer princípios, objetivos e instrumentos capazes de desenvolver ações visando assegurar à presente e às futuras gerações o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme o art. 225 da CF., além de outras Leis, portarias, resoluções de leis entre outros, a legislação brasileira em teoria prioriza o uso racional do recurso hídrico, entre eles:



- Lei do Saneamento Básico nº 11. 445/07, que estabelece as diretrizes nacionais e a política federal do saneamento básico.
- Anexo XX da Portaria 05/2017 do Ministério da Saúde, que estabelece procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- Resolução nº 357/05 e nº 430/11 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- Decreto nº 5. 440/05 que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água dos sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para a divulgação e informação ao consumidor sobre a qualidade da para consumo humano
- Lei 8078 / 1990 – Código de Defesa do Consumidor. Art.6º - São direitos básicos do consumidor: Inciso III: a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificações corretas de qualidade, característica, composição e preço, bem como sobre os riscos que apresentam. Art.31º - A oferta e apresentação de produtos e serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidade, posição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança aos consumidores.
- Lei nº 9.984, de 17 de julho 2000, que criou a Agência Nacional de Águas – entidade federal de implementação da PNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos).

2.5 Gestão dos recursos hídricos no município de São Luís/MA

O gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas do município é de extrema importância para o uso posterior do mesmo, garantindo a sua utilização correta para uso doméstico, agricultura e indústria. A água é um recurso finito, essencial para a vida e a sua gestão correta é imprescindível para a manutenção de qualquer forma de vida. Por ser um bem público, os governos municipais, estaduais e federais são responsáveis por sua manutenção e distribuição. A gestão do recurso é feita através de planos de gestão hídrica e os dados são coletados através dos órgãos competentes, como as Secretarias de Meio Ambiente (SEMA) em parceria com a ANA – Agência Nacional das Águas.

No município de São Luís a gestão das bacias existentes na cidade são de



responsabilidade da SEMA/MA – Secretaria de Meio Ambiente/MA, esta fiscaliza e cumpre as metas acordadas com a ANA. O Maranhão faz parte do programa Progestão (Programa de Consolidação do Pacto Nacional Pela Gestão das Águas), conforme a SEMA:

O Progestão foi criado em 2013 pela ANA com o objetivo de estimular os estados a fomentarem as ações de gestão de recursos hídricos, com aperfeiçoamento da rede de monitoramento de rios, formação de banco de dados relativos à disponibilidade hídrica ou emissão de outorga (autorização) para uso dos recursos hídricos, elaboração de estudos e planos de bacia, capacitação ou implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Conforme a ANA o Progestão foi criado para (...) incentivo financeiro, com o princípio de pagamento por alcance de metas definidas entre a ANA e as entidades estaduais, com base em normativos legais. Criado com a finalidade de fortalecer a gestão dos recursos hídricos, promovendo o uso múltiplo o sustentável da água. Outra ferramenta de gestão do recurso hídrico são os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), estes por sua vez, conforme SEMA, que os CBHs são órgãos que consolidam a descentralização da gestão, sendo constituídos por três setores da sociedade e tendo como unidade de gerenciamento da bacia hidrográfica. São instâncias colegiadas cujos membros exercem a função de um parlamento das águas, pois tomam decisões sobre questões referentes à bacia.

A ANA afirma também:

Os comitês são conhecidos como os Parlamentos da Água, nas respectivas bacias. Isso significa que sua função é, basicamente, deliberativa, com poderes para decidir sobre questões bem definidas na Lei 10.350/94. Além disso, atuam como fóruns de debate sobre questões afins aos usos dos recursos hídricos, sempre entendidos como bens ambientais (portanto intrinsecamente vinculados aos demais componentes ambientais), como bens sociais (dada a importância da água e dos cursos de água em todas as manifestações de vida coletiva) e como bens econômicos (em função de sua escassez cada vez maior e pelo valor que a água tem no processo produtivo). O objetivo dos comitês de bacia é estabelecer metas (sejam qualitativas, sejam quantitativas) socialmente consensadas (tanto por usuários quanto pela população da bacia), a serem atingidas pela execução dos chamados Planos de Bacia, nestes incluídos prazos, custos e fontes de recurso. A cobrança pelo uso da água é a mais importante dessas fontes de recursos, com critérios e valores a serem aprovados pelo respectivo Comitê.

No Maranhão existem dois Comitês de Bacia Hidrográfica, a cidade de São Luís faz parte da região hidrográfica chamada de Atlântico Norte Ocidental, compreendendo o sistema hidrográfico chamando de Ilhas Maranhenses. As duas grandes bacias que banham o município se chamam bacia do Munin e bacia do Mearim.



2.6 Gestões dos recursos hídricos: um olhar no futuro

Com o avanço das tecnologias e indústrias, sobretudo após a segunda guerra mundial, o olhar do mundo se voltou para a situação atual do nosso planeta e o quanto o meio ambiente estava se deteriorando por ações antrópicas. Com a missão de modificar positivamente os cenários atuais e futuros, as lideranças mundiais começaram a criar medidas que trouxessem alternativas para o melhor uso/reuso dos recursos naturais. A necessidade de trazer soluções para algumas alternativas ambientais, começou-se a serem feitas conferências mundiais, e nos anos 70 a mais conhecida e pioneira entre as outras foi a Conferência de Estocolmo, onde foi ratificado o Protocolo de Kyoto, que, com a organização da ONU, exigiu que as futuras gerações das populações mundiais obtivessem o direito incontornável de viver em um ambiente saudável e com a disponibilidade dos recursos naturais para as futuras gerações preservados. Após estes eventos houveram outras reuniões, como a Eco-92, Rio+10 e a Rio+20, onde ratificaram os acordos mundiais em preservação dos recursos naturais, em suma o uso racional e correto da água.

O planeta é constituído 97,5% da água disponível do mundo é salgada e imprópria para o consumo humano, e resta apenas 3% da água disponível o mundo próprio para o consumo da população. Dados do World Resources Institute (WRI) informa que 2040 como ano de escassez de água para 3,5 bilhões de pessoas no mundo, mais da metade da população mundial. A maioria dos problemas não está relacionada a quantidades absolutas, e sim, a maneira como a água é distribuída e como o conhecimento e os recursos associados a ela são disseminados (SELBORNE, 2001). A água faz parte de um ciclo de vida no planeta, e sua gestão correta está diretamente ligada a vida e a sua manutenção, assim como a saúde pública, visto que há diversas doenças de vinculação hídrica

Assunção, Bursztyn (2002) explana que a deterioração da qualidade dos recursos hídricos vem inviabilizando e/ou restringindo seus usos múltiplos, contribuindo para o surgimento e agravamento dos conflitos pelo o uso da água. Sabe-se que a carência de água é a principal barreira ao desenvolvimento e uma das razões primordiais que impedem a diminuição da pobreza nos países (CLARKE; KING, 2005).

A primeira conferência sobre as águas foi organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1977, na Argentina, chamado de "Plano de Ação do Mar del Plata, o público presente nesta Conferência era composto basicamente por técnicos e alguns políticos, ambos em número bastante reduzido, sendo isenta a participação da sociedade civil (CAPRILES, 2007). Este plano mostrou diversas questões, vividas em âmbito mundial, assim como: (a) o ambiente, a saúde e a luta contra a poluição; (b) as políticas, o planejamento, a gestão e os aspectos institucionais relacionados aos recursos hídricos; (c) a informação pública, a educação, o treinamento e a pesquisa na área; (d) a cooperação regional e internacional; e ainda, (e) os desastres naturais (ONU, 1982). Além de:



Cada país deve formular e analisar uma declaração geral de políticas em relação ao uso, à ordenação e a conservação da água, como marco de planejamento e execução de medidas concretas para a eficiente aplicação dos diversos planos setoriais. Os planos e políticas de desenvolvimento nacional devem especificar os objetivos principais da política sobre o uso da água, a qual deve ser traduzida em diretrizes e estratégias, subdivididas, dentro do possível, em programas para o uso ordenado e integrado do recurso (CEPAL apud ONU, 1998, 31; tradução nossa).

A partir desses eventos, outras conferências e eventos mundiais começaram a tratar o assunto “água” como imprescindível para a saúde e sobrevivência humana. Em 1997 ocorreu o primeiro Fórum Mundial da Água, no Marrocos. O país em parceria com a o World Water Council — WWC (Conselho Mundial da Água), sediou e a cada três anos esse evento volta a acontecer e informa as seguintes diretrizes:

(a) enfatizar a importância da presença do tema água na agenda política dos países; (b) apoiar o aprofundamento de discussões em busca de soluções para as questões internacionais relacionadas aos recursos hídricos; (c) elaborar propostas concretas e divulgar a importância delas ao mundo; e (d) gerar o comprometimento político dos países participantes (WWC, 2007b).

O planejamento e gestão dos recursos hídricos são um dos principais desafios da sociedade global no século. Encontrar alternativas viáveis de captação, armazenamento, distribuição, além de legislações e políticas públicas aplicáveis nos governos atuais, é um dos principais pontos para a proteção e reutilização desse recurso para a posterioridade e encontrar um equilíbrio entre o uso consciente e destinação final.

No Brasil implantou-se em 8 de janeiro de 1997, a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), a lei é popularmente conhecida como “Lei das Águas”, e possui como princípios básicos:

1. A água é um bem de domínio público.
2. É um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
3. Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação dos animais;
4. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
5. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos;
6. A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e conta com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Para BORSOI & TORRES (1997), com a aprovação desta lei, o Brasil alcançou as condições básicas para uma nova fase referente à gestão de recursos hídricos, em que todos usuários e comunidades envolvidas podem decidir sobre o melhor uso da água e ainda, sobre os investimentos em torno de suas bacias, juntamente



aos governos regionais e locais. Machado (2003) informa que o aperfeiçoamento do sistema brasileiro de gestão da água está diretamente relacionado a nossa capacidade de exercer a cidadania, de maneira que as leis constituem um processo e é por meio deste exercício que elas se tornam eficazes.

A gestão dos recursos hídricos está diretamente ligada ao cumprimento de políticas públicas eficazes, educação, conscientização e sensibilização da população com questões que ligam em suma a viabilidade da vida no planeta.

3. CONCLUSÃO

Neste artigo científico buscou-se compreender e dialogar sobre o uso da água e seus usos múltiplos para a sociedade, além de utilizar este proposto artigo como meio de debate sobre a crescente demanda hídrica da população ludovicense e sua destinação final. Tal debate se fez por meio de estruturas bibliográficas de autores renomados na área de Gestão Ambiental, Abastecimento, Uso múltiplos da água e do Recurso Hídrico.

O avanço das tecnologias aplicadas a conservação e cuidado no uso racional do recurso tem sido um dos principais fatores de evolução na conservação da natureza e a percepção ambiental política se tornou um aliado, quanto a necessidade de políticas públicas aplicáveis a proteção do meio ambiente.

O fator consciência e sensibilidade não entra no debate sobre o proposto tema somente como uma variável, mas sim, como fator determinante na conservação da gestão assertiva do uso racional do recurso hídrico. Fazendo assim, que esse debate sobre a sua importância nunca se torne obsoleto, tão pouco suas informações não sejam menos necessárias, e tornando a Gestão dos Recursos Hídricos um tema de profunda importância na atualidade do século.

Referências

ASSUNÇÃO, F. A.; BURSZTYN, M. A. A.; 2002. **Conflitos pelo uso dos recursos hídricos**. In: S. H. Theodoro (org.) Conflitos e Uso Sustentável dos Recursos Hídricos. (53-69). Rio de Janeiro: Garamond.

BARROS, R. T. V.; Chemicharo, C.A.L.; HELLER, L.; SPERLING, M. V. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p.

BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico; uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2009. Cap. 1-35.

CLARKE, R; KING, J. **O Atlas da Água: O mapeamento completo do Recurso Mais Precioso do Planeta**. São Paulo - SP: Publifolha, 2005. 128p.CNRH.

Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Brasília, 2003.



EPAGRI. O que é, o que é meio ambiente? Florianópolis: Epagri/Ciram, 2006. 40p.

HELLER, L.; PADUA, V. L. 1. **Abastecimento de água**. 2. Tratamento de água. 3. Engenharia sanitária. III. Serie. p. 33.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

LEITE, A.C. **A oferta de água no Maranhão**. Revista Água do Brasil, v.1, n.3, p. 10, 2011.

Educação ambiental como sustentáculo da gestão de recursos hídricos no Brasil / por Priscila Dalla Porta Niederauer.; orientador Toshio Nishijima. – Santa Maria, 2007 57 f.; il.

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.;

REGO, A. da G.; FERNANDES, L. L.; GOMES, M. de V. C. N. **Avaliação do uso racional da água potável em um sistema de abastecimento na região metropolitana de Belém (RMB) – estudo de caso do Setor Canarinho**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA .

ROSA, André; FRACETO, Leonardo; MOSCHINI, Viviane. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. 1ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2012, 412 páginas.

SELBORNE, Lord. **A ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília:

UNESCO, 2001.

UVO, C. R. B. e NOBRE, C. A., 1989: **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil**. Parte I: A Posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. Climanalise, Vol. 4, número 07, p. 34 – 40;

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. p. 245.

HISTORICO DA CAEMA. Disponível em: < http://www.caema.ma.gov.br/portalcaema/index.php?option=com_content&view=article&id=677 > Acesso: 07 de maio de 2019 às 17:05 da tarde.

MARANHÃO TEM MAIOR CONSUMO DE ÁGUA DO NORDESTE. Disponível em: < <http://www.ma10.com.br/2015/01/21/ma-tem-maior-consumo-de-agua-no-nordeste/> >. Acesso: 07 de maio de 2019 às 20:38 da noite.

AMARAL. L. A.; FILHO. A. N.; ROSSI. O. D. J.; FERREIRA. F. L. A.; BARROS. L. S. S.; **ÁGUA DE CONSUMO HUMANO COMO FATOR DE RISCO À SAÚDE EM PROPRIEDADES RURAIS**. Artigo. 2003. Disponível em: < <https://www.scielosp.org/article/rsp/2003.v37n4/510-514/> >. Acesso em: 07 de maio de 2019 às 20:52 da noite.

ÁGUAS SUPERFICIAIS. Disponível em: < <http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=3a78c627739e448f8ea7e3e6aa9b7a1b> > Acesso em: 07 de maio de 2019 às 23:47 da noite.

CAPRILES, René. **Meio Século de Lutas: Uma Visão Histórica da Água**.

ambientebrasil.com.br. Disponível em: < <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/historico.html> >. Acesso: 27 de Outubro de 2019

nteudo=./agua/doce/artigos/historico.html >. Acesso: 27 de Outubro de 2019

MONTEIRO. A. B.; FILHO F. L. C.; DINIZ. J. A. O. **RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DO ESTADO DO MARANHÃO**. Artigo. Disponível em: < <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/27781/18016> > Acesso em: 08 de maio de 2019 às 12:05 da tarde.

SANTOS. L. C. A.; LEAL. A. C.; **GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO MARANHÃO – BRASIL**. Artigo. Disponível em: < <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n13/03.pdf> > Acesso em: 08 de maio de 2019 às 12:20 da tarde.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century**. Paris: Unesco, 1998. Disponível em: <<http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>>. Acesso em: 05 de Outubro de 2019.



QUANTIDADE DE ÁGUA – ANA. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua> >. Acesso: 08 de Maio de 2019 às 12:49 da tarde.

CHUVAS FORTES NÃO MUDAM NÍVEL DE ÁGUA DO BATATÃ. Disponível em: < <https://oimparcial.com.br/cidades/2018/03/chuvas-fortes-nao-mudam-nivel-de-agua-do-butata/> > Acesso: 08 de maio de 2019 às 15:00 da tarde.

SÃO LUIS É A QUINTA CAPITAL ONDE MAIS CHOVE NO BRASIL. Disponível em: < <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2018/04/21/sao-luis-e-a-quinta-capital-onde-mais-chove-no-brasil/> > Acesso: 08 de maio de 2019 às 16:55 da tarde.

MARANHÃO OCUPA 23ª POSIÇÃO EM SANEAMENTO BÁSICO, DIZ PESQUISA. Disponível em: < <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2017/02/maranhao-ocupa-23-posicao-em-saneamento-basico-diz-pesquisa.html> > Acesso: 08 de maio de 2019 às 19:10 da noite.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama> > Acesso: 09 de maio de 2019 às 08:24 da manhã.

BORSOI, Zilda; TORRES, Solange. **A Política Nacional de Recursos Hídricos no**

Brasil. bndes.com.br. 1997. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf>>

NÚCLEO DE GEOAMBIENTAL – REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO MARANHÃO. Disponível em: < https://www.nugeo.uema.br/?page_id=233 > Acesso: 10 de maio de 2019 às 00:07 da manhã.

BRASIL, Maranhão, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Planalto Federal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm > Acesso: 11 de maio de 2019 às 18:00 da tarde.

ANDRÉ. D. S.; MACEDO. D.; ESTENDER. A. C.; **CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA: NOVOS HÁBITOS PARA EVITAR A ESCASSEZ DOS RECURSOS HÍDRICOS E PARA A CONTINUIDADE DO BEM FINITO.** Artigo. Disponível em: < <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/152213.pdf> > Acesso: 12 de maio de 2019 às 21:20 da noite.

MACHADO, Carlos. Water resources and citizenship in Brazil: limitations,

alternatives and challenges. **Ambient. soc.** [online], vol. 6, no. 2, p. 121-136, 2003.

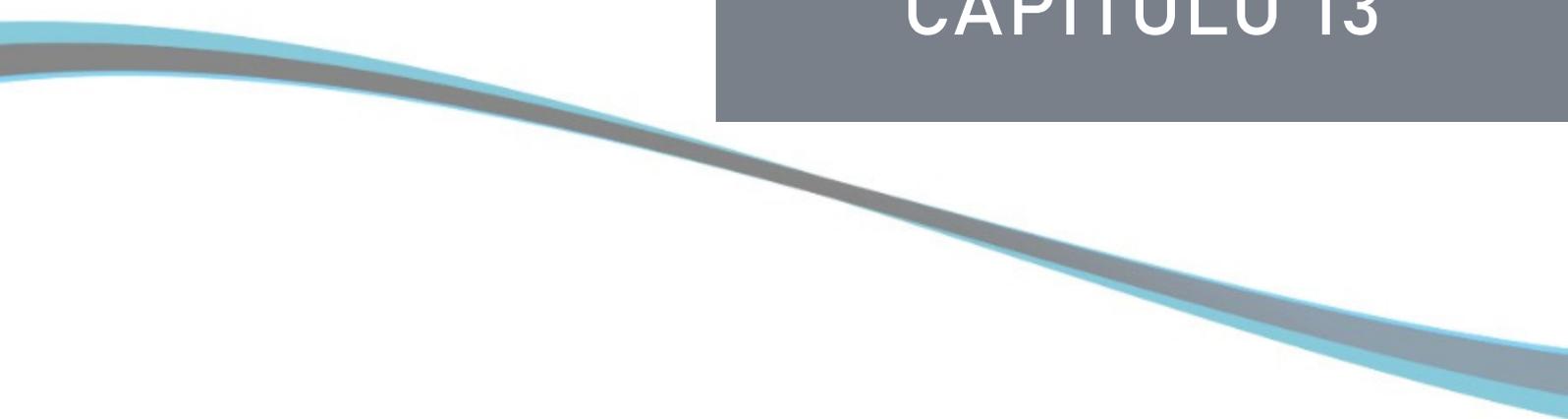
Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2003000300008&script=sci_arttext&tlng=pt > . Acesso em 27 de Outubro de 2019.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. Estudos avançados, São Paulo, vol. 22, n. 63, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007 > Acesso em: 03/06/2019 às 21:02 da noite.

Julia Santos Silva: <<http://www.gthidro.ufsc.br/arquivos/tcc-julia-santos-silva.pdf>>. Acesso em: 10 de Novembro de 2019 às 12:00

OLIVEIRA & SANTANA 2011, **Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (uasb) em dois estágios seguidos de reator operado em batelada sequencial (RBS).** Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000100018 > Acesso em: 10 de Novembro de 2019 às 18:47.





CAPÍTULO 13

ESTUDO DO CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES

QUALITY CONTROL STUDY IN FERTILIZER PRODUCTION

Robert Felipe Machado Goncalves

Resumo

Fertilizantes são definidos como toda substância mineral ou orgânica utilizada para fornecer às plantas os nutrientes básicos a seu bom crescimento. São necessários para a melhoria na produção dos alimentos, pois funcionam como complemento do solo com os elementos retirados em colheitas anteriores e melhorando a produtividade do solo. Controle e melhorias na qualidade do produto são essenciais para obtenção de um produto final de qualidade que não comprometa as produções agrícolas. Desta forma, este trabalho teve por objetivo descrever o processo produtivo de fertilizantes, seu controle de qualidade e seus principais impactos ao meio ambiente. Este trabalho foi baseado em pesquisa descritiva e qualitativa, objetivando o aprofundamento dos conceitos referentes ao tema em estudo. A primeira etapa foi o levantamento das informações em livros, trabalhos de cunho científicos (monografias, dissertações, teses), revistas científicas, artigos *online*, boletins dentre outros. A cadeia produtiva de fertilizantes vai desde a extração da matéria-prima até o agricultor, sendo, geralmente, dividida em cinco elos. O resultado é a relação básica ou proporção encontrada entre os nutrientes presentes nos fertilizantes, auxiliando o técnico quais as doses recomendadas de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) devem ser aplicados. A partir deste estudo percebeu-se a necessidade de estudos acerca do tema, assim como pesquisas relacionadas ao controle de qualidade dos fertilizantes durante a produção, que ainda são insuficientes.

Palavras chave: Fertilizantes; NPK; Nutrientes; Fertilização; Adubação.

Abstract

Fertilizers are defined as any mineral or organic substance used to provide plants with the basic nutrients to their good growth. They are necessary for the improvement in the production of the foods, as they work as a complement of the soil with the elements removed in previous harvests and improving the productivity of the soil. Control and improvements in the quality of the product are essential to obtain a final product of quality that does not compromise agricultural productions. In this way, the objective of this work was to describe the productive process of fertilizers, their quality control and their main impacts to the environment. This work was based on descriptive and qualitative research, aiming to deepen the concepts related to the subject under study. The first step was the collection of information in books, scientific papers (monographs, dissertations, theses), scientific journals, online articles, bulletins, among others. The productive chain of fertilizers goes from the extraction of the raw material to the farmer, being, generally, divided into five links. The result is the basic ratio or proportion found among the nutrients present in the fertilizers, helping the technician what recommended doses of nitrogen (N), phosphorus (P₂O₅) and potassium (K₂O) should be applied. From this study the need was perceived of studies on the subject, as well as research related to quality control of fertilizers during production, which are still insufficient.

Key-words: Fertilizers; NPK; Nutrients; Fertilization; Fertilizing.



1. INTRODUÇÃO

São definidos como fertilizantes toda substância mineral ou orgânica, que, geralmente, é obtida de forma industrial, utilizada para fornecer às plantas os nutrientes básicos necessários a seu bom crescimento e desenvolvimento, com o objetivo de complementar o solo com os elementos retirados em colheitas anteriores e melhorando a produtividade do solo. Segundo a literatura, os primeiros produtos utilizados como fertilizantes eram adubos orgânicos, como por exemplo, excrementos animais, cinzas extraídas de vegetais após queima de plantas etc. Embora, atualmente, existem várias tecnologias produtivas, as quais têm crescido de forma elevada. Dados do IFA (*International Fertilizer Association*) apontam um crescimento no setor de produção de fertilizantes no Brasil, e em vários países do mundo nos últimos anos.

A produção de fertilizantes tem aumentado ao longo dos anos devido à alta produção de alimentos e produtos vegetais. Fertilizantes são necessários para a melhoria na produção dos alimentos, pois combinados a outros, repõem ao solo nutriente retirados em plantações anteriores, sendo por isso, indispensáveis. O conhecimento da qualidade dos fertilizantes é essencial para que se tenha um produto final de qualidade aliado a melhoria na produção agrícola.

Controle e melhorias na qualidade do produto são essenciais para obtenção de um produto final de qualidade que não comprometa as produções agrícolas. Desta forma, este trabalho se torna relevante, pois irá obter informações da literatura sobre as principais precauções a serem tomadas durante o processo produtivo do fertilizante, bem como o controle qualidade utilizado dentro do setor.

Informações relevantes sobre o processo produtivo do fertilizante ainda são escassas ou ainda não foram compiladas em um único documento. Portanto, este trabalho servirá de subsídio para a comunidade acadêmica, bem como para estudiosos e pesquisadores da área Avaliação.

2. ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FERTILIZANTES

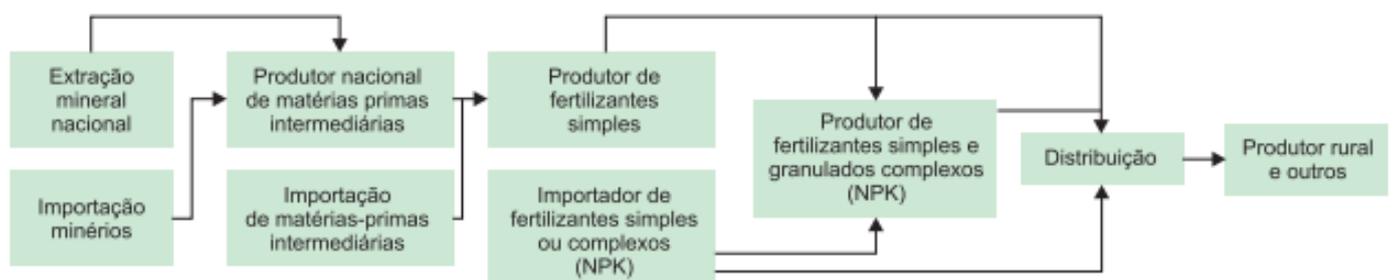
2.1 Produções

2.1.1 Cadeias produtiva da produção de fertilizantes

Em geral, fertilizante é considerado insumo agrícola de baixo valor agregado, necessitando de produção em grande escala, rigoroso controle de custos e, principalmente, logística eficiente. Algumas empresas também dispõem de matéria-prima, possibilitando a verticalização da produção, conferindo-lhe uma importante vantagem competitiva (QUARTUCCI, 2007). A cadeia produtiva de fertilizantes vai desde a extração da matéria-prima até o agricultor, sendo, geralmente, dividida em cinco elos (figura 01).

A indústria brasileira de fertilizantes teve início a partir dos estágios finais de produção (mistura, granulação, armazenagem e distribuição), fazendo uso de matéria-prima e insumos intermediários importados. A localização preferencial das primeiras unidades industriais, como não poderia deixar de ser, levou em consideração o binômio: facilidades portuárias e proximidade do mercado consumidor. KRONENBERGER (2000) considera que o desenvolvimento do setor de fertilizantes no Brasil obedeceu a um processo contracorrente, ou seja, partiu de produtos acabados, chegando posteriormente à produção de matérias-primas (KRONENBERGER, 2000).

Figura 1 - Cadeia Produtiva de fertilizantes



Fonte: EMBRAPA, 2018.

O **primeiro elo** da cadeia é formado pela indústria extrativa mineral, que fornece as matérias-primas básicas (rocha fosfática, rocha potássica, enxofre e gás natural ou nafta) para a produção de fertilizantes (COSTA; SILVA, 2012).

O **segundo elo** contempla a indústria de fabricação de produtos químicos inorgânicos, que, a partir dos insumos obtidos da indústria extrativa, produzem as matérias-primas básicas e intermediárias, como o ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia anidra (BRITO; PONTES, 2018).



A indústria de fabricação de fertilizantes simples e intermediários compõe o **terceiro elo** da cadeia, do qual resultam: superfosfato simples (SSP); superfosfato triplo (TSP); fosfato de amônio (MAP e DAP); nitrato de amônio; sulfato de amônio; ureia; cloreto de potássio; termofosfatos; e rocha fosfática parcialmente articulada (SILVA; FERNANDES, 2017).

Já o **quarto elo** baseado o processo de granulação e mistura dos fertilizantes, que origina os fertilizantes finais, mais conhecidos como NPK. Por fim, estes são distribuídos e comercializados no **quinto elo**, sendo utilizados pelo produtor rural na agricultura (COSTA; SILVA, 2012).

Em relação a formulação do fertilizante mineral, representa a quantidade de nutrientes que o fabricante garante ter no fertilizante comercializado. O resultado é a relação básica ou proporção encontrada entre os nutrientes presentes nos fertilizantes, auxiliando o técnico quais as doses recomendadas de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) devem ser aplicados (TRANI, 2011).

O exemplo de cálculo de como obter a relação básica entre os nutrientes presentes na fórmula dos adubos, segue abaixo (figura 2).

Tem-se em mãos a recomendação de produzir 15 kg de N/ha; 75 kg de P₂O₅/ha; 30 kg de K₂O/ha, para uma determinada cultura, pode-se encontrar a relação básica da seguinte maneira, segundo Possato (2012):

Figura 2 – Fluxograma de mistura dos fertilizantes



Fonte: Heringer (2016)

3. CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO

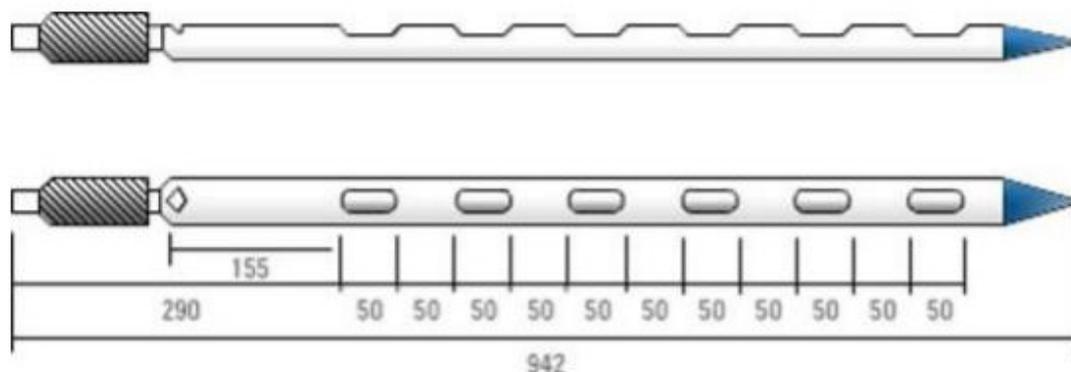
Stipp & Prochnow (2008) citam que a escassez de matéria-prima para a produção de fertilizantes e o forte aumento nos preços dos insumos tem levado os países em desenvolvimento. A Associação Nacional para Difusão de Fertilizantes (ANFA) apresenta algumas alternativas para minimizar os efeitos negativos do aumento no preço dos fertilizantes e diminuir a crescente dependência externa de matéria-prima para formulação dos mesmos.

Para os fosfatados, estão em andamento investimentos para duplicar a capacidade de produção de fósforo no Brasil. Projetos como de Minas Gerais (Patrocínio), Goiás, Santa Catarina e Ceará devem ampliar o volume da produção nacional de fosfato, podendo aumentar a produção brasileira em 2,4 milhões de toneladas até 2012. Esses investimentos estariam destinados ao atendimento da grande demanda de fosfato para a produção de fertilizantes aplicados no setor do agronegócio brasileiro (ANFA 2009).

3.1 Amostragens

A coleta de amostras é feita como auxílio de uma sonda dupla perfurada de ponta cônica (figura 4), tomando-se as frações retiradas nas quantidades previstas na Instrução Normativa Nº 39 (2018).

Figura 3 – Amostrador para fertilizantes



Fonte: Instrução Normativa Nº 39 (2018).

3.2 Preparo das amostras

Brasil (2014) padroniza o preparo das amostras de acordo com o tipo de fertilizante a ser analisado.

- Para fertilizantes simples ou higroscópicos, amostra deve ser moída e passada em peneira com abertura de malha de 840 micrometros (μm);
- Para fosfatos reativos, amostra deve ser moída e passada com abertura de malha de 150 μm ;
- Farinha de ossos, fosfatos naturais moídos, termofosfatos e escórias de desfosforação não devem sofrer qualquer preparo;
- Para os demais fertilizantes, a fração destinada à análise química deve ser moída e passada em peneira com abertura de malha de 420 μm ;
- Amostras coletadas com massa menor que 100 g devem ter sua análise cancelada.

3.3 Análises químicas

As características de qualidade dos fertilizantes minerais podem ser classificadas quanto à sua natureza em: características de natureza física, química e físico-química (RODELLA; ALCARDE, 2000).

3.4 Características químicas

Um fertilizante pode conter um, dois ou vários Macronutrientes primários, Macronutrientes secundários e micronutrientes, desta forma variam as características do produto final (RODELLA; ALCARDE, 2000).

Concentração dos nutrientes: são pré-definidos pelo fabricante, podendo se constituir em um ponto crítico na relação entre o agricultor, usuário de fertilizante, e o fornecedor do produto. Compostos indesejáveis: compostos que se presentes podem apresentar qualidade ruim ao produto final.



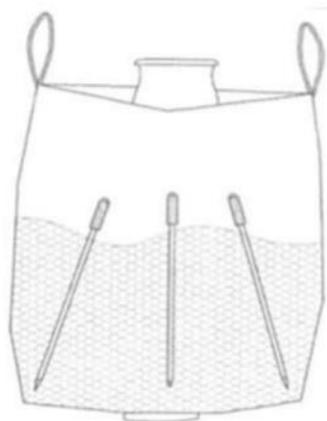
3.5 Características físico-químicas

Solubilidade: os fertilizantes solúveis em água são mais eficientes que fertilizantes orgânicos tradicionais. **Higroscopicidade:** caracterizada pela capacidade do fertilizante de absorver água.

Empedramento: é a cimentação das partículas de fertilizante para formar massas de dimensões muito maiores que as das partículas originais. **Índice salino:** capacidade em aumentar a pressão osmótica da solução do solo (ANDA 1988).

Para embalagens do tipo Big-Bags, a sonda de amostragem deve ser introduzida fechada totalmente no big-bag de cima para baixo e levemente inclinadas sendo então aberta para o seu enchimento e obtenção de uma alíquota da amostra (figura 6). No caso de produtos acondicionados em embalagens maiores de 60 (sessenta) quilogramas, a amostragem deverá ser executada inserindo a sonda verticalmente em três pontos diferentes em cada embalagem. Quando o lote ou partida de produto for superior a 200 (duzentas) unidades, este deverá ser subdividido em lotes ou partido de 200 (duzentas) embalagens ou fração (RIBERSOLO, 2018).

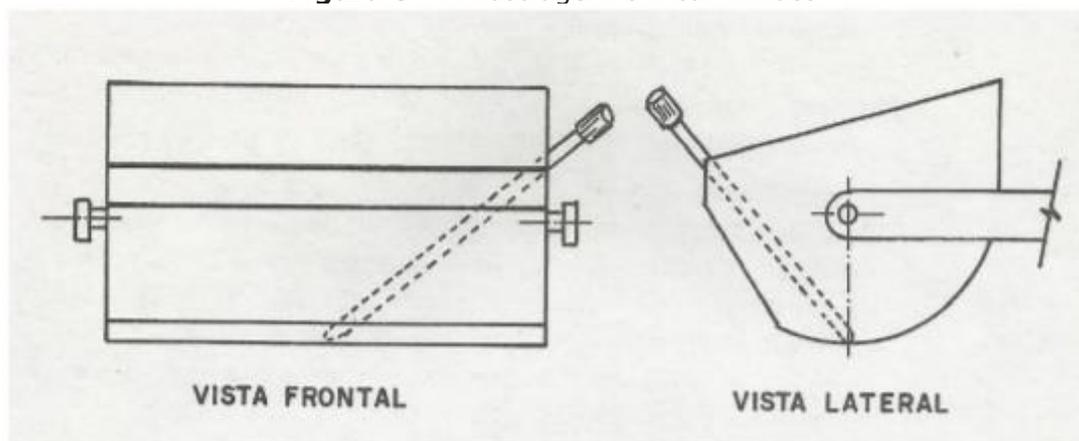
Figura 4 – Amostragem em big-bags



Fonte: RIBERSOLO (2018)

Em caminhões, as coletas ocorrem em pontos diferentes da carroceria como indicado no desenho, no mínimo em 10 pontos de amostragem aleatórios. No caso de produto em lotes superiores a 100 (cem) toneladas, deverão ser retiradas 10 (dez) porções mais 1 (uma) para cada 100 (cem) toneladas ou fração.

Figura 5 - Amostragem em caminhões



Fonte: RIBERSOLO (2018)

3.6 Armazenamento

As condições de armazenagem influem na qualidade do produto, seja nas suas propriedades químicas ou físicas. Segundo o decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, o armazenamento de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes.

Obedecem às normas nacionais vigentes, devendo ser observadas as instruções fornecidas pelo fabricante ou importador, bem como as condições de segurança apresentadas no rótulo e observada as regras e aos procedimentos estabelecidos para o armazenamento de produtos perigosos, quando for o caso, constantes da legislação específica em vigor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo o levantamento histórico e bibliográfico sobre processos de produção dos fertilizantes, levando em consideração aspectos como controle de qualidade e métodos analíticos que definem sua qualidade final antes da utilização.

No capítulo 2 foram abordados os conceitos gerais e um breve histórico em relação à utilização e processos de produção antigos. Já no capítulo 3 foi realizado um levantamento sobre os tipos de fertilizantes e seu processo de produção. Por fim, no capítulo 3 foram abordados aspectos controle de qualidade do produto final, desde a amostragem até a embalagem.

Finalmente, apesar de ser um trabalho de revisão de literatura, pode-se entender de forma clara a importância do estudo dos processos, e para trabalhos futuros sugere-se que sejam feitos levantamentos acerca das indústrias produtoras de

fertilizantes no Brasil e no mundo.

Referências

ALAM, H. W. **Análise e otimização do desempenho nos processos em uma unidade de mistura e ensaque de fertilizantes**. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro de engenharia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2017.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. **Mercado de fertilizantes - janeiro - setembro/ 2018**, 2018. Disponível em <<http://www.anda.org.br/estatistica/comentarios.pdf>> Acesso em 22 de abril de 2019.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. **Manual de Controle de Qualidade de Fertilizantes Minerais Sólidos**, 1988. Disponível em: <http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Manual_de_Control_e_de_Qualidade.pdf> Acesso em 22 de abril de 2019.

ANDA – Associação Nacional para difusão de adubos e corretivos Agrícolas. **Manual de controle de qualidade de fertilizantes minerais sólidos**, 1988. 67p.

AGROLINK. **Fertilizantes - conceitos aplicados via solo**. 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos-aplicados-via-solo_361462.html> Acesso em 22 de abril de 2019.

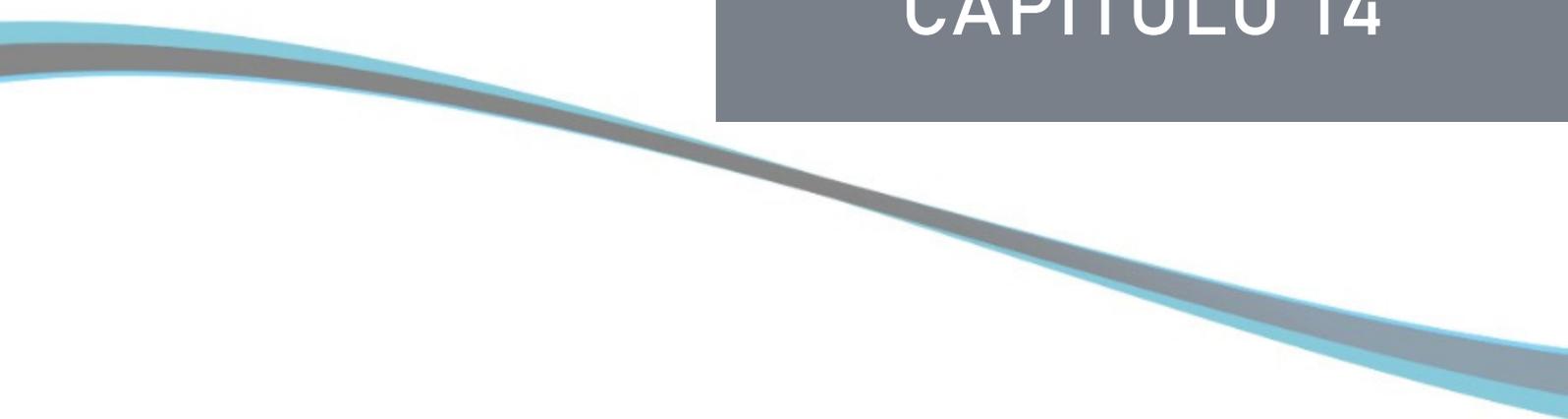
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução normativa nº 39**, de 8 de agosto de 2018. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Judiciário, Brasília, DF, ano 146, n. 1, 49f., 10 ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 39 de 8 de agosto de 2018. **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para controle de Produtos de origem animal e de Água**. Diário Oficial da União, Brasília, 2018.39 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2014. 220 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 4** de 14 de janeiro de 2004. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2004. 110 p.





CAPÍTULO 14

A UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

THE USE OF STEEL IN CONSTRUCTION

Maicon Jhorda Silva Santos
Ellen Kallwana Moura Vieira

Resumo

A construção metálica é um método construtivo que contém uma estrutura composta por aço, sendo que essa estrutura é constituída por um conjunto de peças que, quando unidas, formam a sustentação que é dada para a construção. Com o tempo as técnicas foram se aprimorando e o processo construtivo da construção metálica experimentou um grande impulso, passando a reduzir o tempo de construção de uma estrutura em até 40%. Com o crescimento da economia e a ampla competição vem aumentando a preocupação com os custos por parte dos investidores e /ou das empresas, destarte conforme tem motivado um crescimento nas pesquisas e a utilização de novos materiais para este processo construtivo. No Brasil, a literatura apresenta vários trabalhos, evidenciando técnicas e diversos materiais utilizados para este fim. Sendo assim objetivou-se com este trabalho, aproveitar a revisão literária disponível através de pesquisas bibliográficas e documental, abordando tanto livros e sites, quanto trabalhos monográficos já publicados e normas como a ABNT, que foram utilizadas para demonstrar as diretrizes que devem ser utilizadas no sentido de orientar os trabalhos sobre sistema construtivo em metal. O intuito é apresentar a importância da história do aço no Brasil, apresentar as vantagens e as desvantagens da utilização do aço e compreender como a sustentabilidade está ligada à utilização do aço. Abordando especificamente o surgimento e aplicação dessa nova forma de construir, enfatizando as vantagens e desvantagens da mesma, visto que, a cada dia as vantagens ficam mais claras para os que optam pela utilização deste sistema.

Palavras chaves: Construção Metálica, Construção civil, Vantagens, Desvantagens, Inovação.

Abstract

Metal construction is a construction method that contains a structure composed of steel, and this structure consists of a set of pieces that, when joined, form the support that is given to the construction. Over time the techniques improved and the construction process of the metal construction experienced a major boost, reducing the construction time of a structure by up to 40%. With the growth of the economy and the wide competition has been increasing the concern about the costs of the investors and / or the companies, thus as it has motivated a growth in the research and the use of new materials for this constructive process. In Brazil, the literature presents several works, highlighting techniques and various materials used for this purpose. Thus, the objective of this work was to take advantage of the literary review available through bibliographic and documentary research, addressing both books and websites, as well as published monographic works and norms such as the ABNT, which were used to demonstrate the guidelines that should be used to guide work on the metal construction system. The aim is to present the importance of the history of steel in Brazil, to present the advantages and disadvantages of using steel and to understand how sustainability is linked to the use of steel. Specifically addressing the emergence and application of this new way of building, emphasizing the advantages and disadvantages of it, since, each day the advantages are clearer for those who choose to use this system.

Key words: Metallic Construction, Construction, Benefits, Disadvantages, Innovation.



1. INTRODUÇÃO

No século XVIII houve uma revolução no ambiente da engenharia civil, dando início a era das estruturas metálicas e aos métodos construtivos em aço que começaram a ser estudados e desenvolvidos. A primeira obra de estruturas metálicas de alta relevância, foi a ponte sobre *Sevem* em *Coalbrookdale*, na Inglaterra, que foi projetada por Abraham Darby e possuía um vão de 30m. De acordo com Bellei, Pinho e Pinho (2008), após essa obra, começou a construção de edifícios e estações de trens, mas o aço ainda estava muito restrito no meio das construções, ficando restrito a construção de pontes.

A utilização de estruturas metálicas em edificações, iniciou no Brasil em meados do século XIX, usando o ferro fundido, expandindo-se até hoje, com estruturas em aço, principalmente em edificações de uso comercial e de serviço. Sendo que, a fabricação de aço no Brasil alavancou-se após o surgimento da Companhia Siderúrgica Nacional - CSN em 1946. Em meados dos anos 70, o Brasil deixava de ser importador para ser exportador de aço, nessa época existia uma crise de amplitude mundial referente a crise siderúrgica. Após alguns anos, houve um investimento bilionário que buscava priorizar as atualizações tecnológicas das usinas, transformando o Brasil no maior parque industrial de aço da América do Sul.

Devido ao grande déficit habitacional do país, é necessário buscar alternativas e soluções tecnológicas a fim de melhorar a qualidade de vida, diminuindo os custos nas fases de execução, aumentando a produtividade e atendendo a demanda de produção.

Com o crescimento da tecnologia, muitos setores do mercado vêm aprimorando seus métodos de desenvolvimento, ideias e soluções para seus problemas. Como o uso do aço nas estruturas pode influenciar a produção de novas edificações?

O objetivo geral deste artigo visa revisar as vantagens da utilização do aço nas construções em relação à utilização do concreto. Enquanto que os objetivos específicos irão apresentar a importância da história do aço no Brasil; apresentar as vantagens e as desvantagens da utilização do aço; e compreender como a sustentabilidade está ligada à utilização do aço.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção civil vive um processo de constante atualização e diversas inovações na sua forma de construir. Tecnologias, metodologias e opções de novos materiais são ofertadas no mercado todos os dias visando a otimização do tempo e a solução de forma consciente dos problemas provenientes dos canteiros de obra.

Um dos pontos de destaque é que este ramo de atuação é considerado o maior mercado para o aço, equivalente a 30% de vendas ao redor do mundo, por proporcionar soluções ousadas e eficientes de alta qualidade para os arquitetos e engenheiros, visto que é um material que otimiza o tempo de construção, aumenta a produtividade e reduz o uso de materiais e de mão de obra, conforme afirma Cortez et al. (2017).

De acordo com Sampaio (2017), no século XIX o ferro passou a ser utilizado em escala industrial, devido a onda de industrialização que acontecia nos países da Europa, conforme mostra a Figura 1, e desde então a sua tecnologia vem sendo aprimorada a fim de contribuir com o desenvolvimento mundial.

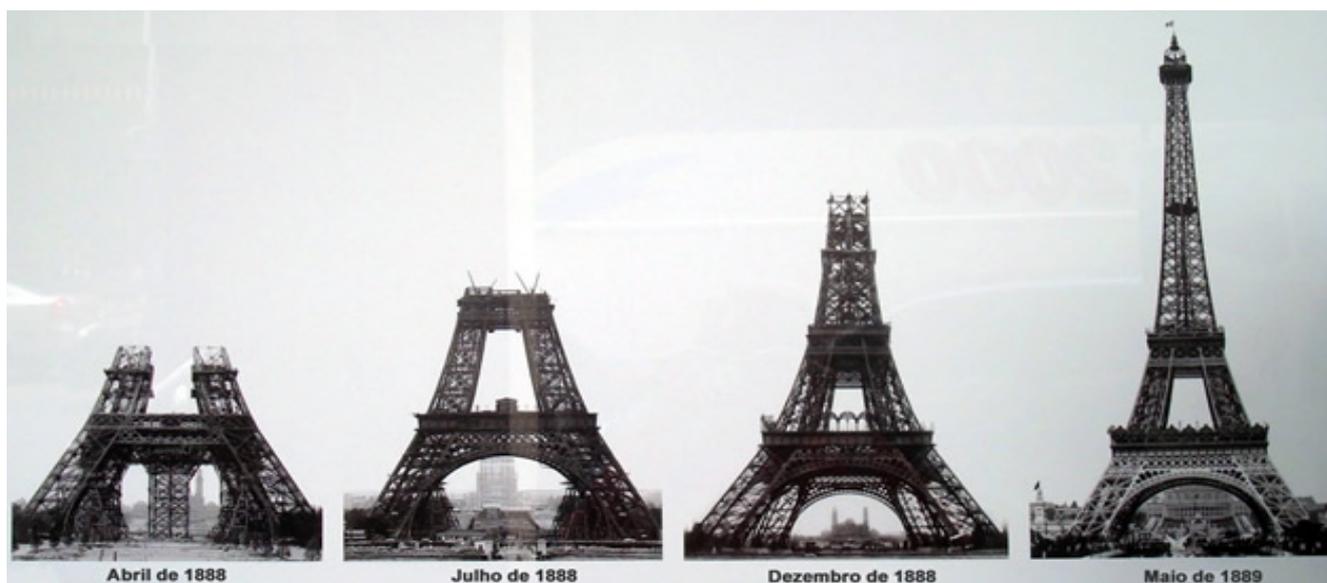


Figura 1: Torre Eiffel durante a montagem – Na Europa, Inaugurada em 1889

Fonte: Espínola (2009)

Já no Brasil, a utilização começou de outra forma, foi a partir do início do século XX que ele começou a ser usado, pode-se notar na Figura 2, de forma menos significativa, era usado em estruturas pré-fabricadas que eram importadas a fim de atender construções de edifícios e pontes. Quando surgiu a primeira siderúrgica integrada, a CSN, é que o aço foi substituído por produtos que eram fabricados no Brasil.



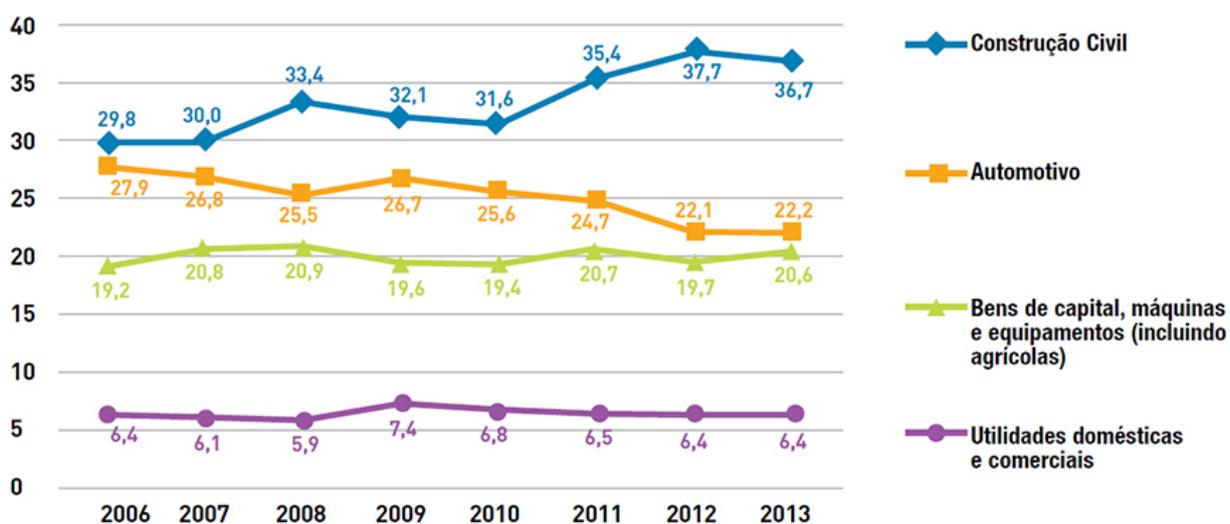
Figura 2: Jardim Botânico em Curitiba – No Brasil, Inaugurado em 1991
Fonte: Pinto (2010)

Borsato (2009) relata que foi na década de 30 que se deu um amplo aumento na produção siderúrgica nacional, em decorrência do impulsionamento estimulado pela Belgo-Mineira que, em 1937, principiou a usina de Monlevade, com capacidade primária de 50 mil toneladas anuais de aço. Ainda em 1937, foram concebidas a companhia siderúrgica de Barra Mansa e a Companhia Metalúrgica de Barbará, mesmo assim, o Brasil ainda dependia de aços importados.

Segundo Inaba (2015), o aço, inicialmente, tinha como destino o setor industrial, que crescia de forma impulsionada, já que davam ênfase na política de substituição de importações e pelo alto crescimento do setor de automóveis, ou seja, o aço não era direcionado para a construção civil. Esta, usava de forma privilegiada a alvenaria e o concreto armado, trabalhando em massa, com baixa produtividade e mão de obra de baixa qualificação.

Conforme mostra Inaba (2015), com a crescente evolução do setor de construção, houveram necessidades de mudanças no novo cenário que se instalava. Deveria existir um novo ritmo, onde as obras estavam sendo realizadas cada vez mais velozes e superando as expectativas referente a qualidade. O custo elevado foi necessário para o investimento em qualidade, mas a qualificação da mão-de-obra foi indispensável para que o setor conseguisse esse avanço. Já para a implantação do aço nas construções, em 2002 foi criado o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA). O CBCA surgiu com a missão de atuar entre os dois lados, consumidores e empreendedores, com o intuito de difundir a construção metálica, apoiando assim, o desenvolvimento e implantação no mercado. O Gráfico 1 a seguir mostra a evolução do aço no Brasil, entre os anos de 2006 a 2013. (INABA, 2015)

EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS SETORES CONSUMIDORES FINAIS (%)



fonte: Instituto Aço Brasil

Gráfico 01: Evolução da participação dos principais setores consumidores finais

Fonte: Instituto Aço do Brasil, 2006

Segundo o IBGE (2013), entre 2002 e 2012 a construção em aço no Brasil cresceu 11% ao ano, chegando a atingir o consumo de 1,7 milhão de toneladas, comparado a construção civil que crescia apenas 4,3% ao ano. Com esse crescimento, houve uma crescente demanda na atualização dos sistemas construtivos, ampliando uma série de produtos e criando soluções para possíveis problemas.

De uma aparência moderna, o aço serve como um atrativo para que a construção civil tenha notoriedade no mercado dos produtores mundiais. Capaz de simplificar a mão de obra, os equipamentos e ainda reduzir tempo e custo, acelerando a produtividade. Conforme Cortez et al. (2017) uma das características do aço é a leveza do mesmo que propicia a diminuição dos custos com a fundação, em relação a outros métodos, além disso, o aço é reciclável, ou seja, as estruturas podem ser desmontadas e realocadas, contribuindo para a diminuição do uso de madeiras, preservando o meio ambiente.

Segundo Andrade (2005), a construção em aço apresenta algumas peculiaridades que se tornam vantagens significativas comparado ao sistema de construção tradicional. O aço tem como principais propriedades químicas, físicas e mecânicas as seguintes: dureza, elasticidade, plasticidade, propriedades térmicas, resistência a tração e ao choque, possui boa trabalhabilidade.

As construções metálicas são usadas como alternativas para vencer grandes vãos, possuindo uma estrutura consideravelmente leve, com o aumento da resistência das estruturas às solicitações e ações que estão sujeitas a sofrer durante o seu tempo útil de vida. O aço oferece uma liberdade criadora, tanto para engenheiro quanto para os arquitetos, pois permite a elaboração de projetos mais arrojados, com uma grande expressão arquitetônica.



O custo das construções em aço ainda causa muito discursão, custo x benefício. Segundo Rebello (2003), o custo total da obra pode aumentar até 5% com o uso de aço, considerando ainda o menor peso da estrutura, resultando em economia no dimensionamento das fundações, menores perdas, custos indiretos mais baixos e a maior rapidez referente a construção, esse custo pode diminuir.

As estruturas metálicas são entregues nas medidas certas, exatamente como no projeto, geralmente nesses casos as tolerâncias de erros são mínimas. Segundo Bellei (2004), o tempo gasto no detalhamento das estruturas metálicas chega a ser três vezes maior, comparado a elaboração de outros tipos de projeto, permitindo o controle do processo evitando aceitar erros de dimensões.

Bellei (2004), ainda enfatiza que o aço é considerado um material "amigo do ambiente", pois é um material com enorme potencial de reciclagem e não só por esse benefício que ele se enquadra nesse quesito e sim pelo fato das construções sustentáveis se identificarem com a forma de produção e execução das construções metálicas, tornando a união de sustentabilidade e aço uma dupla imbatível.

Para uma construção ser considerada sustentável deve ter definido três dimensões: a ecológica, sociocultural e a econômica. Deve ser considerado todo o ciclo de produção, desde a extração da matéria-prima até a destinação final dos resíduos resultantes da obra, e não é apenas como material que o aço se destaca na busca de uma construção sustentável, com o uso do mesmo há a possibilidade de aumentar a reutilização, a utilização de recursos que sejam renováveis e reciclagens, agredindo menos o meio ambiente, criando ambientes saudáveis e que não sejam tóxicos.

Existem duas metodologias para analisar a sustentabilidade em construções: a análise ambiental de ciclo de vida e o sistema de classificação ambiental. A análise de ciclo de vida (ACV) tende a avaliar os fluxos de entrada e saída e os potenciais impactos ambientais, desde a aquisição da matéria-prima até a fabricação dos materiais (CASTRO; MICHALKA, 2004).

O sistema de classificação ambiental avalia se a sustentabilidade é aplicável naquele tipo de projeto e se for, é responsável pela emissão de certificado ambiental dos edifícios. O sistema baseia-se em vários critérios, tanto quantitativos quanto qualitativos.

Diante do exposto, as técnicas para a fabricação de estruturas metálicas se aprimoram a cada passo que caminha para superar seus próprios limites de qualidade, qualidade esta que é certificada pela ISO 9001 (Gestão de qualidade) e ISO 14001.

Como decorrência, a utilização do aço se sobressai no mercado como uma opção acessível e segura para a construção de edifícios, residências, postos de gasolina, viadutos, pontes, passarelas, aeroportos, supermercados, ginásios esportivos,

torres de transmissão, entre outros (CORTEZ et al., 2017).

Para Nardin (2008), o aço é o material mais flexível no sentido de versatilidade de todos os materiais estruturais disponíveis no mercado. Suas vantagens sob o ponto de vista de metal construtivo são oriundas da própria natureza física aliada a seu processo industrial. Diante das particularidades que o aço apresenta, tornou-se possível uma gama enorme de possibilidades para soluções arquitetônicas, e por se tratar de um elemento construtivo, se comparado ao uso do concreto apresenta vantagens altamente significativas, dentre elas: Alívio das fundações: Por ser superior a resistência do aço, o desenvolvimento do projeto se dá de uma maneira mais favorável, mais leve, minimizando os gastos durante as fundações. (NARDIN, 2008)

Ainda segundo Nardin (2008), por não haver necessidade de escoramento, o local separado para o canteiro de obras pode ser menor. As lajes poderão ter sua execução além de imediata, de forma múltipla, levando a redução dos materiais utilizáveis neste processo, além de favorecer um menor manuseio dos mesmos, acarretando um ambiente mais limpo, com baixa produção de entulho, zelando pelo meio ambiente e por toda a população do entorno das obras. Ressalta-se que diante destas condições o canteiro de obras se apresenta em melhores condições de segurança ao operário.

A redução do tempo de construção é conquistada devido a uma série de fatores que favorecem o cumprimento de prazos com maior facilidade: produção da estrutura, realização dos componentes de passagem e de fixação de aparatos elétricos e hidráulicos, facilidade do escoramento, não se torna obrigatória utilizar fôrmas e a perspectiva de maior quantidade de frentes de serviços. Além disso, as chuvas eventuais que prejudicam e atrasam a conclusão das edificações, em estrutura metálica não é um problema relevante. (INABA, 2015)

Com a estrutura metálica a aplicação de pilares possui menos seções, as vigas possuem altura inferior e apresentam vãos mais livres o que conseqüentemente diminuirão a quantidade de pilares, favorecendo o espaço livre dentro da área útil da construção (INABA, 2015). A qualidade do processo de industrialização da estrutura metálica, garantirá ou não um perfeito alinhamento da construção, permitirão que os materiais sejam previamente testados e por isso sejam bem-sucedidos, levando a uma melhor perspectiva no que diz respeito a segurança na sua utilização. (INABA, 2015)

Vários são os motivos que levam a obsolescência de uma obra, alterações internas como por exemplo movimentação de paredes ou novas escadas, como também a necessidade de criação de novos espaços para rede de internet ou televisão a cabo, suporte para instalações de ar condicionados, novos equipamentos que permitam mais flexibilidade ao empreendimento após sua finalização reajustando espaços e/ou serviços. (INABA, 2015)



Em uma edificação, a capacidade de adaptação é imprescindível para que os percalços decorrentes do dia a dia sejam contornados, a exemplo disso pode-se afirmar que se farão necessárias modificações, ampliações e principalmente aperfeiçoamentos para acolher as demandas que forem surgindo quando o projeto for posto em prática. Diferentemente das estruturas de concreto, as estruturas metálicas são infinitamente mais adaptáveis, isso se dá devido aos materiais serem estabelecidos, poderem ser reaproveitados e/ou reformados. Observa-se também as praticidades do processo simples nas ligações entre o aço e o aço, e o aço e o concreto, além de uma vasta gama de produtos para finalizar o fechamento ou acabamento da obra (NARDIN, 2008).

Castro (1999) ressalta ainda que, mesmo para o Brasil que é notoriamente reconhecido como um dos maiores produtores de aço no mundo, possui o preço para a estrutura de aço superior à do concreto, dificultando o ingresso do aço com maior velocidade no mercado. O Brasil precisa de mais pesquisas e posteriormente suas publicações sobre o aço, e como esta linha de estudo ainda é pequena, restringe o conhecimento técnico sobre o processo em si, assim como quanto aos materiais, cálculos e construção, por vezes levando ao comprometimento da qualidade, levando a patologias divididas em três categorias: adquiridas, transmitidas e atávicas.

a) Patologias adquiridas: Ainda segundo Castro (1999), são representadas pelas patologias estruturais consequentes da ação de componentes externos, ou seja, a estrutura vem a se deteriorar com a ação de agentes externos e substâncias corrosivas, além do que, o aquecimento global também é capaz de contribuir para o surgimento de patologias. Normalmente, os danos são relacionados com a falta de manutenção e do preparo da estrutura de forma correta. Trata-se da situação em que a estrutura não é capaz de se adequar com os agentes patológicos que agem na mesma, sendo a corrosão, a mais comum dentre todas.

b) Patologias transmitidas: Estas patologias são consequência da falta de preparo da equipe técnica de produção, provem de vícios ou incompreensões do projeto. Se multiplicam a cada edificação por mero desconhecimento técnico e implica em patologias desnecessárias, visto que dependem apenas de conhecimento técnico. A exemplo disso são as soldas sobre superfícies pintadas ou enferrujadas, onde existem impurezas que facilitam a agregação à solda e facilmente danificarão o funcionamento, ou ainda a falta de uso ou aplicação errada nas juntas propensas a infiltrações. Nessa categoria encontram-se as situações decorrentes de falta de prumo.

c) Patologias atávicas: Já para estas patologias são classificadas as falhas decorrentes de projetos mal feitos, aqueles com imprecisões nos cálculos, espessuras inadequadas para perfilados ou chapa, além da utilização de aço com resistências diferentes daquelas determinadas em projeto. Estes fatores poderão comprometer a segurança e funcionalidade da estrutura e estão associados à desatenção, ganância ou racionamento. São patologias difíceis para a reparação e necessitam



uma recuperação que comprometerá o orçamento inicial por demandar alto custo.

Cortez et al. (2017) mostra a importância na compreensão de cada um dos pontos fracos e relaciona outras desvantagens:

a) Custo: Se a estrutura não for dimensionada de maneira correta, é possível que o custo saia mais caro do que uma estrutura de concreto.

b) Mão de obra qualificada: As obras em estruturas metálicas necessitam de uma mão de obra mais qualificada, devido não ser uma estrutura convencional, sendo necessário uma boa equipe de produção e execução.

c) Favorece somente elementos lineares: A utilização do aço auxilia muito na criação de pilares, treliças e vigas. Quando se trata de construção de lajes, é necessário a integração da estrutura metálica ao concreto.

d) Restrição do mercado: O uso de estruturas metálicas acaba se tornando restrito em decorrência da complexidade para obter alguns tipos e perfis de aço definidos. Em algumas regiões do Brasil, é possível encontrar dificuldades para a inclusão da construção metálica no mercado.

O Desenvolvimento Sustentável tornou-se uma questão de suma importância nos dias de hoje por acarretar diversas implicações em todos os setores da sociedade. A construção civil desempenha um papel de destaque no alcance dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável, pela sua larga contribuição para a economia global e também pelos consequentes impactos de alta relevância nos termos ambientais e sociais. Para Baião (1998), as estruturas de aço possuem características naturais condizentes com produtos da industrialização e desta forma é responsável pelo desenvolvimento sustentável da construção civil do país, porém para que esta fundamentação tenha sentido é necessário que sejam feitas alterações indispensáveis no setor, que vão desde a pré-fabricação dos componentes até a forma de pensar de cada um dos profissionais envolvidos a ser iniciado na própria universidade.

Num mundo totalmente focado na sustentabilidade do planeta, as construtoras que se apresentam em condições de degradação ambiental perdem o crédito e também espaço no mercado. A conservação do planeta tornou-se a alguns anos a principal forma de mostrar o comprometimento empresarial com a população. De acordo com Andrade (1994) como a estrutura em aço é totalmente pré-fabricada, o canteiro de obras se apresenta infinitamente mais bem organizado, isso porque não existem grandes depósitos de areia, brita, cimento, madeiras e ferragens, reduzindo o desperdício desses materiais.

E essa realidade mudou drasticamente nos últimos anos tanto com relação a materiais e tecnologias disponíveis quanto à demanda por sistemas sustentáveis e de baixo desperdício. A estrutura em aço possibilita a adoção de sistemas indus-



trializados, fazendo com que o mal aproveitamento seja sensivelmente reduzido. E em função da maior velocidade de execução da obra, haverá um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido (MAC CORD, 2007).

Vale lembrar que o ambiente limpo acumula menos entulhos e por conseguinte oferece maiores e melhores condições de trabalho, zelando pela segurança do trabalhador que faz uso diário da área, e também dos profissionais que não utilizam esta área diariamente, mas quando vão se expõe pela bagunça e falta de experiência, representando um perigo dobrado.

Para Andrade (2005) o aço representa um futuro sustentável, ou seja, uma boa obra com estruturas metálicas deverá partir de um projeto concebido, sabendo-se ou prevendo-se o que acontecerá durante seu desenvolvimento e como será a obra quando for realizada.

Para a construção civil, a Construção Sustentável não é só minimizar o consumo de recursos naturais, mas também maximizar sua reutilização, através de recursos tanto renováveis quanto recicláveis. Proteger o ambiente natural, tanto do entorno de uma obra quanto da natureza como um todo, sem toxidades de gases liberados pela utilização de aço. Desta forma Borsato (2009), define princípios em linhas gerais que conduzem a uma construção mais sustentável: ter uma abordagem integrada de ciclo de vida do projeto considerando os fundamentos da construção sustentável, desenvolvendo soluções otimizadas (estética, custo, vida útil, manutenção, consumo de energia...); ter em consideração as qualidades ambientais dos materiais no projeto e no produto final; centrar a concepção funcional sobre a fase de exploração (longa vida útil, durabilidade das componentes, flexibilidade da funcionalidade do edifício, bem como na reabilitação e da facilidade de desconstrução das diversas componentes).

Desta forma, Brasil (2015) demonstra que uma das prioridades do setor da construção civil é o de não só desenvolver, mas também fornecer soluções inovadoras com vista à minimização deste problema. Afirma ainda que com o favorecimento das características naturais do aço, as estruturas metálicas permitem a otimização dos recursos naturais e a obtenção de um ambiente construído mais racional e eficaz, contribuindo desta forma para uma construção mais sustentável.

Desta forma, a utilização da estrutura de aço na construção civil poderá contribuir para alcançar o desenvolvimento sustentável, tendo em vista que depois de produzido o material sempre conseguirá ser reutilizado sem que nada se perca em nenhuma parte da cadeia produtiva.

De acordo com o Centro Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (2010), pelo fato do aço ser obtido através do minério, ele não polui o meio ambiente, pois é um elemento de grande abundância no planeta. Na produção do aço, há a homogeneidade dos materiais, fazendo com que não seja agressivo ao meio ambiente. O



fato de a estrutura possuir um menor peso, faz com que as escavações e fundações sejam reduzidas, o que ocasiona uma menor retirada de terra, reduzindo a necessidade de descarte de materiais que poluam o meio ambiente.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada foi de forma sistematizada em seu desenvolvimento com base em material com escopo bibliográfico, com busca de informações em base de dados como Scielo, Capes, fundamentando-se em pesquisas de livros, artigos, teses, dissertações e periódicos digitais dos principais conceitos e práticas associados ao desenvolvimento.

4. CONCLUSÃO

De forma geral, concluiu-se que a construção metálica é uma forma inovadora para que as construções sejam otimizadas, dispondo de informações necessárias para que seja alcançado o seu desempenho, a fim de facilitar a execução e assegurando que as empresas que estejam utilizando alvenaria de vedação estejam dentro do padrão das normas exigidas, oferecendo conforto e qualidade na habitação dos usuários.

Vale ressaltar que os estudos sobre as novas formas de construir com o aço devem continuar, para que haja a melhoria contínua dos processos executados, buscando qualidade e prevenindo futuras perdas, a fim de evitar erros e retrabalhos. É possível afirmar que os sistemas construtivos são diversos e que os investimentos na fase do projeto e execução são necessários para que as compatibilidades entre materiais e processos executivos possam ser comparadas.

Ainda que apresente algumas desvantagens, as vantagens que a construção metálica traz tanto para quem está executando, quanto para quem vai habitar, é notória, permitindo maiores opções de projetos arquitetônicos, apresentando resistência a umidade e ao calor, reduzindo perdas e volume de entulhos.

É importante destacar a necessidade de trabalhos futuros na área de implantação das construções metálicas, para que o sistema se adeque aos novos processos de construir, buscando ainda melhores resultados na área da construção civil.



Referências

- ANDRADE, T. W. C. O. **Considerações sobre durabilidade, patologia e manutenção das estruturas.** Tecomat – Tecnologia da Construção e Materiais Ltda. São Paulo, 2005. 1-14 p.
- ANDRADE, P.A., **A construção com Estruturas Metálicas**, São Paulo: Revista do Instituto de Engenharia, No. 500, 1994.
- BAIÃO, O. T. **A importância dos projetos na viabilidade de estruturas metálicas.** In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL "O USO DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL". Anais... [CDROM]. Belo Horizonte: Sociedade Mineira de Engenheiros/ AMICEM, 1998.
- BELLEI, I. H; PINHO, F. O; PINHO M. O. **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço.** Ed. Pini, 2004.
- BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna.** 3a Ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.
- BORSATO, K. T. **Arquitetura em aço e o processo de projeto.** 2009. 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sustentabilidade urbana: impactos do desenvolvimento econômico e suas consequências sobre o processo de urbanização em países emergentes: textos para as discussões da Rio+20: volume 3 habitação social e sustentabilidade.** In: NUNES, T. et al. (Org) Brasília: MMA, 2015.
- CASTRO, A. A.; MICHALKA, C. **O uso da estrutura de aço na arquitetura como alternativa para o desenvolvimento sustentável da construção civil brasileira.** In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, I.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, X., 2004, São Paulo. São Paulo: CLACS; ENTAC, 2004.
- CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica.** 1999. 204f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO – CBCA. 2008. Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7074>>. Acesso em: 16 ago. 2019.
- CORTEZ, L. A. R. et al. **Uso das estruturas de aço no Brasil.** Ciências exatas e tecnológicas, Alagoas, v.4, n.2, p.217-228, 2017.
- ESPÍNOLA, Cristina; CATAI, Rodrigo Eduardo; MATOSKI, Adalberto; DIRCEU, Arildo. **Percepção de risco no trabalho em altura pelos trabalhadores do setor da construção civil nos serviços realizado sobre lajes, andaimes fixos e telhados.** In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso 16 ago. 2019.
- INABA, R.; COELHO, C. M. C. S. **A evolução da construção em aço no Brasil. Jul. 2015.** Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7074>>. Acesso em: 16 ago. 2019.
- INSTITUTO AÇO BRASIL. Aço. 2006. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/defesa-comercial/9-assuntos/categcomercio-exterior/478-metarlurgia-e-siderurgia-2>>. Acesso em: 15 set. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da Indústria da construção.** Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66777.pdf>>. Acesso em: 15 de Set de 2019.
- KALIL, S. M. B. **Apostila de alvenaria estrutural.** Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007.
- NARDIN, F. A. **A importância da estrutura metálica na construção civil.** 2008. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade São Francisco, Itatiba, 2008.
- NEVES, Osias Ribeiro; CAMISASCA, Marina Mesquita. **Aço Brasil: uma viagem pela indústria do aço.** Belo Horizonte: Escritório de Historias, 2013



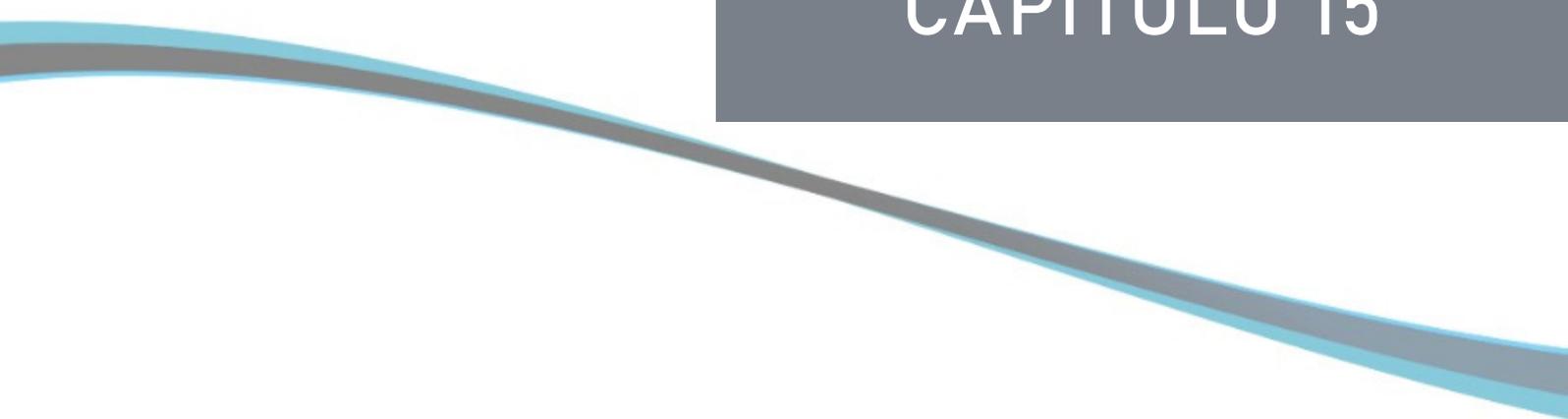
PINTO A. E. M. R. (2010). **Estabilidade local de perfis de aço enformados a frio**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

REBELLO, Y.C.P. **Bases para projeto estrutural**. São Paulo: Zigurate editora. 2007.

SALAMÍ, C. V.; FOLLE, L. F. **Sistemas Construtivos com o uso do Aço como Soluções Sustentáveis de baixo Impacto Ambiental**. In: SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 11., 2015, Porto Alegre. Porto Alegre: Centro Universitário Ritter dos Reis, 2015.

SAMPAIO NETA, N. A.; FERRER NETO, F. M. **O uso do aço na construção civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2017, Ponta Grossa. Ponta Grossa: APREPRO, 2017.





CAPÍTULO 15

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL USANDO PRINCÍPIOS DE INTERNET DAS COISAS

HOME AUTOMATION USING THINGS INTERNET PRINCIPLES

Gabriel Pereira

Benedito Everton Santos Junior

Resumo

O presente artigo objetiva apresentar de forma concisa o conceito de automação residencial aliada ao princípio de Internet das coisas, descrevendo as principais características dessa área e os benefícios que ela pode proporcionar aos seus usuários. Por meio da pesquisa bibliográfica, as definições e exemplos serão abordados para embasar os resultados deste trabalho.

Palavras chave: Automação residencial, Internet das coisas, Domótica.

Abstract

This article aims to present in a concise way the concept of home automation combined with the IoT principle, describing the main characteristics of this area and the benefits it can provide to its users. Through bibliographic research, the definitions and examples will be approached to support the results of this work.

Key-words: Home Automation, Internet of Things, Domotics.



1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo evolutivo da tecnologia impacta diretamente na forma como as pessoas vivem. A automação residencial ou domótica, área relativamente emergente, é uma maneira de aliar conforto, segurança e comodidade a fim de proporcionar qualidade de vida aos moradores.

A automação é o uso de sistemas automáticos de controle para averiguar seu funcionamento, realizar as medições e aplicar as correções necessárias sem a intervenção do homem. Hoje, a automação encontra-se em grandes processos industriais, pesquisas tecnológicas e até mesmo em residências (SOUZA, 2016).

Com o desenvolvimento tecnológico abrangendo várias esferas, desde matérias de construção até redes de comunicação, iniciou-se o processo de mudança e quebra de paradigmas direcionados à residência. Acompanhando essa mudança, surgiu a automação residencial permitindo criar ambiente interativo conectado com a internet das coisas.

A automação residencial traz várias vantagens aos usuários que dela desfrutam, tais como a facilidade de comunicação, segurança, entretenimento e principalmente conforto e economia de energia. A domótica estabelece-se como uma ótima opção para o fornecimento de mecanismo de gestão de uma residência, bem como escritório e quaisquer outros ambientes que podem ser automatizados e gerenciados por meio de sensores e atuadores.

Assim, o intuito deste trabalho é demonstrar, através de pesquisas bibliográficas os benefícios da domótica e apontar a eficiência energética, segurança e acessibilidade através da automação residencial, nesse sentido, o conceito de internet das coisas, está integrado pelos objetos físicos, sensores e atuadores conectados por redes sem fio e que se comunicam usando a internet.

2. OBJETIVOS

2.1. O objetivo geral desse artigo é apresentar o conceito de automação residencial relacionado ao termo Internet das Coisas.

2.2. Quanto aos objetivos específicos, busca-se: apresentar os principais con-



ceitos e tecnologias existentes na automação residencial; descrever sistema de automação residencial na integração da rede doméstica à internet das coisas; demonstrar através de citações alguns dos diversos equipamentos já disponíveis para utilização na automação residencial.

Os objetivos citados foram elaborados para responder a seguinte problemática: Considerando avanço tecnológico recente da interconectividade dos equipamentos controlados através da internet, como pode ser composto um sistema de aplicações para automação residencial conectada à internet das coisas?

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Automação residencial

Automação residencial, conforme Muratori e Dal Bó (2013), é um composto de serviços propiciados por equipamentos tecnológicos com a finalidade de satisfazer as necessidades e anseios das pessoas no que concerne às suas moradias. O fator preponderante que define o termo domótica é a integração entre sistemas associado à capacidade de desempenhar tarefas por meio de comandos programáveis.

Muratori e Dal Bó (2013) afirmam que os sistemas tecnológicos que compõem a automação residencial são:

- Sistema de segurança – que envolve alarmes de acesso, alarmes técnicos (vazamento de gás e fumaça);
- Instalação elétrica – referente à iluminação, gestão de energia, persianas, etc.;
- Sistemas de comunicações – TV por assinatura, telefonia e interfonia e redes domésticas;
- Sistema de multimídia – que compreende áudio e vídeo;
- Demais utilidades – como, por exemplo, irrigação, aquecimento de água e climatização.





Figura 1 – Sistemas de automação residencial
Fonte: SISLITE (2019)

De acordo com a perspectiva de Wortmeyer, Freitas e Cardoso (2005), a finalidade dessa tecnologia é propiciar maior economia, conforto, funcionalidade e valorização do imóvel. Essa tecnologia possibilita também a melhoria da comunicação entre as pessoas, pois permite que esta aconteça de forma remota. Bolzani (2004) afirma que essa interação à distância entre as pessoas por meio da tecnologia mostra que a automação residencial pode contribuir com uma importante função social.

O profissional responsável por associar tais sistemas chama-se integrador de sistemas residenciais, suas funções são elaborar o projeto, gerir a execução da obra, definir os equipamentos, *softwares* e interfaces de integração, comercializar os equipamentos, acompanhar e realizar a instalação, executar os testes e proporcionar o produto final da integração. O denominado integrador pode ser tanto uma empresa de pequeno porte como um profissional autônomo (SOUZA, 2016).

Conforme Accardi e Dodonov, a automação residencial é a associação entre tecnologia e serviços para garantir uma residência moderna e automatizada. Por mais que esse conceito traga aspectos referentes à modernidade e ao futuro, segundo os autores citados anteriormente, nada disso está distante do momento atual, muitos indivíduos já têm acesso a esse tipo de residência.

Nessa perspectiva, acrescentam Wortmeyer, Freitas e Cardoso (2005) que um local inteligente é aquele que possui maior autonomia quanto à execução de suas tarefas. Uma residência inteligente possibilita a facilidade da sua administração e operações, já que o conjunto de sistemas interligados viabiliza o acesso do usuário. Por exemplo, para os pais é possível acompanhar as atividades das crianças enquanto estão organizando os deveres do trabalho, por meio de câmeras conectadas ao aparelho celular.

De acordo com Bolzani (2007), as tarefas da automação residencial podem ser

divididas em três importantes setores:

- Setor de controle;
- Setor de dados;
- Setor de multimídia.

O Setor de controle possui a função de comandar os componentes mais básicos da automação. A maioria desses componentes utiliza a arquitetura distribuída, que por sua vez, consiste na autonomia dos equipamentos para tomarem decisões sem a interferência de um gerador. Dessa forma, a quantidade de dispositivos conectados diminui, reduzindo também as chances de uma falha geral (BOLZANI, 2007).

Nas residências, o setor de controle é responsável pelo controle da iluminação, controle de eletrodomésticos, controle de acessos, economia de energia, controle de temperatura, entre outros (BOLZANI, 2007).

O Setor de dados é responsável pelo compartilhamento ou transporte das informações. Os parâmetros de comunicação desse setor são a Ethernet e as redes. No entanto, compreende outros meios como o Wi-Fi, PLC, e outras tecnologias usadas em escritórios, residências etc. (BOLZANI, 2007).

A popularização da internet e a redução dos preços de dispositivos de comunicação, como computadores, notebooks, celulares e roteadores, permitiu o aumento de usuários, sendo cada vez mais possível encontrar esse tipo de tecnologia nas residências (BOLZANI, 2007).

O Setor de multimídia é encarregado basicamente pelo áudio e vídeo da residência. Os sistemas de multimídia distribuem os áudios e/ou vídeos por áreas. Os principais meios tecnológicos de distribuição desse setor são o Wi-Fi e USB (BOLZANI, 2007).

Nas residências, o papel do setor de multimídia é garantir o entretenimento do usuário. Para tanto é necessário que os meios de transmissão estejam em ótimo funcionamento e bem distribuídos. A distribuição de vídeo engloba desde as programações da TV até as imagens capturadas pelas câmeras de segurança. A distribuição de áudio permite a saída de som por meio de campainhas, toca músicas, dispara alarmes, entre outros (BOLZANI, 2007).



3.1.1. Sensores e atuadores

Sensores e atuadores são *hardwares* que podem ser utilizados na automação residencial. Os sensores possuem o objetivo de conseguir informações em uma grandeza física e converter em grandeza elétrica. Na domótica, os sensores são utilizados como medidores de gás, peso, luminosidade, temperatura, som, etc (GUIMARÃES, 2007).

Os atuadores possuem o propósito de transformar uma ação ou um processo por meio de um controlador. São exemplos de atuadores: comandos sonoros, luzes, LEDs, displays, motores, válvulas, entre outros (SOUZA, 2016).

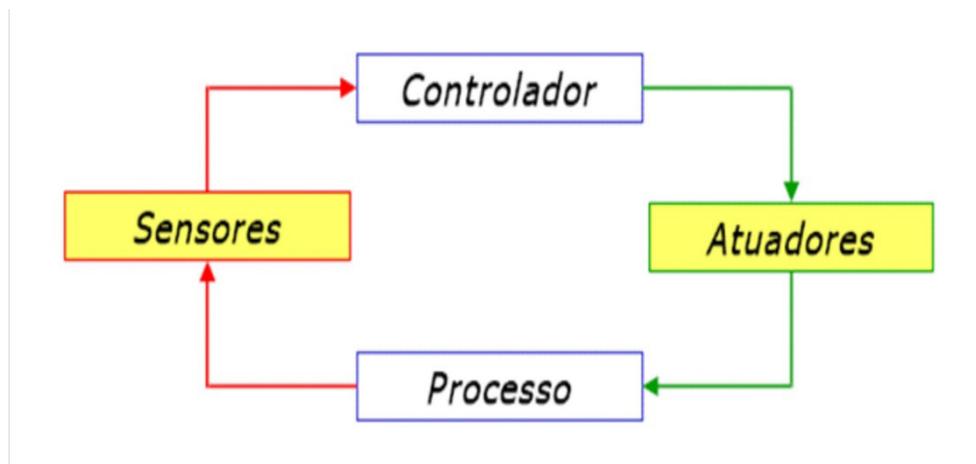


Figura 2 – Funcionamento de sensores e atuadores
Fonte: Silva (2018)

A função dos controladores é controlar os sensores e atuadores. Acompanhar as informações enviadas pelos sensores, dependendo da informação, pode enviar um comando para o atuador acionar ou não um dispositivo. Os controladores podem assumir interfaces diferentes, seja em um controle remoto, ou até mesmo modernas sedes de automação (ACCARDI; DODONOV 2012).

As interfaces são equipamentos que possibilitam ao usuário ver as informações e interagir com o sistema automatizado. São exemplos de interfaces: interruptores, controles remotos, celular, computador, etc. (ACCARDI; DODONOV 2012).

Os sensores e atuadores estão interligados entre si, o controlador colhe as informações do sensor e repassa para o atuador o momento certo de agir, conforme é representado na figura 2.

3.1.2. Arduino

O Arduino é um tipo de controlador formado por *hardware* e *software*, sendo muito utilizado em pesquisas acadêmicas e projetos amadores por ser uma forma acessível e funcional de programação. A partir desse controlador, foi adotado o conceito de *hardware* livre, onde o pesquisador tem a autonomia de modificar, personalizar e melhorar o Arduino a partir de um *hardware* básico (SOUZA, 2016).

A função do *hardware* é interligar os sensores com os atuadores por meio das suas conexões e armazenar um software em seu microprocessador com o intuito de controlar o processo. No Arduino podem ser conectados displays, LEDs, interruptores, botões, entre outros. (SILVA, 2018).

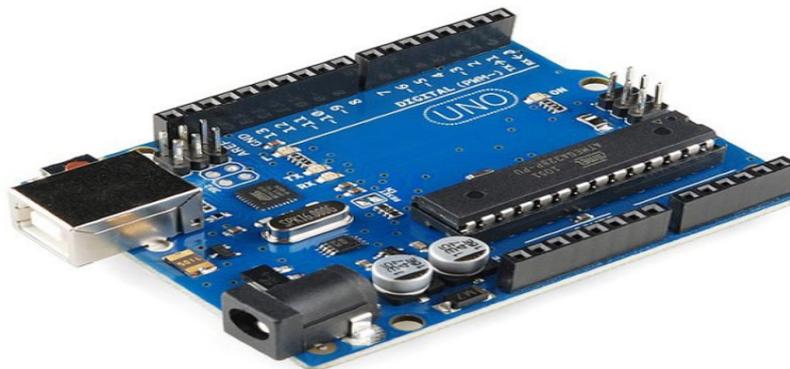


Figura 3 – Arduino Uno
Fonte: Silva (2018)

Após a programação, o controlador pode ser utilizado da forma como o pesquisador desejar. Na automação residencial, podem ser usados para controlar a temperatura do ar condicionado, as luzes da casa, os sons, etc. (SOUZA, 2016).

3.1.3. Inteligência artificial

A inteligência artificial é uma área nova muito similar à inteligência humana, projetada por meio de *softwares* para desempenhar tarefas e contribuir para a redução de falhas nos processos.



Figura 4 – Inteligência Artificial
Fonte: Souza (2016)

Conforme Silva (2018), as definições de inteligência artificial podem ser divididas em

quatro categorias, são elas:

- Agir de forma humana;
- Pensar de forma humana;
- Pensar racionalmente;
- Agir racionalmente.

Essas características aproximam muito a inteligência artificial à humana. O objetivo é tornar os sistemas cada vez mais eficientes por meio da melhoria contínua.

3.2. Internet das coisas

A internet das coisas (*Internet of Things* - IoT) é uma área que vem se expandindo muito atualmente dentro das telecomunicações sem fio. A característica primordial dessa área é a existência de sensores, objetos, dispositivos eletrônicos e comunicação capazes de interagir entre si, utilizando uma rede (SOUZA, 2016).

A utilização da IoT na automação residencial além de facilitar a vida do usuário permite a redução de desperdícios de energia, água e demais recursos essenciais para a habitação humana.

Um meio em que a internet das coisas está cada vez mais presente é o doméstico. Atividades como controlar a temperatura, ligar e desligar a iluminação, irrigação e sons são exemplos de como a IoT pode atuar na automação residencial (SOUZA, 2016).



Figura 4 – IoT na automação residencial
Fonte: Souza (2016)

4. METODOLOGIA

A metodologia científica “é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 14).

Quanto aos fins é classificada como descritiva, pois apresenta as particularidades de uma população, em que o pesquisador observa, organiza e analisa as situações (VERGARA, 2016).

Quanto aos meios esta pesquisa possui natureza bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é uma forma de conhecer profundamente o tema, através de todo material já publicado a respeito, compreendendo livros, artigos científicos, monografias, teses, dissertações, filmes, gravações etc (MARCONI & LAKATOS, 2017).

O artigo foi elaborado também a partir dos conhecimentos agregados através da disciplina Projeto Multidisciplinar I da grade do curso de Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Pitágoras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da pesquisa bibliográfica foi possível constatar que a automação residencial conta com uma série de dispositivos para garantir a sua funcionalidade. A Internet das coisas é um mecanismo que contribui para a melhoria da domótica. Diante disso, pode-se afirmar que a IoT é um fator preponderante para a eficiência da automação residencial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação residencial é uma área emergente, no entanto possui bons mecanismos para garantir o seu desempenho. A finalidade da domótica vai muito além de propiciar conforto, comodidade e bem-estar, pois oferece também a seus usuários maior segurança, redução de custos por meio da diminuição dos desperdícios de energia, água e outros recursos.

Através dos conceitos e ideias pesquisados, foi possível constatar que a automação residencial por meio da IoT corresponde a uma alta valorização do imóvel, pois este adapta-se as necessidades dos usuários. Apesar dessa alternativa não ser uma aquisição barata, proporciona um conjunto de benefícios para os moradores, como por exemplo, conforto, segurança, praticidade, economia, produtividade

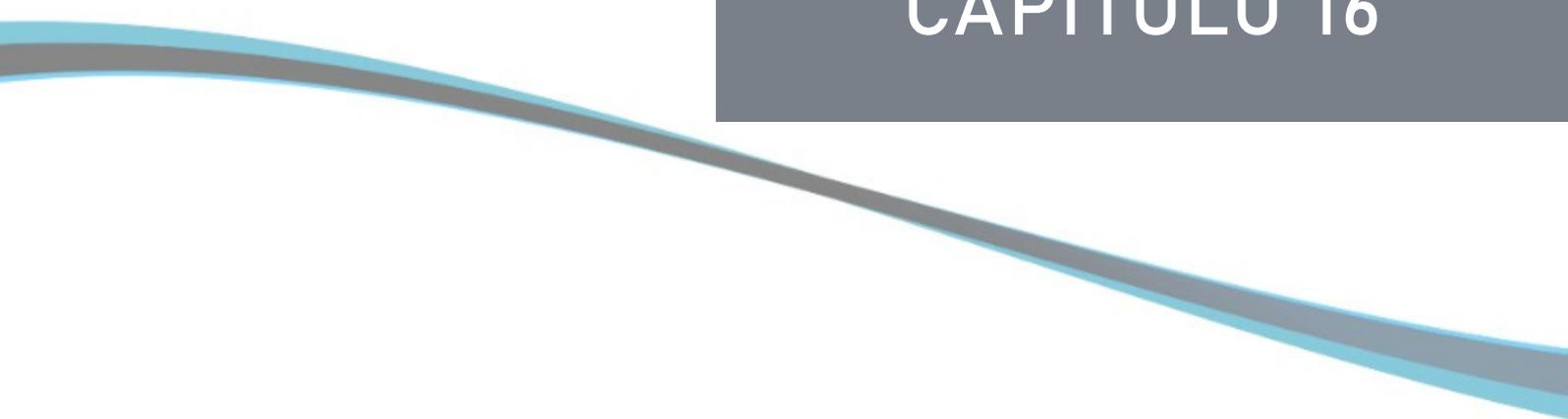


de, rentabilidade e eficiência. Essas vantagens agregam valor a essas residências.

Referências

- ACCARDI, Adonis; DODONOV, Eugeni. **Automação residencial**: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. Revista TIS, v. 1, n. 2, 2012.
- BOLZANI, C. A. M. **Desmistificando a domótica**. In: Revista Home Theater. [S.l.: s.n.], 2007.
- BOLZANI, Caio. **Residências Inteligentes**. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2004.
- GUIMARÃES, F. A. **Desenvolvimento de robô móvel utilizado para exploração de ambientes hostis. Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá, São Caetano do Sul/SP, 2007.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. - 8. ed. - São Paulo: Atlas, 2017.
- MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação residencial**: conceitos e aplicações. 2 ed. São Paulo: Educere, 2013.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. E-book
- SILVA, C. A. **Automação residencial com inteligência artificial**. UNIFAFIBE, 2018.
- SISLITE. **O que é a domótica?** [S. l.]: SISLITE, 2019. Disponível em: <http://www.sislite.pt/index.html>. Acesso em: 23 set. 2019.
- SOUZA, Marcelo Varela de. **Domótica de baixo custo usando princípios de IoT**. 2016. Dissertação de Mestrado. Brasil.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. SP: Atlas, 2016.
- WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. Automação residencial: Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. In: **II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGeT2005**. [S.I.: s.n.], 2005.





CAPÍTULO 16

MINI-GERADOR DE ENERGIA MAGNÉTICO

MAGNETIC POWER MINI-GENERATOR

Luiz Carlos Vieira Junior

Resumo

Vivemos em uma sociedade que apoia-se cada vez mais na tecnologia para executar tarefas que antes costumavam demorar longos períodos, como ir ao banco, realizar transações bancárias, saques ou pagamentos, até mesmo para um estudante, no qual este teria que recorrer a diversos livros para obter determinado conhecimento. No entanto, desde a terceira revolução industrial que trouxe em seu diagrama de planejamento a informática, é possível executar as tarefas supramencionadas com apenas alguns segundos direto de um smartphone ou tablet ou qualquer outro meio que possibilite acesso à internet. Em contrapartida a matriz energética ainda é altamente dependente de petróleo e de fatores geográficos, exceto a energia nuclear que é basicamente gerada a partir do enriquecimento de urânio. Fatores como baixo índice pluviométrico incidem diretamente no contexto de produção das hidroelétricas, somente com grandes investimentos é possível o enriquecimento de urânio, as termelétricas causam um grande dano ao meio ambiente e por esse motivo essa realidade precisa ser mudada.

Palavras chave: Produção, Energia, Matriz, Petróleo, Mudança.

Abstract

We live in a society that relies increasingly on technology to perform tasks that used to take long periods of time, such as going to the bank, doing bank transactions, withdrawals or payments, even for a student, who would have to resort to various books to gain certain knowledge. However, since the third industrial revolution that brought in its planning diagram the computer, it is possible to perform the above tasks with just a few seconds straight from a smartphone or tablet or any other means that allows access to the internet. In contrast, the energy matrix is still highly dependent on oil and geographical factors, except for nuclear energy that is basically generated from uranium enrichment. Factors such as low rainfall induce directly in the context of hydroelectric production, only with large investments it is possible to enrich uranium, thermoelectric plants cause great damage to the environment and for this reason this reality needs to be changed.

Key-words: Production, Energy, Matrix, Oil, Change.



1. INTRODUÇÃO

O surgimento do termo magnetismo nasce, supostamente, em uma região da Grécia chamada Magnésia, e teve Tales de Mileto como o principal precursor, no entanto, somente em 1600 o físico e médico, William Gilbert conseguiu obter o efeito do magnetismo através do atrito de ambar, uma resina vegetal fóssil. Desta forma, com os avanços que a humanidade tem vivenciado, a utilização da energia elétrica, certamente foi um dos, senão o maior, passo que a humanidade já pode dar. Vale ressaltar que foi a partir da eletricidade que avanços foram potencializados tais como estudos na área da medicina como inclusão de próteses robóticas, análises de microestruturas e microrganismos capazes de desencadear catástrofes continentais.

Por outro lado, a energia elétrica que a humanidade dispõe está totalmente vinculada com índices pluviométricos ou regimes de chuva para gerar forças para as turbinas nas hidroelétricas, à necessidade de vento para as usinas hidroelétricas, a disposição de luz solar para as células fotovoltaicas e por último a reações químicas em relação à fissão nuclear.

A produção de Energia elétrica através do magnetismo é idealizada como infinita, por esse motivo, este projeto tem como seu escopo de análise a possibilidade de geração de energia por meio de forças de repulsão magnética, pois não há uma relação de interdependência com fatores hídricos, eólicos ou marítimos e sim com a propriedades de alguns materiais denominados ímãs.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral ou Primário

Tem-se como principal objetivo deste projeto elaborar um mecanismo de geração de energia com matriz magnética.

2.2 Objetivos específicos ou secundários

- Origem do magnetismo;
- Métodos de produção de energia.



- Avaliar sob uma perspectiva econômica possíveis dados acerca da utilização do mecanismo.

3. JUSTIFICATIVA

Notoriamente, a humanidade, desde a idade dos metais, vem evidenciando o quão difícil é combater o processo natural de degradação de um metal. Nesse contexto, o processo corrosivo é uma degradação na qual há uma liberação energética que faz com que as ligações químicas e por conseguinte metálicas se tornem fragilizadas.

O objetivo primordial deste projeto trata-se de uma análise sobre os principais pontos e ambientes propícios à corrosão e suas consequências, quer sejam ambientais quer sejam através de manutenções, pois, são fatores que influenciam situações econômicas para a sociedade de modo geral. Desta forma, a indústria do petróleo e todo seu aparato tecnológico giram em torno de uma interdependência com diversos ramos de estudo tais como o químico, físico, mecânico, mecatrônico e a maioria, senão todos, necessitam de estruturas com propriedades ímpares e que tragam longevidade a todo processo.

O projeto direciona-se à concessão de conhecimento e tornar-se-á fonte sintetizada para a elaboração de pesquisas que necessitam de um parâmetro basilar na avaliação de um ambiente propício para desenvolvimento de atividades metalúrgicas, petrolíferas e industriais. Como supramencionado, é importante salientar que setores como o metalúrgico e a indústria energética influenciam fortemente o nosso superávit primário.

Ter uma balança comercial favorável é imprescindível para um país emergente como o Brasil, além disso, combater a depreciação de equipamentos localizados nas faixas litorâneas tornou-se fator de diversos estudos. Por esse motivo, esse projeto busca analisar através do objetivo primário e os secundários tais ocorrências.

4. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi um estudo de caso baseado nas bibliografias publicadas nos últimos 15 anos, no qual foram realizadas consultas a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes base de dados "Livros", "Artigos Científicos", além de sites relacionados às "Normas Brasileiras Regulamentadoras". O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados no período supramencionado com base de pesquisa guiadas pelas palavras-chave: "Produção, Energia, Matriz, Petróleo, Mudança.



5. REFERENCIAL TEÓRICO

Em primeiro plano, vale salientar a importância de conceituar o magnetismo e suas limitações com a finalidade de elaborar uma linha de raciocínio que visa inserir a possibilidade da utilização do mecanismo na iluminação, carregamento de smartphone e, posteriormente, em eletrodomésticos de modo geral (TONIDANDE, 2018).

5.1 Origem do Magnetismo e do Eletromagnetismo

A Magnetita, é um composto de óxido de ferro (Fe_3O_4), que desde os primórdios do seu descobrimento, em meados de 2000 a.C em uma região da Grécia denominada Magnésia, vem intrigando estudiosos pois, até hoje, ninguém entende muito bem o porquê da força de atração e repulsão desses materiais. Por volta do século I a.C na China, utilizou-se pela primeira vez um ímã suspenso por um fio e que se alinhava-se na próxima à direção norte-sul terrestre, e devido ao pequeno ângulo de defasagem, posteriormente, foi denominado Norte-Sul magnético e assim nasceu bússola, que orientou por séculos os navegantes, conforme Figura 1 (PEREIRA, 2018).

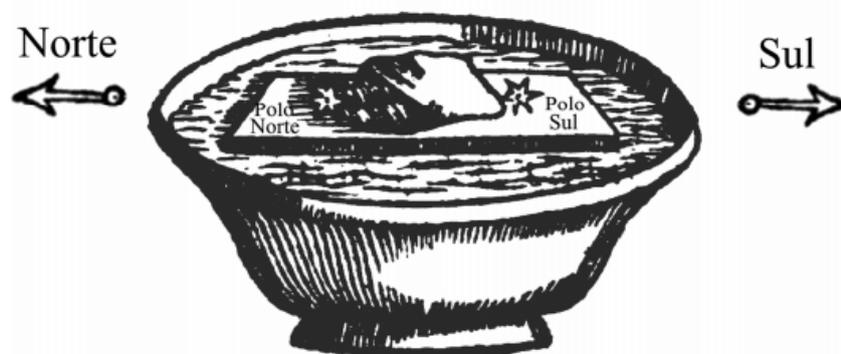


Figura 1 – Norte e Sul magnéticos direcionados pela magnetita.
Fonte: De Andrade Martins (2017)

Ainda nesse contexto, No século XIII, Petrus Peregrinus e Pierre Maricourt observaram a existência dos polos magnéticos (Norte e Sul), forças nas extremidades de repulsão (Sul – Sul e Norte – Norte) e de atração (Norte – Sul e Sul Norte) e que os polos não existem separadamente, ou seja, caso um ímã existente seja separado, ele não terá apenas a características de repelir ou atrair um material, em vez disso quanto maior a subdivisão maior o número de ímãs serão criados. Ver figura 2 (PEREIRA, 2018).

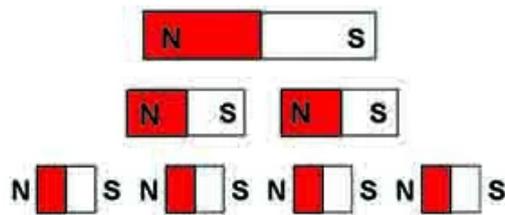


Figura 2 – separação de ímãs
Fonte: Educação Globo (2015)

Os ímãs dividem-se em artificiais, sendo compostos por metais e ligas cerâmicas que podem ser temporários ou permanentes em relação às propriedades magnéticas, e os naturais que são as magnetitas. Os ímãs permanentes são compostos com ligas de aço (Ferro e Carbono) que contém Níquel e Cobalto, e os temporários que são compostos de ferro doce, ou seja, ferro nobre, em relação à temperatura, quando aquecidos, perdem suas características magnéticas, ou seja, deixa de gerar campo magnético. Desta forma, têm-se que as ímãs de níquel sua capacidade de produção de campo magnético quando aquecidos a 350 °C, os de ferro a 770°C e os cobalto a 1.100°C (FIM, 2018).

5.2 A influência da eletricidade no campo magnético

Conhecendo as propriedades do material citado no subitem anterior, o mundo buscou entender o magnetismo e sua relação com a eletricidade, pensadores como Oersted, Tesla e Faraday, transformaram um mundo que antes era a base de vapor e gás, em um mundo iluminado por lâmpadas de resistências elétricas. P o r volta do século XIX, o professor dinamarquês chamado Hans Cristian Oersted realizou uma experiência interessantíssima para o entendimento de como a corrente elétrica influenciava as ondas magnéticas (ver figura 3) (SILVA, 2019).

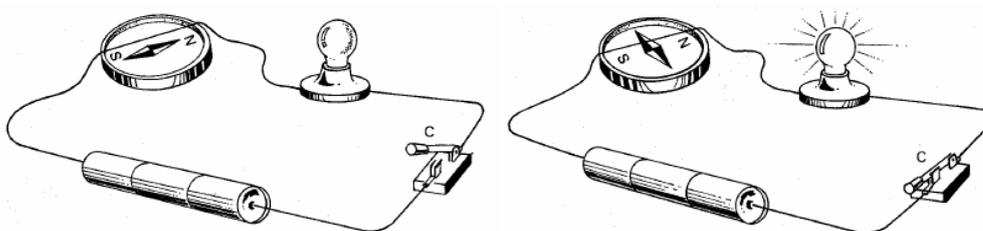


Figura 3 – Experiência de Oersted acerca do campo magnético
Fonte: Rocha (2019)

Conforme imagem acima, Oersted utilizou: uma pilha, uma lâmpada, uma bússola e um interruptor para a corrente produzida pela pilha. No primeiro instante com o interruptor “aberto”, ou seja sem corrente elétrica, nada muda ou nada influencia a bússola, porém, ao ceder caminho para a corrente elétrica através do interruptor a lâmpada acende e algo muda: o ponteiro que antes apontava para o Norte-Sul Magnético, agora ficaria perpendicular ao caminho percorrido pela corrente. Ante exposto, Oersted prova que a corrente elétrica influencia as ondas magnéticas, dar-se novos passos rumo ao Eletromagnetismo (PEREIRA, 2018)

5.3 Michael Faraday e o Motor Homopolar

Michael Faraday, um químico e físico inglês nascido no dia 22 de setembro de 1791 em Londres e após as descobertas de Oersted, seus estudos buscaram compreender melhor o fenômeno do eletromagnetismo. Faraday traz os mesmos princípios do teste de Oersted: uma pilha, um condutor de cobre, um ímã e o diferencial, um recipiente com mercúrio que é um ótimo condutor elétrico, o cobre não mantinha contato direto com o ímã. Ao ceder corrente ao sistema, Faraday descobriu o movimento circular em volta do ímã dando mais um passo significativo ao avanço tecnológico, observando que um ímã dispõe movimentos circulares do campo magnético e transformando energia elétrica em mecânica, nasce o primeiro motor elétrico (SANTARELLI, 2007).

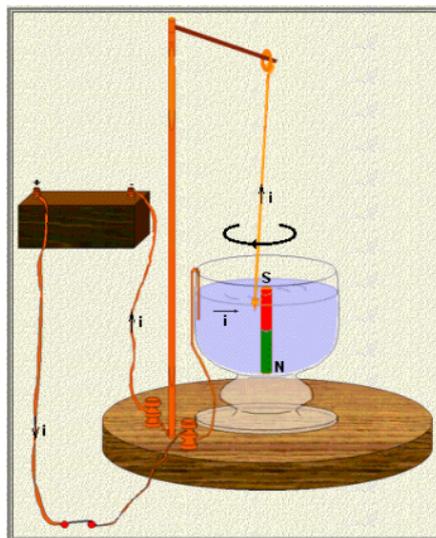


Figura 4 – Motor homopolar de Faraday
Fonte: Santarelli (2007)

Em paralelo às descobertas de Oersted, pesquisadores como André Marie Ampère, Karl Friedrich Gauss, James Clerk Maxwell e Michael Faraday continuaram suas pesquisas desenvolvendo conceitos básicos sobre eletromagnetismo e o entendimento do campo magnético. Quando há corrente elétrica em um condutor observa-se a orientação das agulhas das bússolas em modo circular, o que se infere que o campo elétrico gera um campo magnético de círculos concêntricos conforme figura abaixo, porém quem patenteou o Campo Magnético Rotativo foi Nikola Tesla (TEERIKORPI, 2019).

5.4 Métodos de produção de energia

A partir da análise dos princípios acima abordados, a produção de energia se-

que parâmetros similares em relação aos mecanismos. Desta forma far-se-á uma análise acerca do peso de cada métodos de produção de energia no Brasil e quais são suas vantagens e desvantagens. As fontes e formas de produção de energia são fundamentais para um país na circunstâncias que estas descrevem o desenvolvimento do mesmo. As fontes principais de produção na atual conjuntura são as Hidroelétricas, as termoelétricas, algumas que utilizam o gás natural e a energia nuclear (SANTANA FILHO, 2018).



Figura 5 – Represa de Belo monte em construção no rio Xingu.
Fonte: Fearnside (2019)

As hidroelétricas são responsáveis pela produção de cerca de 90% da energia consumida em todo país, em contrapartida, os rios de planalto ou os potenciais hídricos utilizados não chegam a casa dos 30% sendo uma das mais importantes a usina de Itaipu que pertence também ao Paraguai (FEARNSIDE, 2019).

As termoelétricas têm como sua fonte motriz o carvão mineral que causam impactos diretos na camada de ozônio em função da liberação de gases como monóxido (CO) e dióxido de carbono (CO₂). Sua produção está ligada aos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além disso, as reservas de carvão mineral existentes do Brasil são consideradas de má qualidade em relação ao carvão mineral outrora existem na Inglaterra, o que possibilitou o desenvolvimento da revolução industrial no século XVIII. Em paralelo a introdução de biocombustíveis vem se sobrepondo à evidencia do carvão, pelo fato destes serem enquadrados como renováveis (PEREIRA, 2018).

Energia nuclear, sua obtenção ocorreu a partir de estudos realizados em meados de 1960 com a criação do Programa Nuclear Brasileiro, com um argumento que a matriz energética existente no Brasil entrará em colapso e esta servirá como suporte. No entanto, fatores externos, principalmente a corrupção o país vem atrasando seu desenvolvimento em relação a países com menos recursos, prova disso é a usina de Angra 3, que iniciou em 1984 e até o presente ainda não foi concluída e os gastos já chegam aos bilhões apenas com a infraestrutura (CARDOZO, 2019)

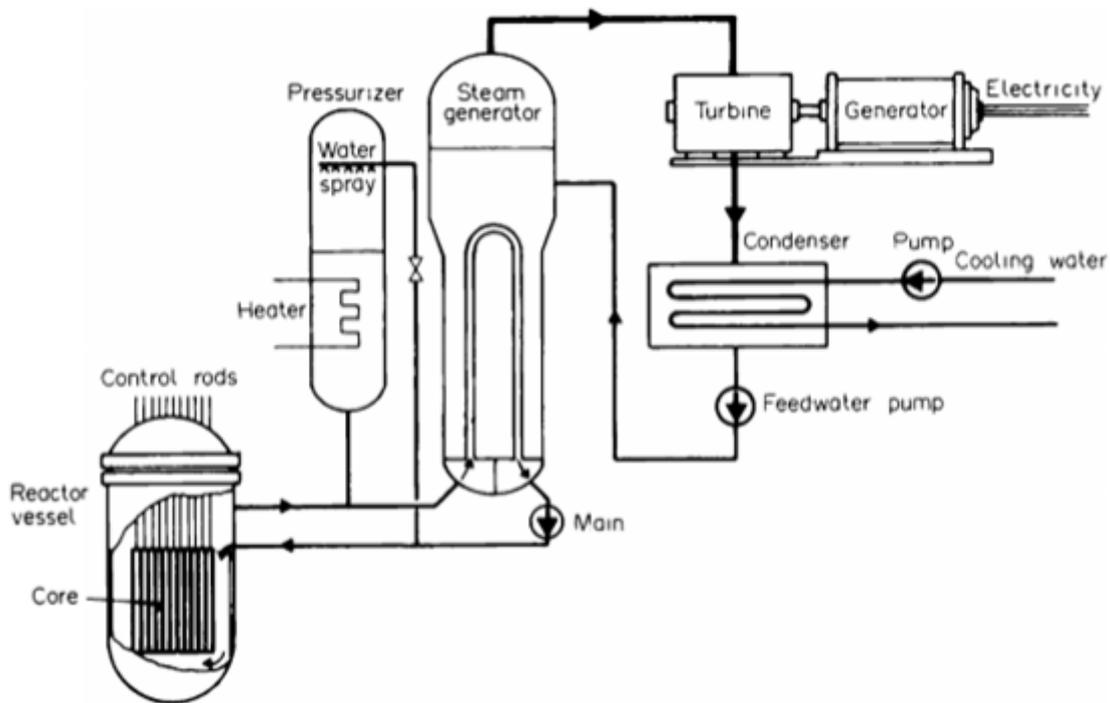


Figura 6 – Princípio de funcionamento da Usina Nuclear
 Fonte: Cardozo (2019)

Seu princípio de funcionamento está intrinsecamente ligado a rotação de equipamentos que recebem o calor gerado no reator de urânio, conforme acima, o vapor sobe e mantém as turbinas em constante movimento e esta, ligada ao gerador, produz energia com a transformação de energia térmica em energia cinética (SANTOS, 2019).

5.5 O equipamento de propulsão magnética

A composição desse protótipo será feita com a utilização de ímãs de neodímio ou ímãs de neodímio-ferro-boro, que é obtido com a combinação dos itens supra-mencionados. Esses poderosos componentes são comumente utilizados em motores elétricos e discos rígidos de HD. Uma das propriedades utilizadas em relação a materiais não magnético exibe uma “frenagem” prova disso são os sistemas de frenagem do Comboio de Levitação Magnética ou MAGLEV, um trem bala sob propulsão magnética e que atinge a velocidade de 603 km/h (HUANG, 2018).

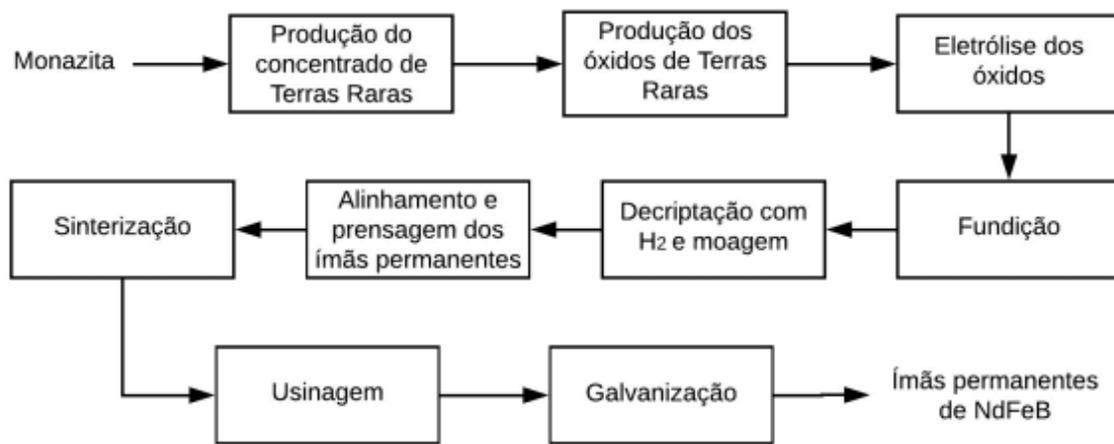


Figura 7 – fabricação de Ímãs de Neodímio-ferro-boro
 Fonte: Sampaio (2018)

Além disso, madeira e rolamentos como forma de utilizar o efeito de propulsão gerado pela aproximação dos polos iguais dos ímãs, para gerar um movimento circular. Além disso, quando o protótipo estiver com sua dinâmica concluída, associar-se-á um pequeno gerador como demonstrativo de produção de energia (PEREIRA, 2018).

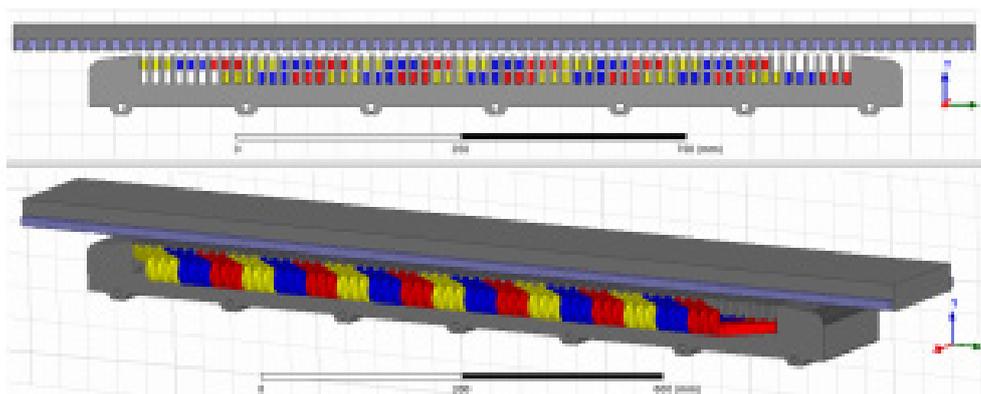


Figura 7 – Projeto Maglev Cobra
 Fonte: Huang (2018)

Para atender à necessidade deste projeto, far-se-á um protótipo também eletrônico em um software computacional, o SolidWorks com vistas a demonstrar o fundamento dessa abordagem, com equipamentos, ímãs, rolamentos e uma simulação de geração de energia (CHANG, 2019).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que o atual projeto tem como finalidade elaborar um mecanismo de geração de energia com matriz magnética, visto que matrizes energéticas são totalmente dependentes de fatores geográficos e de petróleo, visando um funcionamento mais duradouro e sem paradas, como regimes de chuva para gerar forças nas hidroelétricas e a necessidade de vento para as usinas hidroelétricas. Do mesmo modo, a produção de energia através do magnetismo é idealizada como infinita e viabiliza ainda mais este projeto.

Referências

CHANG, Kuang-Hua. **Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2019**. SDC publications, 2019.

DE ANDRADE MARTINS, Roberto. **O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 1, p. e1601, 2017.

FEARNSIDE, Philip M. **Hidrelétricas em florestas tropicais como fontes de gases de efeito estufa**. **HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA**, p. 69, 2019.

FIM, Rafael Gitti Tortoretto. **Influência dos parâmetros de processamento na microestrutura e nas propriedades magnéticas de ímãs permanentes de (Nd, Pr) FeB**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HUANG, Jing Yu et al. **Influence of track irregularities in high-speed Maglev transportation systems**. *Smart Structures and Systems*, v. 21, n. 5, p. 571-582, 2018.

PEREIRA, Gilberto Gonçalves; PIRES, Catarina. **O poder da magnetite**. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Actas*, n. 5, p. 23-30, 2018.

ROCHA, Rafael Pedro da. **Relato de experiência: Uso de experimentos históricos no ensino do eletromagnetismo**. 2019.

SAMPAIO, Michel Serra et al. **Inventário do ciclo de vida ICV da produção de ímãs permanentes a partir de um minério brasileiro**. 2018.

SANTANA FILHO, Eliel et al. **Análise da competitividade econômica do potencial de produção de energia elétrica a partir do biogás proveniente de dejetos bovinos em Alagoas**. *Diversitas Journal*, v. 3, n. 2, p. 315-328, 2018.

SANTARELLI Raphael. **Motor de Faraday**. *Instituto de Física "Gleb Wataghin" – UNICAMP F 609B - Tópicos de Ensino de Física I Relatório Final*. 2007

SILVA, Ana Paula Bispo da. **Perennial scientific distortions and their consequences to science teaching: the relationship among electricity, magnetism and heat**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 4, 2019.

TEERIKORPI, Pekka et al. Electricity and Magnetism. In: **The Evolving Universe and the Origin of Life**. Springer, Cham, 2019. p. 149-160.

TONIDANDEL, Danny Augusto Vieira; ARAÚJO, Antonio Emilio Angueth de; BOAVENTURA, Wallace do Couto. **História da eletricidade e do magnetismo: da Antiguidade à Idade Média**. 2018.



**SISTEMAS DE TRATAMENTO
DE ESGOTO UTILIZADOS EM
CONDOMÍNIOS VERTICAIS
LOCALIZADOS NO BAIRRO TURU NO
MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS**

SEWAGE TREATMENT SYSTEMS USED IN VERTICAL CONDOMINIUMS
LOCATED IN THE TURU DISTRICT OF SÃO LUÍS

Larissa Silveira Ripardo
Rafaele de Sousa de Oliveira Carvalho

1. INTRODUÇÃO

A urbanização tem conduzido ultimamente o mercado imobiliário a investimentos cada vez mais frequentes em construções de condomínios verticais, sendo dispensável em muitas dessas construções um sistema de tratamento de esgoto eficiente e ambientalmente adequado. Atrelado a isso, a falta de planejamento traz consigo alguns problemas ambientais, como por exemplo, a precariedade no saneamento básico. O lançamento inadequado de efluentes em corpos receptores ainda é uma realidade mesmo nas capitais, muitas vezes pela falta de investimento em sistemas de tratamento, como também pela falta de manutenção ou operação inadequada dos sistemas já existentes. Apesar disso, diante da escassez da água e dos impactos gerados a partir dessa prática, as leis ambientais têm sido mais restritivas e demandando o cumprimento das obrigações estabelecidas, como o tratamento de esgoto sanitário para esses empreendimentos.

No bairro do Turu, na cidade de São Luís, as construções de condomínios residenciais tem sido crescentes nos últimos anos. Isso ocorre com maior relevância devido aos programas de habitações empregados na capital e também pela região do Turu ter uma proximidade às faculdades, universidades e shopping, tendo um planejamento do espaço, em sua maioria, de forma vertical. Essa configuração de moradia faz com que haja uma demanda exacerbada de esgoto sanitário devido à aglomeração de moradores em um espaço menor em relação aos horizontais, sendo um dos fatores principais para a problemática de tratamento dessa alta demanda de esgoto gerado na região.

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar os tipos de sistemas de tratamento de esgoto adotados em condomínios verticais no bairro do Turu, localizado na região metropolitana do município de São Luís. Os objetivos específicos foram caracterizar os sistemas de tratamento de esgoto utilizados nos condomínios da área de estudo, avaliar a eficiência desses sistemas considerando seus aspectos operacionais e padrões legais exigidos e analisar a percepção ambiental dos moradores quanto à eficiência dos sistemas de tratamento de esgoto operados em seus condomínios.

O presente trabalho seguiu a conclusão de quatro etapas distintas, onde a primeira delas se caracterizou pelo levantamento bibliográfico acerca dos temas abordados pela pesquisa. A segunda, se consistiu na escolha de dois condomínios residenciais localizados no bairro do Turu, onde foram realizadas entrevistas com os responsáveis pelos condomínios. Na terceira etapa, foi aplicado um questionário através da ferramenta *Google Forms* para os moradores dos condomínios, e na quarta e última etapa, foi realizada a análise dos dados obtidos nas entrevistas e no questionário para posterior discussão.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

A urbanização no Brasil sofreu um processo de expansão em um período consideravelmente recente, no século XX, tendo começado através de fatores que englobavam mudanças relevantes na economia e também na população brasileira como um todo. A diferença de população em relação às urbanas e rurais só começou a ser divulgada em uma média de trinta anos atrás, quando os dados censitários apontaram que a população rural era consideravelmente menor (BRITO; HORTA; AMARAL, 2018).

Para Pinheiro (2010), a expansão da urbanização brasileira teve uma modificação que foi acontecendo ao longo dos anos, quase simultaneamente em um acompanhamento das mudanças tanto políticas quanto socioeconômicas. Sendo essa expansão dada em padrões correspondentes ao tempo em que se encontrava, ou seja, era compatível com o período colonial, de industrialização e globalização, respectivamente.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010 a população urbana passou a ser constituída por 84,35% do total, aumento justificado pela modalidade do setor econômico, deixando de ser agroexportador para ser industrializado. Essa diferença significativa trouxe impactos na vida social brasileira, começando a adotar um novo comportamento diante do que estava sendo implantado (SANTOS, 2013).

Segundo Santos e Silveira (2008), todo processo de metropolização traz consequência pós-implementação para a cidade. Isso porque o custo desse progresso impacta diretamente sobre outros aspectos locais. Tais fatos atingem âmbitos sociais e ambientais, resultando em um mau planejamento urbano e uma problemática nos setores de infraestrutura, economia local, ocupação de áreas protegidas e periferização de uma parcela da população.

O maranhão, no século XIX, teve seu ápice no setor econômico devido à exportação de algodão, resultando em uma positiva aquisição financeira à burguesia local. O processo industrial intensivo em São Luís se iniciou com a instalação de máquinas de fiação de tecidos instaladas na capital. Apesar disso, a modificação da infraestrutura da cidade só começou a se consolidar a partir da contratação de uma empresa norte-americana que cuidaria dos serviços públicos básicos (de saneamento), onde posteriormente não houve o cumprimento do que havia sido proposto (SANTOS, 2013).

Para Ferreira (2002), alguns outros fatores contribuíram para o crescimento de São Luís. Considerando os investimentos da indústria Vale e consórcio Alumar, a implantação do Distrito Industrial ocupou 29% de área da capital. Tal investimento foi feito por empresas que formavam o consórcio Alumar, como BHPBillinton, que

sozinha tinha aplicado mais de R\$200 milhões, o que correspondia ao total de 95% do que era investido em cidades de porte médio.

De acordo com Santos (2013), a incorporação do capital estatal em São Luís se evidencia a partir das construções de conjuntos habitacionais, que foram contempladas pelo Banco Nacional de Habitação e Caixa Econômica, resultando em uma elevação na população da capital. Alguns bairros foram adquirindo características urbanas, mas somente em 1990, com a criação da Lei Orgânica do Município que foram delimitadas as áreas urbanas da cidade.

O processo de verticalização não acontece em outros lugares como no Brasil, uma vez que o seu andamento e sua finalidade no país são distintos, pois é mais voltado para habitação. Esse processo caracteriza a urbanização e traz consigo modernidade, gerando uma significativa satisfação. O espaço urbano passa a ter como fundamental modelo de apropriação de espaço a verticalização, principalmente nas grandes cidades do país (SOUZA, 1994).

O Estado do Maranhão teve uma importante contribuição para a expansão das cidades no país através de financiamentos, pois a atuação do Banco Nacional de Habitação, assim como da Caixa econômica com o programa *Minha Casa, Minha vida*, já no século XXI, foram contemplados com o Sistema Financeiro de Habitação, fomentando a urbanização da cidade através de investimentos em programas habitacionais (SANTOS, 2013).

De acordo com Santos (2013), os primeiros edifícios verticais mais altos de São Luís eram compostos por cinco andares, localizados no bairro São Francisco em 1980. Já em 2010, Santos percebeu uma tendência no que se refere ao surgimento de quantidades maiores de condomínios verticais, seguindo uma proximidade local com o município de São José de Ribamar englobando bairros como o Turu, tendo características de empreendimentos de porte médio a baixo, com o máximo de seis andares, sem elevadores e com metragem menor que 60m².

Para Sousa (2008), essa configuração de moradia tem maior concentração em áreas de subúrbio e geralmente próxima a áreas de proteção ambiental, tendo uma relevante dificuldade de acesso aos serviços de saneamento básico. Apesar disso, esses empreendimentos são obrigados a cumprir com as diretrizes dispostas nas legislações ambientais, ao que se refere, também, ao tratamento e lançamento de esgotos.

As atividades e empreendimentos que manifestarem potencial de poluição ou degradação são passíveis de licenciamento ambiental. Devendo ser analisados por órgãos competentes quanto à instalação e operação dos projetos, e sendo solicitado o melhor método em relação ao abastecimento de água e tratamento de efluentes sanitários para áreas que dispõem de rede coletora. Já para áreas que não dispuserem dessas redes, deverão ser implementados sistemas privados de rede e tratamento de esgotos, sendo responsabilidade do empreendedor (SOUSA, 2008).



Em relação aos tipos de sistemas de tratamento já existentes, são conhecidas inúmeras técnicas que podem ser aplicáveis, cada uma com características positivas e negativas, a depender de onde será implantada, sendo considerado também seu custo de manutenção e operação, além da complexidade do seu funcionamento (Nuvolari, 2011).

Para Massoud, Tarhini e Nasr (2008), é imprescindível uma efetiva participação da sociedade no planejamento de políticas públicas voltadas para o saneamento básico, pois isso aumenta a possibilidade da população admitir a responsabilidade sobre a escolha de tecnologias ambientalmente adequadas, levando em consideração os aspectos econômicos e sociais da localidade.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008), em relação à rede coletora de esgoto sanitário, o Maranhão está entre os Estados que sofre com a grave escassez desse serviço. A construção de fossas sépticas era a principal medida para compensar essa deficiência, havendo um aumento desse método entre 2000 e 2008.

Mesmo não sendo considerado o método mais adequado para o tratamento de esgoto devido ao uso do sumidouro, a fossa séptica teve um importante papel na diminuição dos impactos quando relacionada às valas a céu aberto e em lançamento direto em corpos hídricos nas regiões que não eram englobadas pela rede coletora desse efluente (IBGE, 2008).

As fossas sépticas são geralmente mais utilizadas por sua operação ter um custo mais barato e sua manutenção ter um esquema simples, fazendo com que esse sistema seja mais acessível diante outras alternativas locais. Esse método ainda reduz o volume acumulado de lodo em até 40%, tolerando tanto cargas hidráulicas como orgânicas (NARS; MIKHAEIL, 2015).

A partir do funcionamento da fossa séptica, o esgoto gera resíduos denominados de lodos, no qual esses resíduos precisam ser retirados periodicamente do interior desse sistema para não haver comprometimento da sua eficiência. Por conterem patógenos e outros poluentes, os lodos precisam ser bombeados de forma adequada para não contaminar o ambiente (CORDEIRO, 2010).



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização do estudo, foi feito primeiramente um levantamento bibliográfico em sites de buscas tais como *Google acadêmico* e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), onde a busca foi realizada com os descritores: saneamento básico, sistemas de tratamento de esgoto e condomínios horizontais. Este levantamento serviu como base para a construção do referencial teórico do projeto bem como para a análise e discussão dos resultados alcançados, a fim de que os objetivos propostos pudessem ser verificados. Após isso, foi realizada a escolha de dois condomínios residenciais localizados no bairro do Turu, esta escolha foi feita de maneira a abranger os condomínios que englobassem um contexto estrutural semelhante, sendo de médio porte. Assim, posteriormente foram definidas duas datas do corrente mês para a realização de visita nos locais e levantamento de dados a partir de entrevistas referentes aos sistemas de tratamento de esgoto utilizado por cada condomínio, bem como características operacionais do sistema e dos efluentes produzidos pelos residentes de cada condomínio através de entrevista com o responsável legal pelo empreendimento. Após a determinação de quais seriam os empreendimentos, foram determinados codinomes para cada um, sendo X e Y.

Na entrevista realizada com o responsável pelo condomínio X, foi informado que o sistema de tratamento de esgoto utilizado no empreendimento é fossa séptica, assim como é utilizado no condomínio Y. No condomínio X foi informado que a limpeza da fossa séptica era realizada por uma empresa contratada, mas que a frequência não era regular, sendo acionada imediatamente quando há algum problema relacionado ao sistema, como por exemplo diante das reclamações de mau cheiro nas residências e entupimentos. Já no condomínio Y, relataram apenas que a limpeza era realizada a cada seis meses por uma empresa também contratada.

De acordo com a NBR 7229 (1993), a frequência da limpeza e manutenção desse tipo de sistema vai depender da demanda que ele recebe, o que nos leva a uma percepção negativa encontrada nesse primeiro empreendimento. Pois, considerando a existência de 14 blocos em cada condomínio, com 04 andares por bloco, sendo 4 apartamentos por andar, temos 224 apartamentos. Estimando em média três moradores por apartamento, temos 672 moradores por condomínio, o que significa 1.344 moradores somente em dois condomínios, resultando uma demanda considerável na geração de esgoto nesse bairro. Se a frequência da limpeza excede o tempo adequado, a eficiência da fossa séptica é prejudicada e pode ocasionar problemas para o meio ambiente e saúde pública. Os responsáveis pelos condomínios foram questionados ainda sobre o conhecimento em relação as empresas contratadas e não souberam informar se havia uma legalidade por parte das empresas, se eram especializadas, por exemplo, e também não eram cientes quanto ao destino final do resíduo retirado das fossas sépticas.

Além disso, foi realizada uma pesquisa especificamente com os moradores, uma vez que o objetivo foi verificar a percepção ambiental de cada um com relação



ao tratamento de esgoto do local onde moram. Assim, foi elaborado um questionário com quatro perguntas direcionadas ao tema Tratamento de Esgoto Doméstico e esse questionário foi aplicado aos moradores de cada condomínio. Os dados obtidos através da aplicação dos questionários foram organizados graficamente com o intuito de melhor visualização e discussão dos resultados.

Gráfico 1 – Condomínio X

Você sabe se o seu condomínio possui coleta/tratamento de esgoto?

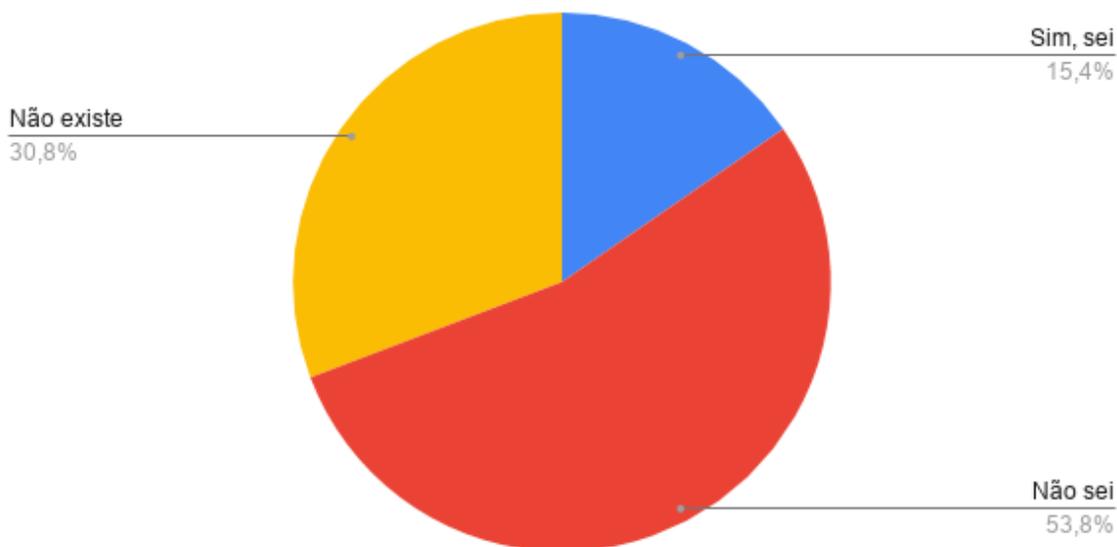
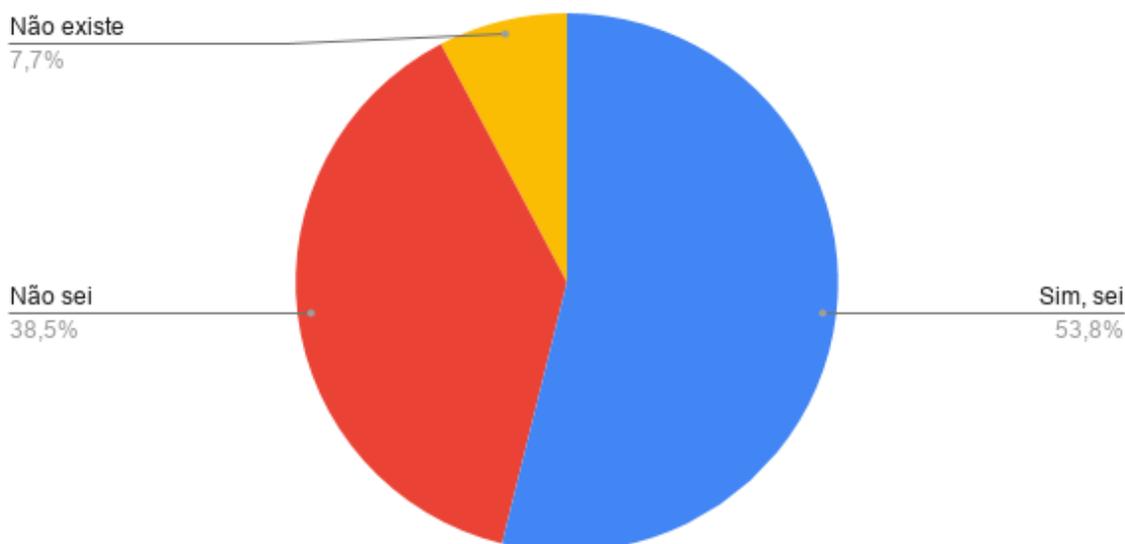


Gráfico 2 – Condomínio Y

Você sabe se o seu condomínio possui coleta/tratamento de esgoto?



Analisando os gráficos acima, se evidenciam duas situações interessantes no que diz respeito a percepção dos moradores quanto à existência de um sistema de tratamento de esgoto nos condomínios que residem. No Condomínio X, a maioria

dos moradores afirmaram não saber sobre a existência de um sistema de tratamento de esgoto em seu condomínio. Isso mostra que os condôminos desconhecem o funcionamento do local que estão inseridos, muitas vezes por falta de interesse e também por desconhecerem as questões ambientais e econômicas envolvidas. Em comparação a isto, quase 60% dos moradores do condomínio Y mostraram ser cientes sobre a existência desse sistema, o que nos permite interpretar que há um acesso maior referente às informações que envolvem o sistema e também uma preocupação sobre o que é feito com esse resíduo gerado por eles. Essas respostas nos levam ao questionamento sobre a falta de conhecimento referente aos seus direitos enquanto às questões de saúde pública, uma vez que o saneamento básico engloba o tratamento de esgoto e está diretamente ligado à saúde.

Gráfico 3 – Condomínio X

Você sabe qual o sistema de coleta/tratamento de esgoto é utilizado em seu condomínio?

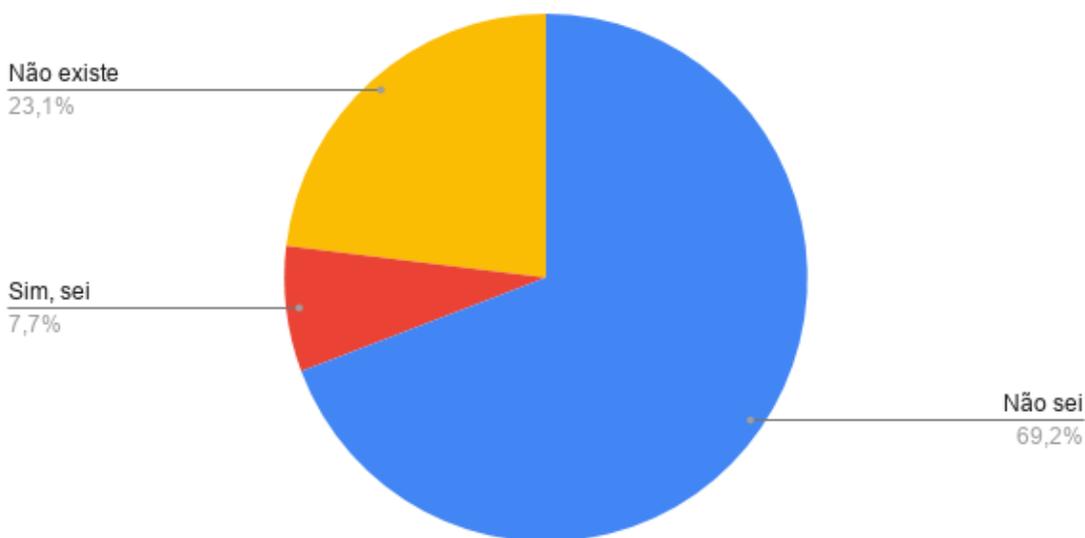
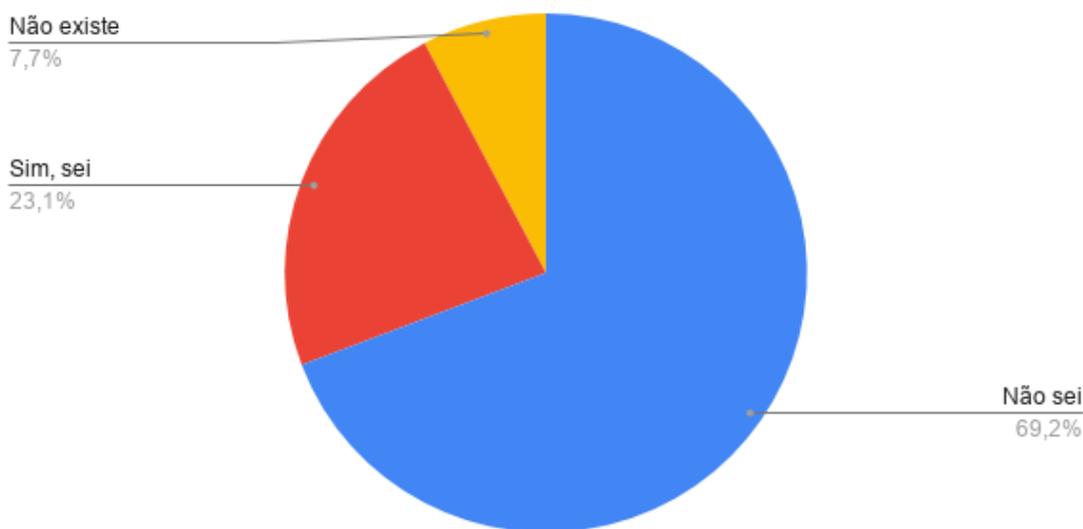


Gráfico 4 – Condomínio Y

Você sabe qual o sistema de coleta/tratamento de esgoto é utilizado em seu condomínio?



Após serem questionados sobre a existência desse sistema, foi perguntado aos moradores sobre o conhecimento do tipo de sistema utilizado em seu condomínio. Dos 15,4% dos moradores do condomínio X que anteriormente afirmaram saber da existência de um sistema de tratamento onde moram, somente 7,7% afirmaram ter conhecimento sobre o tipo desse sistema. Enquanto no condomínio Y, de 53,8% somente 23,1% afirmaram saber qual sistema opera o tratamento do seu esgoto. Geralmente, os moradores que sabem da existência desse tratamento, não tem a preocupação de conhecer de que forma é realizado o processo. Em contrapartida, os moradores que desconhecem a existência do tratamento de esgoto em seu residencial, tem menos interesse ainda em buscar essa informação. Percebe-se a predominância, em ambos os condomínios, dos moradores que não sabem o tipo de sistema que é utilizado, com o percentual de 69,2%. Outro fator interessante, é que no condomínio Y se mantiveram os 7,7% que afirmaram não existir um sistema e conseqüentemente o tipo, enquanto no condomínio X, de 30,8%, apenas um pouco mais de 23% mantiveram essa opinião.

Gráfico 5 – Condomínio X

Você sabe por que o esgoto do seu condomínio deve ser tratado?

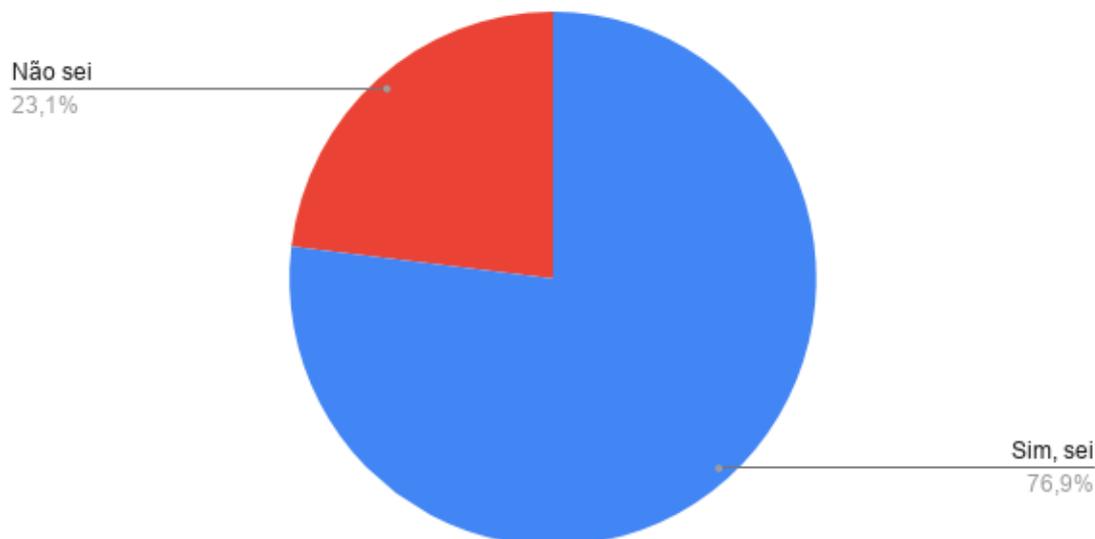
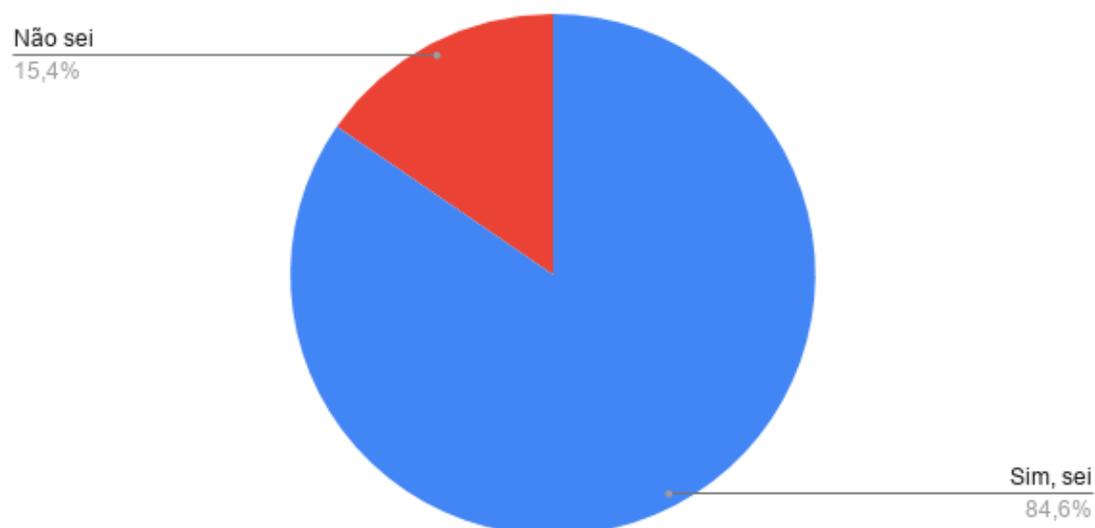


Gráfico 6 – Condomínio Y

Você sabe por que o esgoto do seu condomínio deve ser tratado?



Para analisar o entendimento dos moradores à essa temática, foi perguntado ainda se eles eram cientes de alguma razão para o tratamento desse efluente. A pergunta em si não aprofundou as respostas sobre o que seria o motivo, mas sim da percepção sobre motivos diversos. Apesar da grande parte dos moradores responderem positivamente para esta análise, um percentual de 38,5% juntando os dois condomínios, é bastante significativo, uma vez que representa a resposta de não terem ideia do porque o esgoto deve ser tratado, ressaltando uma precariedade de informações envolvendo o saneamento básico. Esse percentual justifica ainda o fato de não buscarem o conhecimento da existência desse sistema no local

onde residem, e até mesmo os que sabem dessa existência, de não procurarem entendimento sobre seu funcionamento, pois não entendendo a necessidade desse tratamento, esses moradores não tem fundamento para questionar sobre uma possível questão de eficiência do sistema, por exemplo, a não ser quando o sistema já apresenta falhas consideráveis que atingem as suas residências. Se evidencia, diante disso, uma maior concentração sobre a falta de informações no condomínio X, em relação ao condomínio Y.

Gráfico 7 – Condomínio X

Com base no que você observa no condomínio, na sua opinião, o sistema de tratamento de esgoto é eficiente?

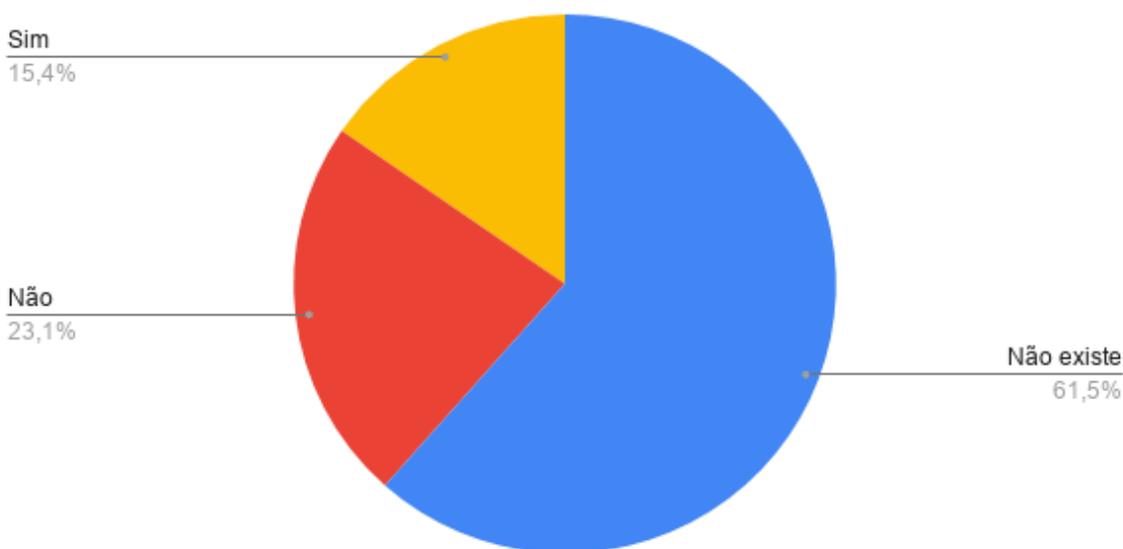
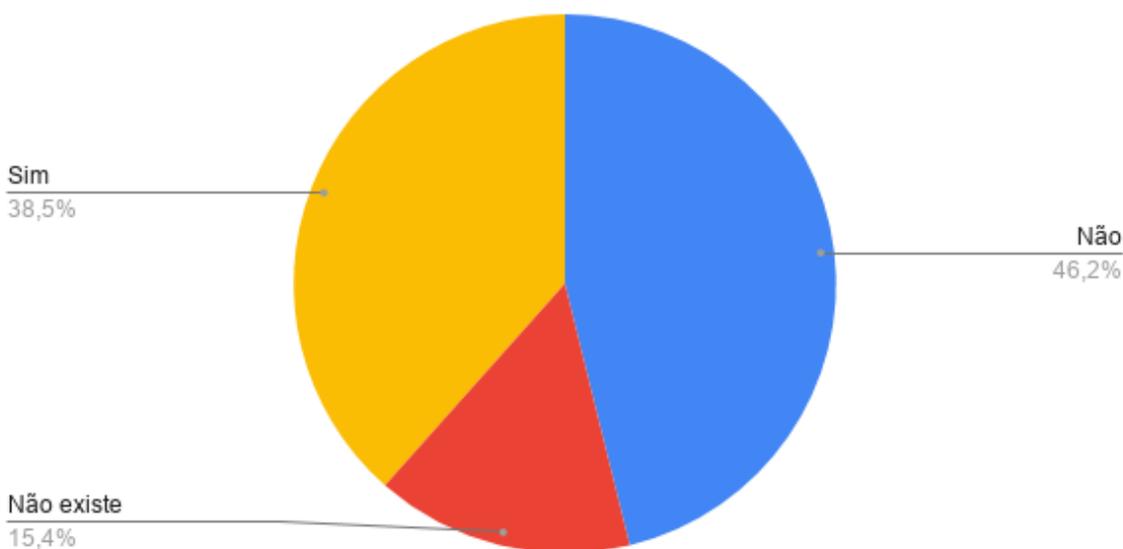


Gráfico 8 – Condomínio Y

Com base no que você observa no condomínio, na sua opinião, o sistema de tratamento de esgoto é eficiente?



Por fim, os moradores foram questionados sobre a eficiência do sistema utili-

zado de acordo com o que observavam na sua rotina. No condomínio X, dentro dos 15,4% que responderam saber que havia um sistema de tratamento em seu condomínio, o mesmo percentual mostrou que essas pessoas avaliam o sistema como eficientes. Já no condomínio Y, de 53,8% somente 38,5% fizeram a mesma afirmativa, e mais de 15% responderam que simplesmente não existe. Podemos perceber a soberania dos moradores do condomínio X sobre a afirmação de não existir um sistema de tratamento de esgoto em relação ao condomínio Y, percentual crescente em relação às outras análises. Nota-se ainda que, apesar dos moradores do condomínio Y ter mostrado um melhor entendimento sobre o tratamento do seu esgoto, a maior parte respondeu que esse sistema não é eficiente. Essa percepção se dá, naturalmente, a partir de acontecimentos na rotina dos moradores, sendo avaliado indiretamente sobre o funcionamento da infraestrutura sanitária das suas residências e do condomínio como um todo, considerando maus cheiros, incidência de doenças diarreicas na mesma localidade e outros impactos.

4. CONCLUSÃO

A partir das análises dos dados obtidos, entende-se que a falta de conhecimento sobre a temática é um fator predominante nos condomínios estudados. A falta de informação proporciona uma vulnerabilidade dos moradores para as condições precárias que podem surgir, ou até mesmo os impede de exigir um método mais eficiente e com um melhor custo-benefício para tratar seus efluentes. Uma forma de melhorar isso seria a aplicação de palestras nos condomínios sobre os impactos que o não tratamento de esgoto causa no meio ambiente e para a saúde inclusive do próprio gerador, voltada para os responsáveis legais pelos condomínios e para os moradores, além de evidenciar os benefícios do tratamento e a importância de conhecer o processo que é feito para isso.

Todo esse amparato pode proporcionar aos moradores uma autonomia para reivindicar sobre melhorias no método, contribuir para a sua eficiência e fiscalizar, mesmo que indiretamente, o funcionamento desse sistema de tratamento de esgoto. Não foi possível constatar precisamente sobre a eficiência do sistema utilizado, pois os representantes não souberam informar sobre suas condições, a não ser quanto à sua manutenção, o que nos levou a constatação de negligência por parte do condomínio X, já que não há um planejamento para lidar com esses efluentes mesmo que tenha um sistema de tratamento de esgoto instalado.



Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos: NBR 7.229**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbiental/ABNTNBR7229.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.
- BRITO, F., HORTA, C.J.G. e AMARAL, E.F. **A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas**. 2018. Disponível em: <<https://osf.io/84b92>>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.
- CORDEIRO, Bernardo Souza. **A gestão de lodos de fossas sépticas: uma abordagem por meio da análise multiobjetivo e multicritério**. 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/7163>>. Acesso em: 08 de novembro de 2019.
- FERREIRA, A. J. A., **Dinâmica de ocupação espacial/uso do solo em São Luís no período de 1950 a 2000**. Caderno de Pesquisa, São Luís, v. 13, n. 2, p. 25-36. 2002.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 02 de novembro de 2019.
- MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries**. Journal of environmental management, v. 90, n. 1, p. 652-659, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479708001618>>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.
- NASR, F. A.; MIKHAEL, B. Treatment of domestic wastewater using modified septic tank. **Desalination and Water Treatment**, v. 56, n. 8, p. 2073-2081, 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19443994.2014.961174>>. Acesso em: 12 de outubro de 2019.
- NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo, Editora Blucher. 2011. 565p.
- PINHEIRO, K.. **Bases teóricas gerais sobre urbanização no Brasil**. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, 9(15). 2010. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/1006>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.
- dos SANTOS, F.R.G. e de OLIVEIRA MENDES, R. **A organização do espaço urbano em São Luís e suas conseqüências ante o implemento dos grandes projetos econômicos/tecnológicos em seu território**. 2005. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinppIII/html/Trabalhos2/Flavio_Roberto_Raquel_Oliveira.pdf>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.
- SANTOS, L.E.N.D. **Estratégias do capital na produção do espaço urbano de São Luís: Sobre verticalização e desigualdades socioespaciais (2000-2010)**. 2013. Disponível em: <<https://tede2.ufma.br/jspui/handle/tede/627>>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.
- SOUSA, A. F. S. **Diretrizes para a implantação de sistemas de reuso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle. Estudo de caso Residencial Valville**. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica – Saneamento Ambiental), Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2008. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-04092008-152703/en.php>>. Acesso em: 07 de novembro de 2019.
- SOUZA, M. A. A.. **Identidade da metrópole: a verticalização em São Paulo**. 1994. Disponível em: <<https://bdpi.usp.br/item/000878101>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

**ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DA
CORROSÃO E SUA INFLUÊNCIA NO
PRODUTO INTERNO BRUTO DE UM
PAÍS**

ANALYSIS OF THE IMPACT OF CORROSION AND ITS INFLUENCE ON A
COUNTRY'S GROSS INTERNAL PRODUCT

João Pedro Silva Gomes
Emilton Reis Mendes

Resumo

Tem-se como ponto fundamental deste estudo as circunstâncias do desenvolvimento da corrosão de modo geral. Desta forma, far-se-á uma análise, sucinta e objetiva, sobre os conceitos do que propriamente é o processo corrosivo, como ele se desenvolve, suas diferenciações em relação aos materiais e eventos que potencializam suas ações. Além disso, os tipos de agentes desencadeadores distinguem-se quanto ao ambiente geográfico, próximos do mar com seu alto potencial corrosivo em decorrência da névoa de Cloreto de sódio e em contrapartida, os metais que estão distantes do mar com menor potencial. Em segundo plano uma abordagem acerca do processo químico, o eletrolítico e o meio aquoso e com diferencial de pontencia que inicia o processo de anodização e, por último, um processo menos abordado, o biológico, que traz em seu escopo a inserção de biodegradantes naturais, subsidiados pelo biofilme bacteriano. Por fim, os impactos que a corrosão traz à economia, quais os défices oriundos do constante embate entre a síntese do metal e a degradação natural do mesmo.

Palavras chave: processo, corrosão, químico, eletrolítico, biológico, economia.

Abstract

The main point of this study is the circumstances of the development of corrosion in general. In this way, you make an objective, searching, analysis of the concepts of property or corrosive process, how it develops, their differences from the materials and events that enhance their actions. In addition, the types of triggering agents differ in their geographical environment, near the sea with their high corrosive potential due to sodium chloride mist and counterpart, the metals that are near the sea with the lowest potential. In the background, an approach to the chemical, electrolytic and aqueous process with punctuality differential, which initiates the anodizing process and, lastly, a less approached, biological process, which includes in its scope the insertion of natural, subsidized biodegradants. by the bacterial biofilm. Finally, the impacts that corrosion has on the economy, which defenses from the constant world incorporate a metal synthesis and a natural degradation of it.

Key-words: process, corrosion, chemical, electrolytic, biological, economics.



1. INTRODUÇÃO

Desde que o mundo desencadeou a cisão entre uma economia agrária, oriunda o modo de produção feudal, que tinha como característica principal a agricultura de subsistência, este pode entender as necessidades de um meio de produção baseado na continuidade, ou seja, no desenvolvimento tecnológico continuado de bens de consumo. Desta forma, a partir do entendimento dessa necessidade a humanidade buscou meios pelos quais o então embrião do capitalismo se desenvolvesse com a finalidade alavancar as indústrias.

A partir desse contexto, nasceram as indústrias por volta dos século XVIII na Inglaterra, com a matriz energética vinculada ao carvão mineral e a motriz sendo o valor gerado pela queima do carvão. Foi nessas circunstâncias que a conjuntura de análise da corrosão nasceu e as máquinas, sem a devida proteção anticorrosiva não tinham uma longevidade significativa, quebras constantes, prejuízos de parada e a necessidade de reposição de peças.

Desta forma, anos após os incidentes da revolução industrial, estudos direcionados à longevidade das estruturas metálicas que compunham as máquinas, foram desenvolvidos, nasceu a administração científica de Frederick Taylor e a classe dominante da época constatou a importância desse estudo. Por fim, a economia sofre impactos constantes em relação ao processo de corrosão e a maneira de evitá-los, será objeto deste estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral ou Primário

Tem-se como principal objetivo deste projeto fazer uma discriminação dos principais agentes corrosivos, quais as suas maiores incidências e solucionar problemas com estudos direcionados ao tratamento de superfícies e uso de anticorrosivos, visando analisar, sobretudo, a influência desse processo na economia.

2.2 Objetivos específicos ou secundários



- Discriminar o que é corrosão;
- Elencar os agentes responsáveis pela conjuntura de cada processo;
- Avaliar sob a ótica econômica quanto a corrosão contribui para o déficit em setores que contribuem para o P.I.B.

3. JUSTIFICATIVA

Notoriamente, a humanidade, desde a idade dos metais, vem evidenciando o quão difícil é combater o processo natural de degradação de um metal. Nesse contexto, o processo corrosivo é uma degradação na qual há uma liberação energética que faz com que as ligações químicas e por conseguinte metálicas se tornem fragilizadas.

O objetivo primordial deste projeto trata-se de uma análise sobre os principais pontos e ambientes propícios à corrosão e suas consequências, quer sejam ambientais quer sejam através de manutenções, pois, são fatores que influenciam situações econômicas para a sociedade de modo geral. Desta forma, a indústria do petróleo e todo seu aparato tecnológico giram em torno de uma interdependência com diversos ramos de estudo tais como o químico, físico, mecânico, mecatrônico e a maioria, senão todos, necessitam de estruturas com propriedades impares e que tragam longevidade a todo processo.

O projeto direciona-se à concessão de conhecimento e tornar-se-á fonte sintetizada para a elaboração de pesquisas que necessitam de um parâmetro basilar na avaliação de um ambiente propício para desenvolvimento de atividades metalúrgicas, petrolíferas e industriais. Como supramencionado, é importante salientar que setores como o metalúrgico e a indústria energética influenciam fortemente o nosso superávit primário.

Ter uma balança comercial favorável é imprescindível para um país emergente como o Brasil, além disso, combater a depreciação de equipamentos localizados nas faixas litorâneas tornou-se fator de diversos estudos. Por esse motivo, esse projeto busca analisar através do objetivo primário e os secundários tais ocorrências.

4. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi um estudo de caso baseado nas bibliografias publicadas nos últimos 15 anos, no qual foram realizadas consultas



a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes base de dados "Livros", "Artigos Científicos", além de sites relacionados às "Normas Brasileiras Regulamentadoras" e sites como "IBGE". O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados no período supramencionado com base de pesquisa guiadas pelas palavras-chave: "Corrosão", "Processo", "Economia", "PIB" e "Deficit"

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em primeiro plano, vale salientar a importância de conceituar o processo corrosivo como forma de inserir uma linha de raciocínio acerca deste estudo. Ademais, em paralelo será feita uma abordagem sobre química básica como forma de elucidar de maneira sucinta o processo e meios, agentes e organismo que aceleram a degradação do metal (SILVA, 2015).

5.1. O que é corrosão?

Corrosão pode ser definida como um processo de degradação principalmente de metais, em uma dinâmica de liberação de energia. As ações que viabilizam essa degradação são as físicas, eletroquímica ou biológica resultando de fatores ambientais como a umidade, zona de transição de marés e influência de microrganismos (FIRMEA; VILLANUEVAA; RODELLAB, 2014)

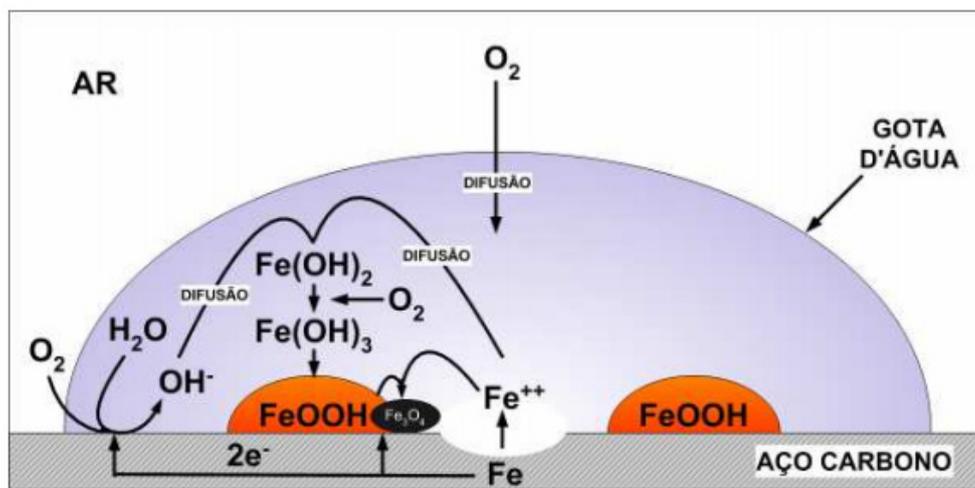


Figura 1. Processo corrosivo com auxílio de gota salina.
Fonte: Pannoni (2007)

De maneira simplória, toda estrutura, a durabilidade e desempenho do material estão atrelados com propriedades físico-químicas que por ventura possam ser afetadas pelo processo de corrosão. Sendo assim, o aço carbono por exemplo, é um dos materiais que podem ser afetados pela corrosão e sendo ele o mais utilizado no meio industrial, torna-se frequente a guerra contra essa circunstância,

além disso, tal aço é objeto de frequentes estudos sobre um força de conceder uma maior longevidade, diminuindo, conseqüentemente, os gastos oriundos da manutenção ou substituição de estruturas metálicas que sofrem a degradação corrosiva (PEREIRA, 2016).

Além de obedecer a um gradiente reacional, ou seja, acontecendo de maneira espontânea existem formas de ocorrência da corrosão, sendo: uniforme, galvânica, entre os espaços da estrutura (frestas) e o *pitting* ou corrosão puntiforme. Os meios, ou os ambientes que auxiliam o processo é propriamente a exposição atmosférica, água, o solo, produtos químicos e excrementos de microrganismo como as bactérias (PEREIRA, 2016).

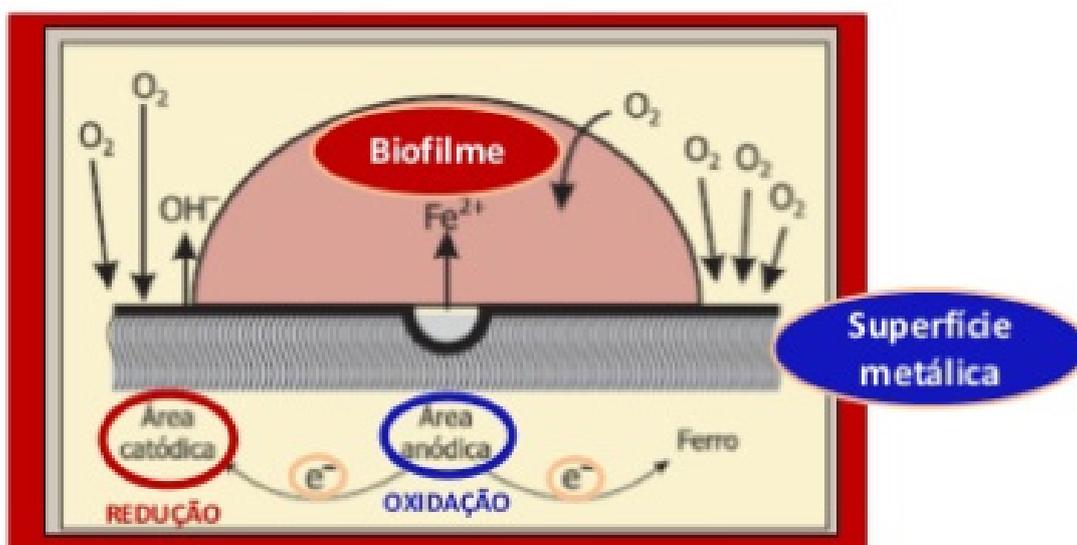


Figura 2. Processo corrosivo com auxílio microorganismos.
Fonte: Pannoni (2007)

Em caráter de ressalva, a corrosão microbiana ou biológica é acometida por um biofilme, ou seja, por comunidades com alto grau de aparelhamento nas quais atuam de maneira coordenada e funcional sendo abiótica ou biótica, em ambiente seco ou úmido (ARAUJO, 2009).

5.2 Os agentes responsáveis pela conjuntura e cada processo

Como visto no subitem anterior, há diversas formas de desencadear o processo de corrosão, no entanto, os processos objeto deste estudo, serão os processos eletrolíticos, biológico e química (FRAUCHES-SANTOS; ALBUQUERQUE ; OLIVEIRA; ECHEVARRIA, 2014).

5.2.1 Corrosão eletroquímica

Ainda pautado no que foi supramencionado, o processo de corrosão é a favor do gradiente reacional, ou seja, é espontâneo, porém, é passivo de ocorrer se o metal está em contato com qualquer substância dissociada ou iônica que origina íons positivos ou negativos, comumente chamado de eletrólito. No meio eletrolítico, ocorrem simultaneamente as reações anódicas e as catódicas, que são observadas na natureza na presença de água com temperatura ambiente (DE OLIVEIRA PASTORE, 2001).

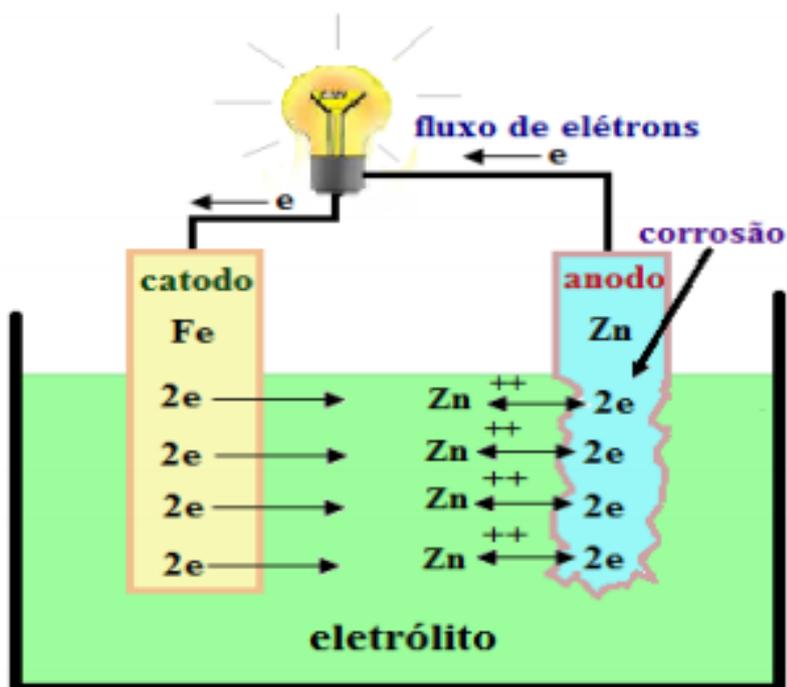


Figura 3. Corrosão eletroquímica (anodo e catodo)
Fonte: Sade (2019)

No caso acima, demonstra-se uma pilha eletrolítica na qual é necessário um meio para que haja diferença de potencial eletrônico para que um elemento seja fonte de elétrons para outro. Neste caso, comumente, chama-se de anodo de sacrifício uma vez que o Zinco se sacrifica em função da longevidade do Ferro (ver figura 4) (AFONSO, 2013).

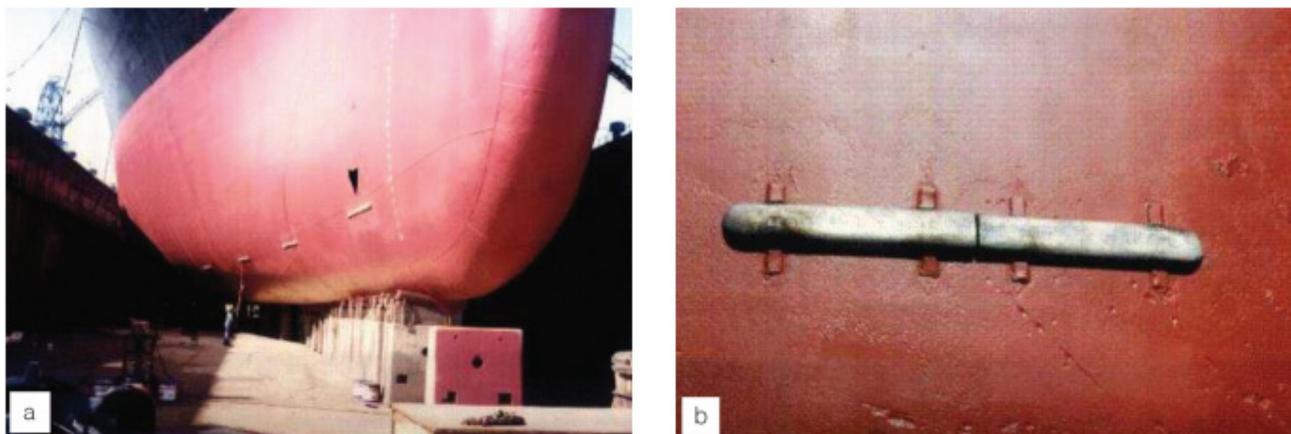


Figura 4. Anodo de sacrifício
Fonte: Merçon; Guimarães; Mainier (2004)

O procedimento acima descrito é largamente utilizado como forma de gerar

longevidade às estruturas que estão próximas às zonas de maré ou estruturas que estejam em contato direto com o oceano, como é o caso do casco do navio. Vale ressaltar, que a diferença entre cores do casco (preto na parte superior e vermelho na parte de baixo) não é apenas estética, sua conjuntura de pintura é elaborada de forma que os organismos que vivem no mar, como as cracas, não fiquem aderidas ao casco (NATIVIDADE; OLIVEIRA, 2015).

Nesse contexto, para que isso não ocorra, a pintura denominada *Antifouling* é responsável por gerar um veneno para aqueles organismos que por ventura venham tentar aderir no casco, assim, com a tentativa, a craca adere, morre e cai no oceano novamente (NATIVIDADE; OLIVEIRA, 2015).



Figura 5. Megabalanus coccopoma (Craca)
Fonte: (Natividade; Oliveira, 2015).

5.2.2 Corrosão biológica

Os microrganismos são responsáveis por induzir a reação corrosiva por meio do biofilmes, que são conglomerados ativos de resíduos extracelulares que ficam aderidos no metal e são responsáveis potencializar a quebra do substrato, de maneira análoga às placas bacterianas dentárias e o tártaro (ANUNZIATO, 2008).

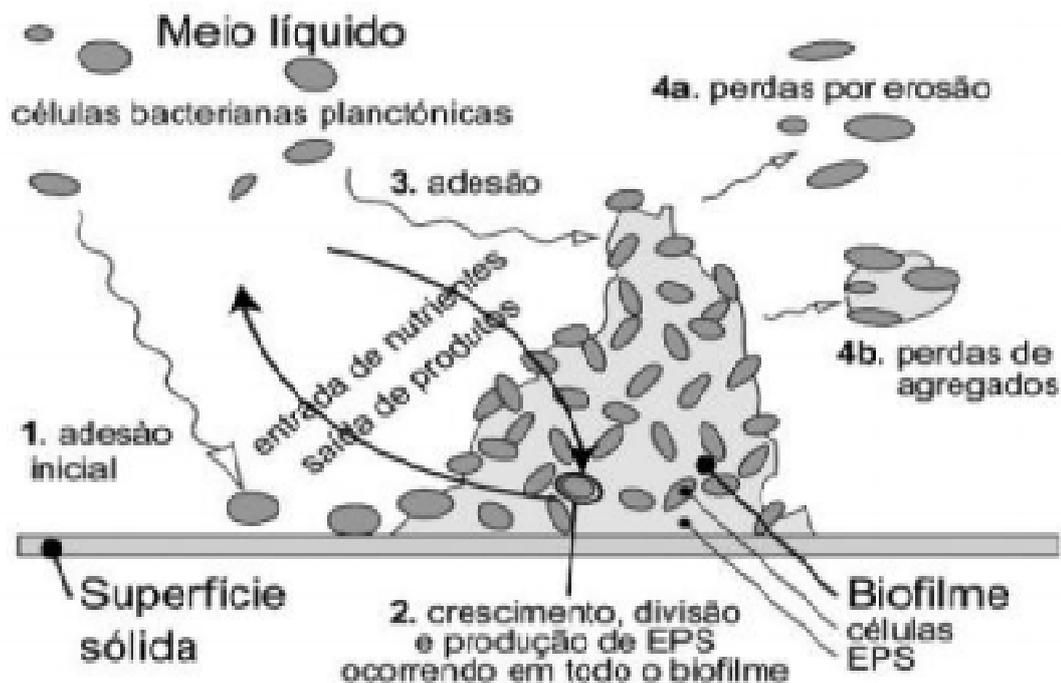


Figura 6. Corrosão biológica
 Fonte: Nascimento; Sena (2017)

Nesse grupo abrangente acerca da corrosão biológica, ainda existem 3 tipos de bactérias com ações de degradação do substrato diferenciadas, sendo as bactérias oxidantes de ferro, subgrupo responsável por degradar o ferro (ferroso e férrico), a *Gallionella* e *Siderocarpa* trabalhando na faixa de temperatura dos 0° a 40° C (NASCIMENTO; SENA, 2017).

Ademais, o subgrupo de bactérias redutoras de sulfato (BRS), sendo um dos mais variados subgrupo da representatividade em relação à corrosão biológica, dos quais *Desulfovibrio* (cinco espécies) e o *Desulfotomaculum* (sete espécies) são os generos dominantes.

Por fim, as bactérias oxidantes de enxofre, *Thiobacillus* que oxidam compostos ou propriamente o enxofre para a produção de ácido sulfúrico que funcionará como agente corrosivo. As bacterias mais presentes nesse grupo significativo, são as *Thiobacillusthioparus*, *Thiobacillusthiooxidans*, *Thiobacillusconcretivorus* e *Thiobacillusferrooxidans* (ANUNZIATO, 2008).

5.2.3 Corrosão química

Observada frequentemente no setor da construção civil, esse processo corrosivo corresponde ao tipo de corrosão que não precisa de água para ocorrer, seu desenvolvimento está intrinsicamente ligado ao ambiente, não resulta na transferência de elétrons e sim na formação de um produto de corrosão sobre a sua superfície. Em outras palavras, pode-se denominar esse processo como corrosão

seca, devido a ausência de água ou meio eletrolítico (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2004).



Figura 7. Corrosão química dentro da estrutura do concreto
Fonte: Merçon; Guimarães; Mainier (2004)

Conforme imagem acima, a resultante desse processo é a fragilidade da estrutura interna, que é responsável pela sustentação de todo o conjunto, perda de rigidez e flexibilidade, motivo pelo qual há trincas no concreto uma vez que este não foi desenvolvido para mudanças no seu aspecto (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2004).

5.3 Corrosão e o déficit econômico

Antes de iniciar um debate econômico acerca da corrosão, é importante entender como foi feita esta análise. Primordialmente, entende-se que o Produto Interno Bruto – PIB, é o somatório de todos os valores referente à economia de um país, região ou a macroeconomia propriamente dita. Seu papel é quantificar dados acerca do desenvolvimento ou não de um país em relação aos setores de maior influência que compõem a economia (ver figura 8) (FRAUCHES-SANTOS, 2014).

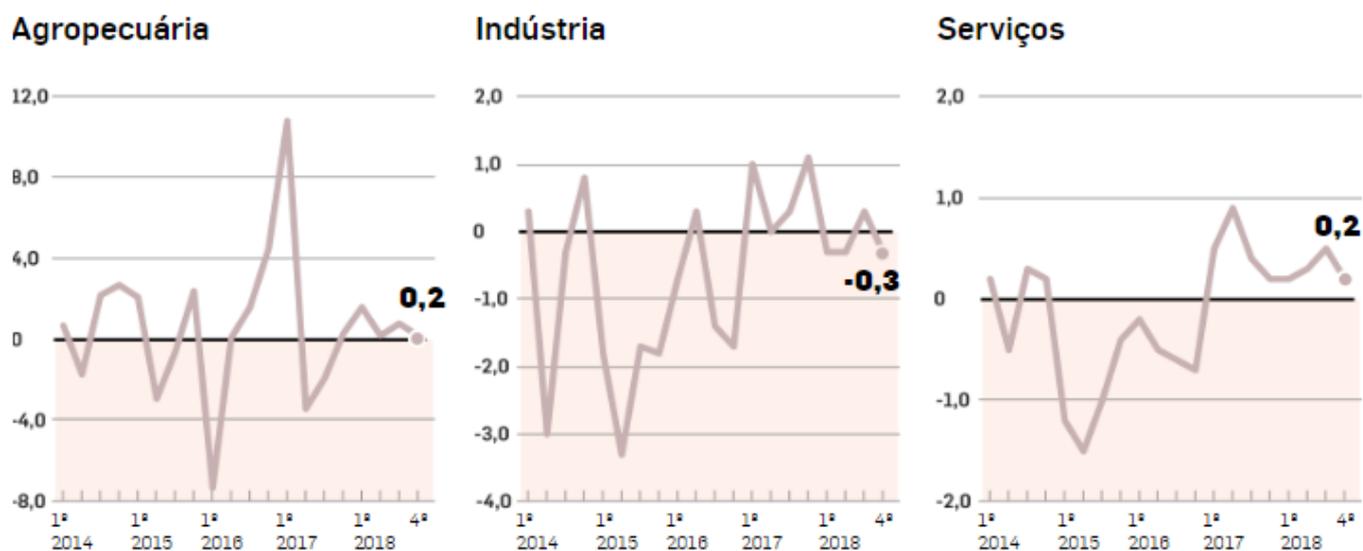


Figura 7. Setores de Maior contribuição no Produto Interno Bruto Brasileiro
 Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019)

Um estudo feito pela *CCTechnologies* demonstra que a corrosão tem demonstrado ser uma preocupação constante no desenvolvimento da economia do setor industrial, pois, cerca de 1 a 5% do produto interno bruto dos países é consumido pela corrosão, no Brasil, o número exato dessa métrica chega a 4%. Assim, considerando o PIB de 2018 (6,8 trilhões), tem-se que cerca de 272 bilhões de reais sendo subtraído do nosso desenvolvimento pelos processos de corrosão abordados acima (FERNANDES, 2010).

Esse valor se deve principalmente pela concentração do polo de desenvolvimento do país estar em uma faixa litorânea de 7 mil quilômetros nas quais o índice corrosivo é cerca de 150 vezes maior que no centro oeste do país. Outrossim, em paralelo estudos demonstram que a utilização da galvanização pode ser considerada uma forte aliada no combate a esse déficit, além disso, inibidores de corrosão, tintas epóxi, poliuretano e à base de zinco já são objeto de estudo de grandes empreendedores demonstrando o investimento trará uma economia de 25% em relação ao valor supracitado, ou seja, a economia com a utilização dessas técnicas chegam a 108 milhões de reais (FERNANDES, 2010).

6. CONCLUSÃO

Em caráter conclusivo, este estudo estabeleceu parâmetros de análises sobre o que é a corrosão, descreveu o processo corrosivo e suas particularidades, no químico, eletroquímico, eletrolítico e principalmente o biológico. Além disso, as áreas de maior incidência desse processo se dá nas proximidades de áreas litorâneas e um país como o Brasil, com cerca de 7,5 mil quilômetros de extensão é um grande potencializador desse fenômeno natural e que tem causado grandes dores de cabeça no que concerne à economia.



Sabe-se que os gastos da manutenção de equipamentos e estruturas metálicas chegam próximos de 300 bilhões, o que causa um desconforto enorme uma vez que o percentual do Produto Interno Bruto que diz respeito à indústria é significativo, mas que encontra dificuldades para avançar, principalmente por falta de tecnologia em consideração a equipamentos, consumíveis como tintas e métodos de proteção anticorrosiva como a galvanização e zincatização, estudos científicos no desenvolvimento de microestruturas que dificultem a chegada de moléculas de água e/ou oxigênio no substrato e principalmente o financiamento de cientistas para desenvolvê-las

Referências

- PANNONI, F. D. Fundamentos da corrosão. **Proteção Estrutural AçoMinas AS**. 2007. Disponível em: www.gerdau.com.br/gerdauacominas/upload/produtos/perfis/caracteristicatecnicapf/artigostecnicos/Fundamentos_da_corrosao.pdf. Acesso em: 12 out. 2019.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Corrosão um exemplo usual do fenômeno químico. 2004
- CASTRO, Michele Rocha; TEIXEIRA, Maria Ines. Processos bioquímicos curso técnico em química. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia. Duque de Caxias – Rio de Janeiro. 2015
- SADE, Wagner et al. **Investigação da corrosão eletrolítica em telhas de aço recobertas com zinca-lume**. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 24, n. 1, 2019.
- NASCIMENTO, Igor Ribeiro; DE SENA, Thaís Lima. **Biofilmes bacterianos: colonização e identificação de micro-organismos causadores de infecção em cateter venoso central**. 2017
- NATIVIDADE, B. C.; DE OLIVEIRA, M. H. **A importância da limpeza de cascos de embarcações de longo curso**. 2015
- FERNANDES, João Carlos. Desenvolvimento de um dispositivo tipo carga constante para avaliação da susceptibilidade à corrosão sob tensão de aço inoxidável austenítico. 2010.
- FRAUCHES-SANTOS, C. et al. A corrosão e os agentes anticorrosivos. **Revista virtual de química**, v. 6, n. 2, p. 293-309, 2014.
- AFONSO, Júlio Carlos et al. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 573-577, 2003.
- DE OLIVEIRA PASTORE, H. Condução iônica e eletrólitos sólidos. **Revista Chemkeys**, n. 2, p. 1-6, 2001.
- FRAUCHES-SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, M. A.; OLIVEIRA, M. C. C.; ECHEVARRIA, A. A Corrosão e os Agentes Anticorrosivos. 2014
- ARAUJO, F. F. de; MENEZES, D. Indução de resistência a doenças foliares em tomateiro por indutores biótico (*Bacillus subtilis*) e abiótico (*Acibenzolar-S-Metil*). **Summa phytopathologica**, v. 35, n. 3, p. 169-172, 2009.
- PEREIRA, E. C. et al. CARACTERIZAÇÃO DA CORROSÃO PUNTIFORME EM CUPONS DE PERDA DE MASSA POR MICROSCOPIA ÓTICA, CONFOCAL E A NOVA TECNOLOGIA BUSCA-PITES. In: **22º CBECiMat-Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. 2016.
- FIRMEA, Lucia Pittol; VILLANUEVAA, Felipe Carlos Alvarez; RODELLAB, Antonio Arnaldo. SOLO CONTAMINADO COM CÁDMIO: EXTRATIBILIDADE DO METAL E CINÉTICA QUÍMICA DE DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE TORTA DE FILTRO. 2014.
- SILVA, M.V.F. et al. Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. **Química Nova**, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015.



CAPÍTULO 19

A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DO PCP PARA QUALIDADE DA EMPRESA

THE IMPORTANCE OF PCP APPLICATION FOR COMPANY QUALITY

Frederico Sá Lima

Maria Juliana Chagas Serra

Matheus Soares Pinheiro

1. INTRODUÇÃO

O estudo do PCP é de grande relevância para o sistema produtivo (produção de bens ou serviços em instituições públicas e privadas com ou sem intenções lucrativas). O PCP é um sistema essencial para uma organização, pois é uma ferramenta de suporte para a tomada de decisão, agindo em todo processo de fabricação, fazendo com que tudo seja realizado no tempo certo e com os materiais certos, assim não existirá atrasos ou perdas na sua produção.

Assim, um mapeamento do processo atual no local de estudo e a utilização das ferramentas da qualidade, podem fazer com que a organização melhore seus serviços. Será oportuno ainda, pois através da pesquisa há a possibilidade de conhecer as possíveis inconsistências na empresa, as quais afetam na competitividade e no sucesso da empresa. Para o âmbito social é significativo uma vez que o ramo da empresa é de saúde, trazendo assim mais conforto no ato de atendimento dos pacientes.

Para o setor acadêmico, esta pesquisa se tornará importante pelos resultados que poderá ser obtido, podendo assim entender mais sobre processos organizacionais e ferramentas da qualidade posto a uma empresa maranhense do ramo de saúde. Nesse contexto a proposta de pesquisa deseja expor conceitos da gestão da qualidade e mapeamento de processo, para analisar não conformidades que podem ser encontradas na empresa.

Apontar benefícios pela organização através do PCP e analisar erros comumente cometidos nos processos da empresa na busca da qualidade e competitividade. Buscando compreender os processos, para poder solucionar problemas e poder perceber de que forma pode aplica-se a ferramenta da qualidade para um planejamento em longo prazo.

2. METODOLOGIA

Adotou-se o método de pesquisa bibliográfica, utilizando-se artigos científicos e textos acerca da temática em estudo a fim de que se possa fazer uma análise crítica, e conseqüentemente, fundamentar o tema ora abordado.

A metodologia usada segue uma tendência descritiva do tema em estudo, partindo de uma pesquisa teórico-bibliográfica, utilizando-se de obras e textos que versam sobre o PCC a ampliar a compreensão sobre a questão pesquisada, que por sua vez, foram analisadas no seu aspecto qualitativo.

Para tanto, adotou-se o método hipotético-dedutivo que se baseia na pesquisa

teórica, com explicações de vários autores e do próprio autor do trabalho, para depois chegar a conclusões coerentes e coesas com o que se pretende defender.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“A produção de bens de consumo, como a entendemos, teve início na Revolução Industrial, quando foi possível reproduzir e criar meios para o consumo em massa” texto (LUSTOSA; MESQUITA; QUELHAS; OLIVEIRA, 2008). Segundo Slack (2009), “a Administração da produção e de operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisão na função de produção (empresas industriais) ou operações (empresas de serviços)”.

Lustosa, Mesquita, Quelhas e Oliveira (2008) relata que o Planejamento e controle da produção teve sua evolução a partir da própria ciência da Administração, desde os interesses de Frederick W. Taylor e Henri Fayol, na primeira década do século XX, até os dias atuais. No início do século XX, Taylor produziu os princípios da administração científica, que lidava a administração como ciência constituída na investigação, medição e análise e aprimoramento dos métodos de trabalhos. Um dos primeiros a desenvolver um sistema de PCP apoiados em reduções de capacidade e tempo, cujos os resultados eram efetuados manualmente.

Até aquele momento o empresário Henry Ford aplicou os conceitos apresentados no começo do século para proporcionar um dos melhores avanços da história da indústria: a fabricação em massa de automóveis.

No âmbito metodológico, a atuação japonesa nos procedimentos de PCP, desde os princípios da década de 1980, faz-se evidente especialmente pelo sistema Toyota de produção, que colaborou para a diminuição rigorosa dos estoques na cadeia produtiva. A doutrina Just-in-time (JIT), apoiada no sistema Kanban é um dos alicerces dessa influência e tem sido executada em conjunto com os sistemas MRP/MRP II.

Como visto anteriormente, é impossível contestar a importância do PCP para o processo produtivo de uma organização. Mas em termos conceituais o que é precisamente PCP? Como conceito inicial, Slack, Chambers e Johnston (2009) defende que “o planejamento e controle diz respeito a conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer”. Para Chiavenato (1991) o planejamento é a atividade administrativa que afirma previamente quais os objetivos a serem conquistados e o que deve ser feito para conquista-los por meio da otimização e recursos de entrada. Já o controle é a atividade administrativa que compreende em medir e corrigir o desempenho para garantir que os planos sejam executados da melhor maneira possível. Entretanto, para Pereira (1998), o planejamento e controle da produção é um conjunto de informações que administra a produção do ponto de vista das quantidades a serem executadas, de cada tipo de bem ou ser-



viço e o tempo essencial para sua aplicação.

Segundo Gomes (2002), o PCP envolve aplicações voltadas para a organização e o planejamento dos processos de manufatura das empresas. Suas ações consistem em soluções voltadas tanto para otimizar o uso dos recursos e materiais fundamentais à produção, como para estabelecer e sincronizar datas e tempos de fabricação de produtos. O intuito do PCP é assegurar que a produção ocorra eficientemente e produza bens e serviços como deve. O PCP preocupa-se em controlar as atividades da operação produtiva de modo a atender a demanda dos clientes.

Ter uma função de apoio de coordenação das mais diversas atividades de acordo é o papel do planejamento e controle da produção, mudando a forma que os programas estão preestabelecidos para que seja atingido metas e prazos determinados. Portanto, pode-se compreender que cabe a esta função garantir a realização dos objetivos de desempenho organizacionais a partir da aplicação eficiente dos recursos de produção.

Nota-se também a programação da produção como condição primordial para que o processo de planejamento e controle de bens e serviços seja realizado conforme o previsto. Entre as mais difundidas encontra-se, o MRP ou ERP, JIT, Kanban, entre outros. Considera-se que quando esses sistemas são aplicados corretamente tem a capacidade de otimizar o organizacional. Está sendo realizada a substituição desse sistema pelo MRP II (manufacturing resources planning) ou ERP (enterprise resource planning).

A execução desse sistema (MRP ou ERP) fica adequada na medida em que se torna um instrumento de planejamento, ajuda na tomada de decisão por meio da importância da demanda, proporciona conhecimento preciso, sobre o custo individual de cada produto minimizando a influência dos sistemas informais. (MARTINS; LAUGENI, 1999).

O uso dessa ferramenta possibilita a verificação de materiais fazendo o acompanhamento das respectivas listas do estoque que estão em falta, levando em consideração casos de todos os componentes dos produtos envolvidos. O seu aperfeiçoamento proporcionou a levar em consideração novas instalações possíveis, a mão de obra, armazenamento, equipamentos, dentre outros.

A estratégia japonesa do Just-in-time (JIT), tem como finalidade de dispor da peça necessária, na quantidade necessária e no momento necessário, pois qualquer espera por ausência de peça em uma linha de produção, ou excesso em estoque das mesmas, traduz-se em custos e desperdícios (LUSTOSA; MESQUITA; QUELHAS; OLIVEIRA, 2008). Alves (2018) alega a existência de três princípios básicos que fundamenta o crescimento do JIT. A primeira delas baseia-se na integração e otimização do processo de manufatura desde a compreensão a elaboração do projeto de um novo produto. A segunda se refere ao processo de melhoria contínua, também conhecida como Kaizen. E por fim, encontra-se a capacidade da organiza-



ção em perceber e responder as necessidades dos seus clientes.

O JIT é constituído de diversas ferramentas, técnicas e elementos entre elas Kanban, tempos de preparação(setuptime), Programa Mestre (Master Plan), layout apropriado, alta qualidade e fornecedores integrados ao seu processo produtivo. O sistema Kanban que é uma ferramenta de controle de produção que tem a função de uma ordem de produção, esse sistema também é aplicado para a gestão de estoque e controle de fluxo de materiais, conhecido como gestão à vista

A ideologia seis sigmas busca a redução da variação nos processos para escapar da ocorrência de erros, ou seja, aumentar a qualidade. Apoiado em duas comprovadas abordagens gerenciais, o pensamento lean e a filosofia seis sigmas. A operação enxuta pretende retirar as atividades que não agregam valor e melhorar o comportamento das que agregam com o objetivo de reduzir tempos. Preza a rapidez da entrega do produto ao cliente, reabastece o almoxarifado, fecha pedidos de compra, lança novo produto no mercado (LUSTOSA; MESQUITA; QUELHAS; OLIVEIRA, 2008).

O poka-yoke é designado a impedir a ocorrência de defeitos na produção. Ocorre duas formas nas quais o poka-yoke pode ser usado para reparar erros: método de controle, quando o poka-yoke é ativado, a máquina ou a linha de produção para, de maneira que o problema seja corrigido; método da advertência, quando o poka-yoke é ativado, um alarme soa, ou uma luz é acionada, sinalizando, visando alertar o trabalhador. O poka-yoke proporciona a inspeção 100% a partir do controle físico ou mecânico (SHINGO, 1996).

O PCP pode minimizar atrasos e não atendimentos de ordem de produção, assim como distribuir o trabalho de modo equilibrado, também pode minimizar a ociosidade dos recursos produtivos, mas para tudo isso ocorrer de modo harmônico o PCP lida com alguns conceitos, como quando produzir, o que produzir e quanto produzir.

A princípio, a função do planejamento e controle é conciliar o fornecimento de serviços e produtos com a demanda. Portanto, é de responsabilidade do PCP está atento e definir as quantidades de produtos a serem produzidos, mantendo assim o controle dos estoques, e ser responsável por emitir ordens de produção programadas, movimentá-las e, por fim fazer seu acompanhamento no tempo, quantidade e qualidade exigidos.

De forma ampla as atividades que são de responsabilidade do PCP envolvem a programação, o controle, seguidos do carregamento e também do monitoramento. Em cada centro de trabalho deve se ter em vista o carregamento, pois é através desse carregamento que se define um volume a ser produzido, mas para isso é necessário tempo, pessoal e não menos importante, os equipamentos.

Após esses cuidados, saber a ordem que essas tarefas devem ser executadas



é de extrema importância, e para isso deve se verificar essa ordem através do sequenciamento; o sequenciamento será responsável por estabelecer ordens, ou seja, fazer com que tudo ocorra de forma organizada e inteligente. Para se escolher a sequência certa deve se ter como base o fifo e o lifo, além de outros.

O planejamento e controle visa assegurar a compatibilidade, entre a capacidade necessária para atender a produção planejada e a capacidade disponível nos centros de trabalho, Portanto, entende-se que ao identificar a capacidade para atender à demanda futura, principalmente no momento do planejamento, deve-se então ser tomada a decisão sobre a adoção de políticas alternativas de suprimento da demanda, apenas se for necessário. Entre as políticas alternativas de suprimento da demanda encontra-se mudança na demanda existente, manutenção da capacidade, estar atento no ajuste da capacidade para melhor acompanhamento da demanda.

O responsável pela tomada de decisões precisa estar ciente quanto ao ajuste na capacidade instalada, podendo ela ser maior ou menor aquela que precisa ser alcançada. Para identificar a capacidade será preciso avaliações que estejam de acordo com futuras demandas ou mesmo avaliações de pequenos ciclos, semanais ou diários. Com essas circunstâncias a utilização da capacidade ociosa, a necessidade de contratação de mais pessoas, técnicas de programação e controle mais efetivas e a utilização de tecnologias que sejam inovadoras são por diversas vezes implantadas para que a capacidade tenha um aumento considerável.

Os estoques também são outra forma de contribuição para o planejamento e controle. O estoque pode ser entendido como o conjunto de materiais que podem ser aproveitados utilizando-os futuramente, mas sem que o consumidor ou as atividades organizacionais sofram algum tipo de prejuízo, isso porque o atendimento a demanda deve ser realizado de maneira regular. Dessa maneira, a não possibilidade de previsão com exatidão da demanda, seja para pessoas, informação ou materiais se torna aceitável para a geração de estoques.

O custo envolvido na falta pode ser tão relevante como o custo que decorre da permanência de estoques na grande maioria dos casos, isso porque, esta é razão da necessidade de um efetivo processo de gestão.

O controle de projetos e o planejamento é também encontrado no PCP, isso porque o projeto é considerado um empreendimento não repetitivo. O controle de projetos é destinado a atingir objetivos que sejam claros e bem definidos, tendo assim início, meio e fim, fazendo com que pessoas usem alguns parâmetros predefinidos de recursos envolvidos, tempo, custo, tudo isso sem que falte qualidade.

Os projetos são caracterizados de uma forma geral por altas incertezas e complexidades, fazendo com que as características negativas do que foi planejado sejam evitadas. Portanto, torna-se necessário compreender todo o ambiente, seja interno ou externo, em que se dará o projeto, assim como o escopo e estratégias,



a definição de aspectos técnicos, o estabelecimento de objetivos e também o seu controle. Muitas dessas atividades serão utilizadas na execução e também elaboração de um projeto de produção.

Enfim, as vantagens de investimento em um PCP são inúmeras, como automação dos processos, capacidade de produção, previsão da demanda, resultados positivos, tomada de decisões, equilíbrio dos setores comercial e produção, segurança financeira, qualidade, comunicação eficiente, podendo ser citado também a satisfação dos funcionários.

O PCP não se envolve apenas na área da produção, ele também pode estar e tem muito potencial para outros vários setores, podendo ser utilizado desde o estoque até na administração. Há um controle e otimização das demandas através do gerenciamento, fazendo com que ocorra um aumento na produtividade das equipes através da abordagem de sugestões de ferramentas e processos. O planejamento e controle de produção necessita de algumas perguntas para que se defina um plano de ação, as perguntas são: Como? Quais recursos? Porque? Por quem? O que será? E onde e quando será?

A partir da análise e conclusão das respostas, deverá ser elaborada uma proposta em nível tático para apoiar os gestores na busca por decisões, que também serão decisões de financeiro e vendas.

4. CONCLUSÃO

Através deste trabalho conclui-se que o PCP é um meio de informação e controle imprescindível, e o mesmo foi aos poucos se tornando um extraordinário instrumento para manter um controle sobre os processos da empresa e presta informações e perspectivas.

A Programação e Controle da Produção é agregada a vários segmentos, mas todos apontam para um mesmo fim, que é manter a produtividade eficiente e sem excessos da empresa, proporcionando segurança em suas ações presentes e futuras.

Ela é essencial dentro de uma organização, orientando seus negócios e acompanhando seus custos e despesas além de fornecer informações ao ambiente externo, ou seja, seus clientes, investidores, credores, fornecedores, acionistas. Para ter uma boa gestão nos dias atuais, e agradar o empresário, não é só necessário ter conhecimento de administração, mas conhecer também de processos, sendo que através dela encontramos ferramentas poderosas que auxiliam na geração de estratégias para um bom desempenho da função.

Assim o PCP, auxilia diretamente para tomadas de decisões, através de estra-



tégias operacionais. Portanto os problemas que aparecem dentro de uma empresa podem ser solucionados com o auxílio do mesmo de uma forma bem clara e útil.

Na gestão moderna os problemas que mais ocorrem são de administração mal feita, pois a empresa utiliza apenas informações primárias sem usar técnicas mais avançadas.

Lembrando que o PCP dispõe dessas técnicas, de maneira geral é concluído que a mesma servirá para, preparar e interpretar as informações voltadas para gestores, orientando para futuras alternativas de decisões e por último mostrar uma visão exata de decisões anteriores.

Desta forma, o PCP, procura compreender melhor como fornecer informações importantes para serem utilizadas em planejamentos, estratégias e tomadas de decisões, na qual poderá apresentar o caminho e o sucesso da organização junto às várias transformações que acontecem no mundo empreendedor.

Referências

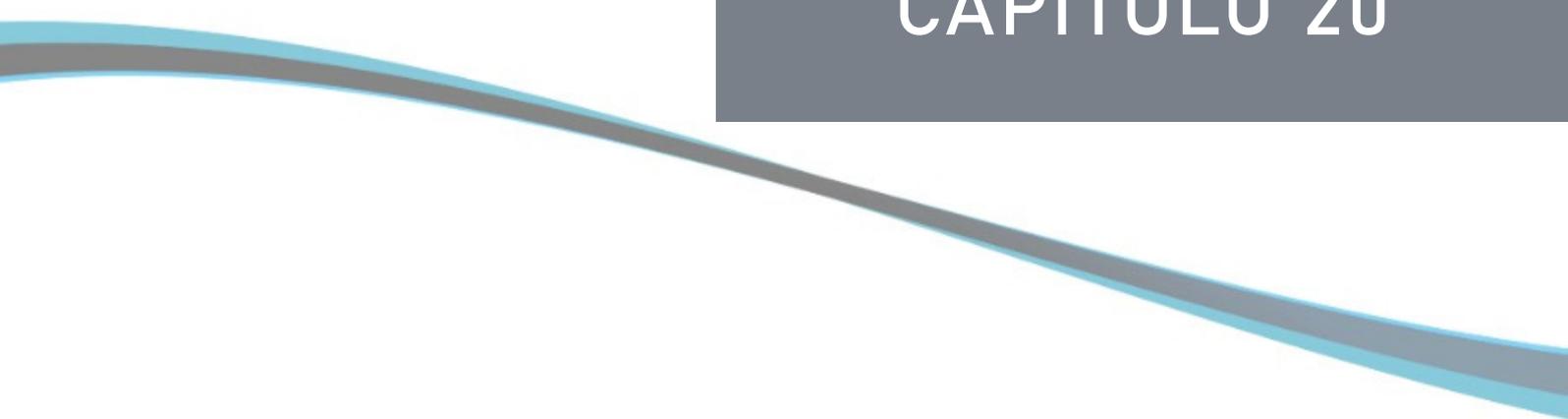
MARSHALL JUNIOR, I.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; QUINTELLA, O. M. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2012.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da qualidade, higiene e segurança na empresa**. São Paulo: Cenage, 2016.

VIERA FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. 5 ed. Campinas, SP: Editora Alínea. 2014.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema editora Ltda, 2006.





CAPÍTULO 20

AUTOMAÇÃO EM AUTOMÓVEIS

AUTOMOTIVE AUTOMATION

Ricardo Pereira de Oliveira
Paulo Ricardo Passos dos Santos

Resumo

Desde a sua criação o automóvel passou por inúmeras mudanças tanto na estética como nas tecnologias que facilitam a sua condução e que permitem uma certa autonomia para o veículo. A efetivação dessas tecnologias tem o objetivo de propiciar, em distintos níveis de intervenção humana, a autonomia do veículo de forma segura e prática. Este artigo discute como foco principal a automação em automóveis trazendo os benefícios e problemas que seriam acarretados com a total autonomia veicular, apresentando um contexto histórico dos estudos e aplicações da automação em automóveis e explanando os graus de autonomia dos veículos de acordo com a tecnologia presente. Usando a pesquisa foram encontrados vários artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e reportagens para a compreensão e aprofundamento do estudo. O presente artigo traz uma significativa colaboração para a comunidade científica, pois possibilita uma compreensão das vantagens e desvantagens que acarretadas por uma possível total autonomia dos automóveis.

Palavras-chave: Automação; Automóveis; Veicular; Autonomia; Carro

Abstract

Since its inception, the car has undergone some changes, as much as the technologies that facilitate its driving and that a certain autonomy for the vehicle. A completization the particles of providing, in different levels of human intervention, the autonomy of the vehicle in a safe and practical. This article discusses as the main objective towards automation in bringing the benefits and the problems that present with total autonomy, presenting a historical context of the studies and applications of automation in vehicles and explaining the degrees of autonomy of the vehicles according to the present technology. Using a research with scientific articles, course completion papers and reports to understand and deepen the study. The present article brings a great collaboration to a scientific community, because it allows an understanding of the advantages and disadvantages that lead to a possible total autonomy of the automobiles.

Keywords: Automation; Automobiles; Vehicle; Autonomy; Car



1. INTRODUÇÃO

No decurso dos anos a automação sempre vem evoluindo e nos últimos anos ela passou por uma grande transformação e está crescendo como nunca em todas as áreas. O ramo de automóveis também vem seguindo essa linha evolutiva e não só nas linhas de produção de veículos, mas na estrutura dos mesmos e é possível serem observados modelos com variados níveis de tecnologias. Níveis estes cada vez mais providos de novidades que satisfazem todos os tipos de necessidades e deixam animados até os mais exigentes usuários.

Este estudo deu-se para a automação em automóveis ser compreendida. A paixão por automóveis é indiscutível, o prazer em dirigir está presente em diferentes faixas etárias e os números de automóveis nas ruas crescem cada vez mais. Com isso torna-se importante a explanação científica dos benefícios que a automação automobilística traz. A pesquisa dos benefícios adquiridos com o advento e ascensão da automação em automóveis é de grande relevância, pois abrange várias áreas importantes mundialmente como segurança e sustentabilidade, além de abrir caminho para a realização de novas ideias.

Os automóveis não são mais aqueles com exclusividade mecânica, na atualidade eles estão repletos de circuitos eletrônicos que auxiliam o condutor nas mais variadas situações, inclusive o substituir nas tomadas de decisões e até mesmo na total condução. Diante disso, como a automação em veículos torna os mesmos mais seguros e confortáveis?

Este artigo tem como objetivo geral demonstrar os benefícios alcançados pela automação automotiva, destacando o impacto gerado no meio automobilístico. Tendo como objetivos específicos: descrever a evolução da automação em veículos no decorrer do tempo, destacar os níveis da automação automotiva e apresentar as vantagens e desvantagens encontradas na utilização da autonomia veicular.

A metodologia de pesquisa empregada para a produção deste artigo foi embasada em Revisão de Literatura, em que foram realizadas buscas a documentos eletrônicos, revistas eletrônicas, sites, artigos científicos e acadêmicos disponíveis em formato eletrônico elaborados nos últimos 30 anos e que puderam enriquecer e trazer informações sobre o referido tema Automação de veículos. Tendo como autores recorrentes: Alves (2018), Contesini (2018), Kelber (2014), Leal (2016), Napol (2017), Oliveira (2017).



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A origem da palavra Automação veio das indústrias de automóveis norte-americanas em 1946 e desde então a mesma está presente em todo seguimento de produção de veículos.

A automação é definida como a mudança de consumo de esforço humano por sistemas fundamentados em eletromecânica computável através de um grupo de métodos, visando automatização de funções (SILEVIRA; LIMA, 2003).

2.1 Evolução Da Automação Veicular

Os automóveis mudaram significativamente desde a sua origem, tanto na sua aparência como no seu interior e sempre foi fruto de evoluções em vários âmbitos da engenharia (mecânica, elétrica, materiais e etc.). Os modelos atuais estão recheados de tecnologias que trazem uma gama de benefícios para os tripulantes.

Em virtude dos crescentes progressos de tecnologias em sistemas embarcados, os automóveis sofreram consideráveis sofisticções, com isso se tornaram inteligentes tendo como a segurança o seu maior destaque (ALVES; MEINHARDT; ZIMMERMANN, 2016).

No ano de 1991 foram iniciados estudos em um sistema de transporte inteligente pelos pesquisadores do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et em Automatique) e em 1997 foi apresentado à população o CyCab, veículo totalmente controlado por computador (BAILLE, GÉRARD et al., 1999). Em 2003, a Toyota lançou o Prius, ele podia estacionar automaticamente e contava com auxílio de sensores eletrônicos que indicavam os obstáculos (BBC, 2003). O DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), nos anos de 2004, 2005 e 2007 promoveu uma corrida de veículos autônomos, em 2007 foi em plena cidade de Califórnia, no ambiente urbano e os veículos teriam que respeitar os obstáculos e regras de trânsito (DARPA, 2013).

Na atualidade o investimento em veículos inteligentes é cada vez maior e tem ajudado em vários âmbitos da vida humana, como por exemplo tornar a viagem mais segura.

Altos investimentos em sistemas embarcados vêm sendo feitos pela Indústria Automobilística, com o objetivo de ampliação da segurança, conforto, estabilidade e rendimentos dos automóveis. Para dar assistência ao condutor e reduzir os números de acidentes, há muitos anos estão sendo elaboradas e executadas em veículos várias soluções eletrônicas que agem sozinhas e prontamente sempre que o automóvel é colocado em situações de risco. Freios ABS e sistema de estabilização ESP são exemplos desses sistemas eletrônicos (KELBER et al., 2014).



2.2 Níveis Da Automação Veicular

A norma J3016 é descrita pela SAE internacional, nela contém diretrizes sobre a classificação de níveis de automação conforme as características dos veículos. São indicados nela seis níveis de automação. Desde os veículos sem nenhuma automação até os veículos totalmente autônomos (ALVES, 2018).

2.2.1 Nível 0

Este é o nível mais básico. Neste nível o motorista tem total controle sobre os comandos do automóvel, mesmo que o veículo contiver sistema de aviso melhorados (SAE, 2018).

Vai a partir do primeiro veículo construído (*Patent Motowagen*) até automóveis munidos de sensores que avisam ao condutor se houver movimentação próximo ao seu redor e principalmente em seus pontos cegos. Contêm ainda controles de tração e estabilidade, sistemas de EBD e ABS (CONTESINI, 2018).

2.2.2 Nível 1

Neste nível o condutor continua tendo o controle absoluto sobre o veículo, porem recebe auxílio de sistemas de assistência à condução (ALVES, 2018). O sistema funciona como ajudante do condutor em realizações corriqueiras como por exemplo manter a aceleração constante, do mesmo modo que conduzir em modos diferenciados de acordo com a necessidade de escolha do condutor (NAPOL, 2017).

2.2.3 Nível 2

Segundo Contesini (2018), os sistemas contidos nesse nível têm a capacidade de ter o controle sobre a velocidade, velocidade e direção em determinadas situações. Contesini (2018, p. 01) faz alerta quanto a atenção que o motorista deve ter neste nível, dizendo o seguinte: "o motorista precisa estar alerta para assumir o comando sempre que as condições excederem a capacidade do sistema". No mínimo duas atribuições básicas são abrangidas à Automação e não necessitam de comando partindo do motorista quando são operadas de modo regulado. Pode ser usado como exemplo o Controle Adaptativo de Cruzeiro (ACC) atuando juntamente com o sistema que mantém o automóvel em sua faixa (OLIVEIRA; LEAL, 2016).

2.2.4 Nível 3



Neste nível o condutor irá intervir ocasionalmente, em casos de perigo por exemplo. O veículo tem autonomia de mudar de direção acelerar e verificar obstáculos e sinais de trânsito, ou seja, capaz de se movimentar em meios urbanos (NAPOL, 2017).

Sensores LIDAR, por exemplo, são utilizados para dar ao sistema o poder de monitorar a área em volta do veículo. Contudo o condutor deve estar em alerta para responder em casos que passam do nível de possibilidade do sistema. Tendo como exemplo, têm-se o Audi A8, que possui um sistema de condução autônoma até os 60 km/h, após passar dessa velocidade o sistema faz um alerta ao condutor e ele tem dez segundos para incumbir o comando do automóvel (CONTESINI, 2018).

Até então é obrigatório haver um condutor habilitado para intervir quando é definido pelo automóvel que o sistema autônomo não está sendo capaz de atuar (OLIVEIRA; LEAL. 2016).

2.2.5 Nível 4

Veículos neste nível ainda são protótipos. Se assemelham aos do nível 3 nas funções, porém possuem mais funções para se movimentar com mais autonomia (ALVES, 2018). Quando as condições climáticas se tornarem desfavoráveis para a condução e o condutor não responder a solicitação de intervenção, o automóvel tem autonomia para reduzir a velocidade e/ou encostar e se colocar em uma situação de segurança (CONTESINI, 2018). É esperado que quase todas as funções sejam realizadas pelo sistema autônomo do automóvel, mesmo as mais complicadas e que seria exigido um condutor humano para intervir, com isso o condutor pode desempenhar outras atividades durante o percurso, como tirar um cochilo (NAPOL, 2017).

2.2.6 Nível 5

Napol (2017, p. 01) diz que "O motorista se torna mais um passageiro". Ele não exagerou ao dizer isso, pois nesse nível os veículos fazem tudo o que se é proposta a fazer, na verdade farão, pois os primeiros modelos estão em estudo e são previstos para entrar no mercado em 2030.

Comandos físicos de aceleração, freios e direção são dispensáveis, eles são passados por voz e/ou aplicativo de celular. O condutor (passageiro) informa o destino desejado e o veículo executa livremente (ALVES, 2018).



2.3 Benefícios E Desvantagens Da Autonomia Veicular

2.3.1 Benefícios

A segurança no trânsito é um tema que preocupa a humanidade por longo tempo e desde os inícios dos estudos de autonomia veicular é uma área que ganhou uma atenção especial dos pesquisadores. Rubio (2017) afirma que não somente o desenvolvimento tecnológico motivou a progressão dos carros autônomos, fatos preocupantes sobre segurança no trânsito foram também de grande importância para tal.

Com as tecnologias existentes e postas em práticas já é visto um considerável avanço para diminuir os acidentes relacionados ao trânsito. Tecnologias de automação do nível 1, como o ESP, são avaliadas e contabilizadas como fatores de redução de prejuízos e até mesmo impedimentos de acidentes em 18% com vítimas e 34% com vítimas fatais. Com isso é mostrado que os sistemas mais básicos de automação já contribuem positivamente para a diminuição de sinistros envolvendo veículos (OLIVEIRA; LEAL, 2016).

Santos (2017) afirma que ainda que as falhas possam ocorrer nos sistemas da tecnologia, os acidentes diminuiriam em até 40%, levando em conta que não haveria acidentes correlacionados a erros humanos como o alcoolismo, cansaço e desatenção.

Segundo Santos (2017), o uso de tecnologia automotiva em automóveis pode melhorar a locomoção de grupos especiais e que detêm algum tipo de dificuldade de se deslocar de um lugar para outro ou que têm impedimento em dirigir.

Outras tarefas poderão ser realizadas pelos passageiros durante o trajeto, trazendo um conforto maior e melhor locomoção, assim como aumentar a segurança, não só dos passageiros como dos transeuntes, sendo esta uma grande vantagem de um veículo autônomo (ALVES, 2018).

O fato da viagem se tornar confortável, possibilitando aos passageiros e condutores fazerem as mais variadas atividades como tirar um cochilo, estudar e até mesmo conversar pelo celular, é um dos fortes motivos pelo qual o uso de veículos autônomos traz benefícios (SANTOS. 2017).





Figura 1 - O confortável Renault Symbioz
Fonte: Renault (2017)

Uma das melhorias esperada pelo advento dos veículos autônomos é o melhoramento do fluxo no trânsito, principalmente nas grandes metrópoles. De acordo com Alves (2014), acidentes com batidas e a utilização dos freios sem necessidade serão evitados, pois os deslocamentos, com veículos autônomos, são feitos de forma mais ordenada e homogênea, levando a melhoria do escoamento de veículos pelas vias. Rodrigues (2017) acrescenta que os automóveis autônomos obedecerão às regras impostas pelo código de trânsito, não havendo imprudências e diminuição dos acidentes e conseqüentemente abaixando consideravelmente o valor dos seguros automotivos.

Foram desencadeadas pesquisas em vários locais do mundo sobre o impacto na economia que a diminuição de acidentes acarretados pelos veículos autônomos trará. Uma delas feita pela Universidade do Texas em Austin nos EUA, trouxe resultados incríveis e informou que se somente 10% dos carros fossem com tecnologia autônoma, seriam evitados 211 mil acidentes e traria uma economia de 5,5 Bilhões de Dólares por ano (CASTRO, 2016).

IMPACTO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS			
PENETRAÇÃO NO MERCADO			
	10%	50%	90%
ECONOMIA POR ACIDENTES			
VIDAS POUPADAS (ANO)	1,1 MIL	9,6 MIL	21,7 MIL
ACIDENTES EVITADOS	211 MIL	1,880 MI	4,220 MI
IMPACTO NA ECONOMIA	5,5 BI	48,8 BI	109,7 BI
IMPACTO INDIRETO NA ECONOMIA	17,7 BI	158,1 BI	355,4 BI
ECONOMIA DE GASTOS POR VA	460	1080	1690
ECONOMIA DE GASTOS INDIRETOS POR VA	1470	3500	5460
CONGESTIONAMENTO E TRÁFEGO			
TEMPO DE VIAGEM (EM MILHÕES DE HORAS)	756	1680	2772
ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL (MILHÕES DE GALÕES)	102	224	724
OUTROS DADOS			
ESTACIONAMENTO POR VEÍCULO	\$250	\$250	\$250
NÚMERO TOTAL DE VEÍCULOS	-8,30%	-31%	-44,80%
<small>DADOS DO ESTUDO: PREPARING A NATION FOR AUTONOMOUS VEHICLES: OPPORTUNITIES, BARRIERS AND POLICY RECOMMENDATIONS FOR CAPITALIZING ON SELF-DRIVEN VEHICLES</small>			
<small>* VALORES EM DÓLARES AMERICANOS</small>			
<small>** VALORES PREVISTOS DE ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL EM COMPARAÇÃO COM A MÉDIA AMERICANA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE US\$ 2400. GASTOS DE ESTACIONAMENTO COM BASE EM 250 DIAS ÚTEIS AMERICANOS. OUTROS BENEFÍCIOS INCLUEM AVALIAÇÃO DE TEMPO DE DIREÇÃO AUTÔNOMA COM BASE NA MÉDIA AMERICANA DE 14,2 MIL MILHAS AO ANO DIVIDIDAS POR 30 MILHAS POR HORA.</small>			

Figura 2 - Pesquisa da Universidade do Texas, EUA, sobre os impactos da introdução dos veículos autônomos

Fonte: Canaltech (2016)

Outra justificativa para essa melhoria é a maneira correta de estacionar, com veículos autônomos é de se esperar que essas manobras sejam perfeitas, além de que esses veículos podem retornar para as residências sozinhos, podendo voltar em outro momento para buscar os proprietários, diminuindo assim o número de veículos estacionados (OLIVEIRA; LEAL, 2016).

Rodrigues (2017) afirma que haverá diminuição do consumo de combustível nos veículos autônomos, ou de energia no caso dos movidos à eletricidade, devido a eles saberem o espaço que os separam de outros veículos definindo o momento exato de frenagens e trocas certas e suave das marchas.

Ainda, segundo Oliveira e Leal (2016), pode-se destacar que haverá melhoras na saúde, pois o estresse irá diminuir, tendo em vista que os condutores não gastarão mais horas no volante em engarrafamentos e poderá apreciar a paisagem.



2.3.2 Desvantagens

Uma desvantagem que pode ser acarretada com a ascensão do veículo autônomo é desemprego de motoristas que trabalham com transportes de pessoas, como taxistas e motoristas de Uber.

A inteligência artificial existente no automóvel tem a habilidade de suprir a falta de um condutor, podendo transportar pessoas de um ponto a outro. Sendo desnecessário haver um profissional de condução nesses tipos de serviços (OLIVEIRA; LEAL, 2016).

Um outro fator que preocupa quanto à implantação dos Automóveis autônomos é o quanto valeria essa tecnologia. Será se todos teriam condições financeiras de adquirir essa tecnologia?! Segundo Anderson et al. (2014), os carros autônomos existentes, embora sendo utilizado apenas em testes, usam tecnologias que aumentam, em relação aos veículos comuns, em até 3 vezes mais o valor de compra. Caso não haja vantagem econômica de forma direta e aparente para o consumidor, é dubitável que se tenha busca pelo produto, podendo ser um desastre essa implantação (ANDERSON et al., 2014).

Pode-se destacar também a infraestrutura das cidades para receber essa tecnologia. Santos (2017) aponta que a tecnologia necessária para implantação de automóveis autônomos requer uma expressiva mudança na estrutura física e virtual das vias. Macedo (2015), afirma que somente 6% das cidades Americanas estão se preocupando em realizar um planejamento para implantação de projetos de adaptação de infraestrutura para recebimento dessa tecnologia. Esse número é muito insignificante quando se relaciona às grandes cidades existentes. A Universidade de Michigan recebeu a colaboração do governo americano e criou uma cidade empenhada exclusivamente para testes com a tecnologia autônoma, fato esse que comprova essa preocupação com a infraestrutura. No Brasil a realidade é muito pior, o trânsito comum ainda encara muitos problemas e não há nenhuma perspectiva de melhoras para o recebimento dos veículos autônomos (MACEDO, 2015).



Figura 2 - *Mcity*, cidade que testa veículos autônomos
Fonte: MCITY UMICH (2015)

Várias questões jurídicas sobre esse tema são discutidas e levadas em conta, a exemplo disso é quem será responsabilizado em caso de acidente. É necessário que as leis atuais sejam alteradas e se adaptem ao advento dos veículos autônomos (OLIVEIRA; LEAL, 2016). No ano de 2017, o governo alemão criou uma comissão para tratar dos assuntos jurídicos envolvendo os carros autônomos e em junho do mesmo um relatório foi finalizado e nele continha questões éticas (20 para ser exato) que são relacionadas à autonomia veicular (VIEIRA; FONSECA; CASAI, 2018). Conforme Patrício (2018), esse documento traz um sinal de que as autoridades precisam urgentemente harmonizar as leis relacionadas as estradas existentes com a tecnologia dos veículos autônomos.

Implementação de veículos autônomos significa mudança e com ela surgem várias questões econômicas, jurídicas e de segurança. Porém é inevitável que essa mudança ocorra e com o passar do tempo todos vão se adaptando às inovações inerentes ao mundo automobilístico.

3. CONCLUSÃO

A Automação em Automóveis encontra-se em absoluto crescimento, mas para que as tecnologias referentes a esse ramo pudessem estar presentes hoje, foi preciso anos de estudos que teve um início através de sonhos que pareciam impossíveis, porém na atualidade já são bem realistas. É bem verdade que alguns aspectos não saíram de acordo com o que foi sonhado, pelos menos não ainda. É indiscutível que foram feitos grandes progressos e que não faltam esforços para que o ideal seja alcançado.

Os sistemas de automação em veículos estão cada vez mais complexos e funcionais trazendo conforto, segurança e praticidade. O texto aqui apresentado mostrou que em conjunto com essa evolução os automóveis foram classificados de acordo a tecnologia presente neles e a necessidade de interferência humana na condução.

A utilização no futuro de automóveis totalmente autônomos, traz uma série de questões éticas e jurídicas, porém também traz uma série de expectativas em relação a benefícios que serão acarretados com a popularização dessa tecnologia. Certamente tem que haver uma preparação e adequação em termos de leis, estruturas e conhecimentos técnicos para receber o uso da automação veicular.

Este artigo foi embasado em Revisão de Literaturas e não se arrojou em minuciar em detalhes o amanhã com os veículos totalmente autônomos, haja vista que ainda é uma realidade baseada em testes e protótipos. Porém as contribuições expostas neste trabalho oferecem um impulso para futuros estudos e debates, pois



há grandes expectativas com o advento dessa tecnologia que promete ser uma importante realidade.

Referências

ALVES, Luiz Henrique Martins; MEINHARDT, Cristina; ZIMMERMANN, Hans Rogério. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA SUSPENSÃO VEICULAR. **Revista Mundi**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 1-2, jul. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op=view&path%5B%5D=307&path%5B%5D=83>>. Acesso em: 03 out. 2019.

ALVES, Pedro. Níveis de automação nos veículos: conheça as diferentes classificações dos veículos de acordo com seus graus de tecnologia autônoma. **Revista CESVI**, São Paulo, v. 1, n. 110, p. 30-33, abr./jun. 2018. Disponível em: <http://www.cesvibrasil.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Revista/Upload/_RC_110_Simples.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

ANDERSON, J. M.; KALRA, N.; STANLEY, K. D.; SORENSEN, P.; SAMARAS, C.; OLUWATOLA O. A. (2016). **Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers**. Rand. Disponível em: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR400/RR443-2/RAND_RR443-2.pdf. Acesso em: 09 de out. 2019.

BBC. **O estacionamento sem manobrista é ideal para lojas**. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3198619.stm>>. Acesso em: 03 out. 2019.

DARPA **O grande desafio da darpa: dez anos depois**. Disponível em: <<https://www.darpa.mil/news-events/2014-03-13>>. Acesso em: 03 out. 2019.

CONTESINI, Leonardo. **Você conhece os níveis de automação dos carros autônomos?**. 2018. Disponível em: <<https://www.flatout.com.br/voce-conhece-os-niveis-de-automacao-dos-carros-autonomos/>>. Acesso em: 02 out. 2019.

KELBER, Christian R. et al. **Tecnologias para Automação Veicular – Soluções em Mecatrônica e Sistemas de Apoio ao Motorista**. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268300479_Tecnologias_para_Automacao_Veicular_-_Solucoes_em_Mecatronica_e_Sistemas_de_Apoio_ao_Motorista>. Acesso em: 03 out. 2019.

MACEDO, Joyce. **Os desafios enfrentados pelos carros autônomos**. [S. l.], 15 maio 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/carros/os-desafios-enfrentados-pelos-carros-autonomos-52651/>. Acesso em: 29 out. 2019.

NAPOL, Igor. **O que significam os 5 níveis da direção autônoma dos carros?**. 2017. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/carro/116608-significam-5-niveis-direcao-autonoma-carros.htm>>. Acesso em: 02 out. 2019.

OLIVEIRA, Carlos E. E.; LEAL, Túlio A. C. B. Considerações sobre os Veículos Autônomos – **possíveis impactos econômicos, urbanos e das relações jurídicas**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, out./2016 (Texto para Discussão nº 214). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em 05 de outubro de 2019.

PATRÍCIO, Miguel. Desafios legais e éticos da condução autônoma. **Revista Jurídica Luso-brasileira**, Lisboa, v. 4, n. 6, p.177-206, jan. 2018. Disponível em: http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2018/6/2018_06_0177_0206.pdf. Acesso em: 30 out. 2019.

RODRIGUES, Leonardo Cavalheiro. **FUNDAMENTOS, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Eletrônica) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8454/1/PG_COELE_2017_2_19.pdf. Acesso em: 09 out. 2019.

RUBIO, Alessandro. Cada vez mais autônomos: a grande aposta da indústria para daqui algumas décadas é o carro que roda sem motorista. Mas os veículos do presente já têm sido equipados com diversos sistemas independentes do condutor, capazes de evitar o pior dos perigos para a segurança viária: o erro humano.



Revista CESVI, São Paulo, v. 1, n. 108, p. 13-16, out./dez. 2017. Disponível em: <http://www.cesvibrasil.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Revista/Upload/_RC108_Simples_V2.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

SANTOS, Lucas César Breder dos. **Implantação De Veículos Autônomos No Contexto Brasileiro: Avaliação Dos Fatores Que Influenciam No Interesse De Uso Com Equações Estruturais**. 2017. 171 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/20480/1/2017_LucasCesarBrederDosSantos_tcc.pdf. Acesso em: 26 out. 2019.

SAE. **Taxonomia e Definições para Termos Relacionados com Sistemas de Automação de Condução para Veículos com Motor Rodoviário J3016_201806**. [S.l.: s.n.], 2018. 1 p. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/>. Acesso em: 03 out. 2019.

SILEVIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. 2003. 3 p. Artigo Acadêmico (Pós Graduação em Engenharia Elétrica) - Univesidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.



**A ERGONOMIA NO AMBIENTE DE
TRABALHO: SUA IMPORTÂNCIA
NOS PROCESSOS DE TRABALHO DO
ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO**

ERGONOMICS IN THE WORK ENVIRONMENT: IT'S IMPORTANCE IN
PRODUCTION ENGINEERING WORK PROCESSES

Debora Sandy Oliveira Costa

Resumo

Partindo de todos os dados e informações aqui analisadas, em um contexto amplo, a importância deste trabalho se faz em analisar as políticas públicas e ações instituídas referentes à ergonomia no ambiente organizacional, buscando fazer toda uma análise estrutural e complexa das mais variadas nuances envolvidas, tendo como intuito, compreender a ergonomia e sua importância no processo de atuação do engenheiro de produção. Vale lembrar, que tal pesquisa aqui empregada, busca trazer conceitos e características entorno da ergonomia, conciliando com o engenheiro de produção e seu papel de importância nas organizações contemporâneas. No percurso metodológico foram utilizados dados públicos fornecidos por órgãos competentes, buscando dar a essa pesquisa uma maior transparência e coerência, cujo resultado evidenciou um papel de destaque empregado pela ergonomia no processo de trabalho do engenheiro de produção, como também, na constituição de todas as ações.

Palavras chave: Ergonomia. Engenheiro de Produção. Processos.

Abstract

Based on all data and information analyzed here, in a broad context, the importance of this work is made in analyzing the public policies and actions instituted concerning ergonomics in the organizational environment, seeking to make a structural and complex analysis of the most varied nuances involved, with the purpose of understanding the ergonomics and its importance in the process of the production engineer. It should be remembered that such research employed here seeks to bring concepts and characteristics around ergonomics, reconciling with the production engineer and his role of importance in contemporary organizations. In the methodological course, public data provided by competent bodies were used, seeking to give to this research a greater transparency and coherence, whose result evidenced a prominent role used by the ergonomics in the work process of the production engineer, as well as in the constitution of all actions.

Key-words: Ergonomics. Production engineer. Processes.



1. INTRODUÇÃO

A aplicação de ações éticas e que visem o bem-estar dos indivíduos tanto no ambiente social, como também, no ambiente de trabalho, torna-se fator preponderante nos dias atuais, visto que, tem poder de influência na interação dos mesmos com o meio que o compreende e assim, em todos os reflexos a serem produzidos.

Partindo deste ponto, tem-se no bem-estar dentro do ambiente organizacional ponto relevante, visto sua influência no comportamento, desempenho e produtividade a ser percebida, podendo se refletir em bons ou maus resultados, tendo a ergonomia e a forma que as empresas e ambientes organizacionais são dispostos ponto a ser destacado.

A ergonomia, como também, seu papel de importância no processo de constituição do Engenheiro de Produção, sem esquecer das políticas e ações hoje aplicadas, serão o foco de análise de tal trabalho de pesquisa, buscando analisar, medidas aplicadas, processo de atuação, as políticas vigentes, mas principalmente, a realidade presenciada, buscando de maneira analítica, fazer um estudo das mais variadas situações enfrentadas.

Torna-se assim importante, entender o papel empregado pela ergonomia dentro do ambiente organizacional, definindo preceitos, características, ferramentas e aplicações, levando assim, ao entendimento das mais variadas nuances formadoras da ergonomia.

Percebe-se assim, que a problemática entorno de todo o estudo aqui realizado, busca entender, qual a contribuição da ergonomia no ambiente organizacional hoje percebido?

O estudo aqui trabalhado terá como base de sustentação o estudo teórico e bibliográfico referente à ergonomia e sua importância no processo de atuação do engenheiro de produção, tendo como objetivo geral, analisar as políticas públicas e ações instituídas referentes a ergonomia no ambiente organizacional, tendo também, como objetivos específicos, contextualizar a ergonomia e seu processo histórico; apontar as políticas públicas de aplicação e pleno desenvolvimento da ergonomia no ambiente empresarial e apresentar a importância da ergonomia no processo de atuação do engenheiro de produção.

Será assim buscado, fazer uma análise ampla da ergonomia no ambiente organizacional, buscando relacionar processos e dinâmicas desenvolvidas, partindo de sua interação direta com o engenheiro de produção e assim, nas influências produzidas.

Tendo isso em vista, os objetivos da seguinte pesquisa caracterizam-se por ser



de cunho exploratório, tendo em vista, que o mesmo busca compreender e assim entender todas as minúcias que compõem a problemática trabalhada em volta da ergonomia e seu papel de atuação dentro das organizações, principalmente no que concerne o engenheiro de produção.

Será utilizada assim como modalidade de pesquisa, a chamada pesquisa bibliográfica e documental, tendo como objetivo fazer um levantamento de toda literatura referente ao assunto trabalhado, de forma a dar embasamento teórico a toda problemática trabalhada, utilizando-se assim, de livros, artigos, revistas especializadas, documentos, entre outros.

Todo o estudo aqui trabalhado, parte assim, de uma base sólida de análise, visto que, o assunto é atual e tem influência em toda a realidade percebida no que concerne o engenheiro de produção, demandando ações cada vez mais atuantes. Desta forma, será utilizada como metodologia de trabalho a pesquisa documental e bibliográfica, buscando assim, dados e informações referentes ao assunto tratado.

De maneira conclusiva, a ergonomia e suas mais variadas nuances será vista de forma ampla, contemplando políticas, ações empregadas e sua importância dentro das empresas e seus processos difundidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ergonomia e seu contexto histórico

Com o advento da globalização e com o surgimento de novas perspectivas e formas de ver o mundo e suas mais variadas nuances, “o processo de se adequar às necessidades e questões impostas, se torna uma necessidade, auxiliando na formação de ações e metodologias a serem instituídas” (FERREIRA, 2008, p. 84).

Tendo isso por base, “a criação de ações e processos abrangentes que vejam o ambiente organizacional como um todo, influenciando as mais variadas ferramentas a serem adotadas, como também, a estrutura das organizações” (TEIGER, 1993, p. 71), torna-se uma máxima, tendo como reflexo, a criação de ambientes organizacionais cada vez mais adequados a todos.

Partindo de tal ponto, a ergonomia é considerada, “ferramenta de destaque no ambiente organizacional hoje percebido, influenciando a disposição e estruturação dos mais variados setores que compõem o ambiente das empresas” (FERREIRA, 2008, p. 85), se refletindo não apenas no bem-estar dos funcionários, como também, no funcionamento dos mais variados setores.



Historicamente, “o surgimento da ergonomia data de meados do final da Segunda Guerra Mundial em 1948, surgindo como ferramenta de transformação e de grande atuação no ambiente das organizações, no que concerne suas formas de produção e os reflexos produzidos” (SOARES, 2006, p. 556).

A ergonomia surge assim, “como base na contextualização de ações e metodologias que tivessem como foco, a proteção do trabalhador no ambiente organizacional, instituindo ferramentas e meios que transformem o meio organizacional em suas mais variadas áreas” (FERREIRA, p. 2008, p. 84).

Seguindo o contexto histórico, no mesmo ano de surgimento da ergonomia e suas mais variadas nuances, o pensador Kenneth Frank Hywel Murrell de acordo com Soares (2006, p. 556) conceitua ergonomia como, “estudo da relação entre o homem e o seu ambiente de trabalho”, dando início a construção de um pensamento crítico e voltado para o trabalhador e o contexto ao seu entorno.

Chegando a 1950, “foi instituído o primeiro Departamento de Ergonomia da Indústria, levando a que no ano de 1958 começasse a ser discutido sobre a formação da ergonomia, partindo de todas as dificuldades percebidas e assim, todas as problemáticas presentes no ambiente fabril” (FERREIRA E DONATELLI, 2001, p. 26).

Tendo isso em vista, “a ergonomia teve seu foco de surgimento na Europa, tendo como destaque a Inglaterra e a França, que influenciada pela Revolução Industrial e pela aplicação de novas formas de produção” (SOARES, 2006, p. 556), necessitava da aplicação de novos processos e ferramentas de suporte ao trabalhador.

Voltando-se ao contexto nacional, a ergonomia e suas mais variadas questões e características de atuação, “começaram a ser aplicadas no Brasil em meados do ano de 1960” (ONOFRE, 2007, p. 31), sendo considerado na América Latina, o maior foco de pesquisas e estudos aplicados.

Partindo do processo de aplicação no ambiente das organizações brasileiras, “o ano de 1990 foi considerado o momento central” (ONOFRE, 2007, p. 31), marcado pelo surgimento de novos estudos ergonômicos que tinham como base de aplicação, os obstáculos e desafios percebidos.

“A ergonomia brasileira surgiu desta forma, da difusão da ergonomia em âmbito internacional e desde então ocupa um relativo destaque nesse cenário, particularmente no âmbito latino-americano as primeiras vertentes de implantação da ergonomia no Brasil ocorreram juntamente às engenharias e ao design, sem aplicação experimental”. (ONOFRE, 2007, p. 31)

Começou-se assim, a construir um novo patamar entorno da ergonomia no país, “marcado por estudos amplos e atuantes, mas principalmente pela percepção

da importância da ergonomia no ambiente de trabalho” (FERREIRA, 2008, p. 85).

Pode assim ser percebido, “o quanto a história da ergonomia contribuiu em sua evolução durante os anos, levando a construção de conceitos, ferramentas e características centrais, culminando em um contexto diversificado quanto a sua aplicação e influência” (SOARES, 2006, p. 557).

2.2 A ergonomia e o ambiente organizacional

Quando se fala em ergonomia e as mais variadas características entorno da mesma dentro do ambiente das organizações, “se tem um amplo contexto de estudo, que vai desde processos, metodologias de trabalho, cultura organizacional, mas principalmente, na relação homem e trabalho” (FREITAS, 2014, p. 03), destacando-se o processo de troca de energia entre os mesmos, que tenha como resultado, a efetivação do trabalho.

Tendo isso em vista, Ilda (2005, p. 22) conceitua a ergonomia como, “considera-se Ergonomia o amplo estudo das interações entre pessoas e as mais variadas tecnologias, a organização e os ambiente dispostos, visando processos de intervenção e projetos que tenham como foco melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, os processos de bem-estar e a eficácia das atividades humanas”.

Desta forma, a ergonomia pode ser percebida como fator essencial, visto que, “busca introduzir no ambiente das organizações, a importância de se manter o bem-estar no ambiente de trabalho, trazendo conforto e qualidade de vida, se refletindo em saúde, segurança e satisfação para com o trabalho desenvolvido” (FREITAS, 2014, p. 04).

A ergonomia começa assim, a transforma o ambiente das organizações, tendo como foco, a criação de ambientes adequado a todos, contribuindo de acordo com Ilda (2005, p. 23), “na criação de pontos positivos e que levem a adaptação do trabalhador ao posto que irá ocupar”.

Tendo isso em vista, Freitas (2014, p. 05) destaca, que a ergonomia tem influência sob os seguintes pontos:

- Aplicação do planejamento;
- Aplicação do projeto de tarefas;
- Formulação dos postos de trabalho;



- Produtos;
- Ambientes;
- Sistemas.

A aplicação da ergonomia como ferramenta organizacional, começa assim, “a instituir ações e formas de trabalho que influenciam diretamente no planejamento executado, desenvolvendo ações que se reflitam diretamente em como as tarefas serão executadas e como os postos de trabalho serão subdivididos, direcionando as mais variadas ações a serem aplicadas” (BARBOSA, 2010, p. 13).

De maneira ampla, a ergonomia busca ver o trabalho em suas mais variadas minúcias, tendo como intuito “a resolução de questões e problemas inerentes ao ambiente de trabalho, objetivando a melhoria constante da segurança, saúde e eficiência no trabalho a ser desenvolvido” (FREITAS, 2014, p. 06).

Desta forma, a ergonomia “busca instituir um tripé fundamental dentro do ambiente organizacional marcado pela Saúde x Segurança x Satisfação do Trabalhador, desenvolvendo assim, soluções e meios que contribuam na composição de medidas que tragam o equilíbrio necessário para a composição das mais variadas ações empregadas nas organizações” (MINICUCCI, 1995, p. 97).

Tendo isso em questão, torna-se de grande valia que se compreenda a ergonomia e suas mais variadas políticas expressas, partindo de sua legislação e sua aplicação no ambiente das empresas, contextualizando processos e metodologias instituídas.

Do ponto de vista de políticas e legislação vigente, a mesma teve início “com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que começou a instituir os primeiros preceitos e questões voltadas a redução dos riscos no ambiente de trabalho, começando a serem instituídas, medidas que visassem o bem-estar do colaborador” (SILVA, 2009, p. 02).

Com a Constituição Federal de 1988, “começaram a ser empregadas ações efetivas e voltadas ao trabalhador no ambiente das empresas e, por conseguinte o surgimento de órgãos reguladores, dentre eles: Ministério da Previdência Social, Ministério da Saúde e Ministério do Trabalho e Emprego, todas com papel de grande importância na contextualização de ações” (SILVA, 2009, p. 02).

Ganha assim espaço, principalmente no que concerne a aplicação da ergonomia e sua regulamentação dentro das empresas, as Normas Regulamentares – NRs, sendo destacado por Brasil (1990, p. 11) “que as Normas Regulamentares buscam adequar as exigências legais às mudanças ocorridas no mundo do trabalho, principalmente no que se refere aos novos riscos ocupacionais e às medidas de controle, e são realizadas pelo próprio MTE, inclusive, por delegação de competência pela

Secretaria de Inspeção do Trabalho. As NRs estão em grande parte baseadas em normas semelhantes existentes em países economicamente mais desenvolvidos”.

Vale lembrar, que as normas regulamentadoras e a política nacional de saúde e segurança, “são vertentes da legislação nacional que andam juntas e se complementam” (FERNANDES, 1996, p. 06), tendo desta forma, objetivos e focos compartilhados, visto que, buscam alcançar a saúde e segurança no ambiente das empresas.

As empresas devem assim, estar preparadas e ter como foco o bem-estar do trabalhador, desenvolvendo assim, “esforços consideráveis na projeção e plena organização do trabalho, pois, quanto melhor forem as condições de trabalho oferecidas, melhor serão os resultados e reflexos, tanto na qualidade de vida, quanto nos processos produtivos” (MOREIRA, 2004, p. 25).

Percebe-se assim, a importância que as políticas e legislação voltada ao trabalhador no que concerne a ergonomia, possuem nos dias atuais, desenvolvendo assim, “ações atuantes e com verdadeiro reflexo no ambiente das empresas, culminando em processos produtivos efetivos e em funcionários satisfeitos” (ROBBINS, 2006, p. 16).

2.3 A ergonomia x engenheiro de produção

A ergonomia de um ponto de vista contemporâneo “busca ver o ambiente das empresas como um todo, influenciando em processos, metodologias de trabalho, mas principalmente, na forma que o colaborador é compreendido em seu ambiente de atuação” (LIMA, 2013, p. 26).

Partindo de sua aplicação, o mesmo busca trazer ao ambiente das empresas, “uma verdadeira revolução nos processos, mas principalmente na concepção e construção dos projetos de trabalho, influenciando em todo funcionamento das organizações” (MARQUES, 2010, p. 01).

Tendo isso por base, a ergonomia no ambiente hoje percebido, “pode ser visto com papel de importância na atuação do engenheiro de produção, oferecendo ao mesmo, orientações gerais e específicas, empregando as bases de atuação de tal profissional” (LIMA, 2013, p. 26).

Partindo do processo de atuação do engenheiro de produção, torna-se evidente a importância da ergonomia na contextualização de ações de tal profissional, visto que, “busca aplicar medidas que auxiliem no conhecimento dos mais variados trabalhos que concernem os processos produtivos, contribuindo no desenvolvimento da gestão de projetos” (DUARTE, 2002, p. 18).



Desta forma, a ergonomia passa a ter papel de atuação no contexto de trabalho do engenheiro, “delimitando objetos de estudo e focos a serem empregados, tendo como intuito a eficácia dos processos e pleno desenvolvimento de ações” (ABRANTES, 2004, p. 20), que resultem em processos produtivos de sucesso e equipes de trabalho satisfeitas.

A busca pelo conforto oferecido aos colaboradores e a eficiência nos processos produtivos, torna-se assim, a base de atuação do engenheiro de produção, devendo o mesmo “aplicar metodologias e processos voltados ao bem-estar dos colaboradores no ambiente organizacional, o que acabará culminando em processos produtivos eficazes e que saneiem as necessidades empresariais” (DUARTE, 2002, p. 03).

Vale lembrar, que a relação ergonomia x engenheiro de produção é visto como fator essencial dentro das empresas atuais, principalmente quando se remete ao campo industrial, “melhorando os processos de segurança, em contrapartida, trazendo eficácia e eficiência às formas de produção utilizadas, o que acaba por se tornar um diferencial em um mercado tão competitivo” (LIMA, 2013, p. 30).

A ergonomia é vista atualmente, como fator essencial dentro das organizações, “auxiliando na composição de fatores referentes aos processos produtivos, construção de metodologias de trabalho, mas principalmente, na composição de ações que empreguem a segurança e saúde no ambiente das empresas” (IIDA, 2005, p. 28).

Tendo isso em vista, o mesmo possui papel estratégico nas organizações, “melhorando significativamente a eficiência, produtividade e a prática de tarefas com mais conforto, segurança e saúde nos postos de trabalho e na vida dos colaboradores das organizações, servindo como base na produção de ações com efeito de transformação das instituições e assim, no papel de atuação do engenheiro de produção” (DUARTE, 2002, p. 04).

3. CONCLUSÃO

De acordo com esse trabalho e com as informações desenvolvidas, percebeu-se como é importante o papel empregado pela ergonomia no ambiente de trabalho e assim no processo de atuação do engenheiro de produção, empregando ações e estratégias com um único fim, que é aplicar e manter leis e políticas voltadas à segurança no ambiente de trabalho, auxiliando no desenvolvimento de ações estratégicas que busquem valorizar os colaboradores e assim, a melhoria constante dos ambientes laborais.

A ergonomia no ambiente das instituições e organizações contemporâneas surge nesse contexto como ponto fundamental dentro do desenvolvimento de ações



efetivas, influenciando na composição de todos os processos e principalmente na valorização dos colaboradores como fator essencial nas organizações, com intuito de aplicar leis e políticas voltadas aos indivíduos em seu ambiente de trabalho.

Quando se fala na formação de estratégias e promoção de ações, refere-se a um contexto bem amplo, que é fazer da ergonomia, parte atuante e influenciadora das metodologias de trabalho, compartilhando valores, características, entre outros pontos, sendo esse o papel da ergonomia no ambiente de trabalho, que vai além do ato de promover ações, mas sim, criar metodologias e processos que façam parte do dia-dia das organizações, fazendo do indivíduo parte essencial, o que fará com que as ações empregadas atinjam os resultados desejados.

Partindo deste ponto, que fala da ergonomia e seu processo de atuação, foi percebível dentro do contexto de análise, a importância que o mesmo possui, influenciando de maneira direta na formação de processos, na composição de metodologias de trabalho, mas principalmente, na construção de estruturas de trabalho sólidas que tenham como foco o colaborador e seu bem-estar.

Com base nisso, foi feito uma análise do trabalho teórico sobre a ergonomia e sua importância no contexto organizacional e na construção do estado de bem-estar quando se fala dos colaboradores, buscando entender os avanços desenvolvidos e impactos percebidos no ambiente das empresas, sendo percebível um crescimento na composição de ações voltadas a melhoria do ambiente laboral e assim, na plena aplicação da ergonomia no ambiente das empresas.

Tendo por base essa linha de análise, foi percebível durante todo processo de estudo, que mesmo em meio a problemáticas e questões inerentes ao ambiente organizacional, as empresas vem a todo momento melhorando seus processos e formas de trabalho, principalmente, no que concerne os colaboradores e sua relação com a função exercida, aplicando ações capazes de influenciar na cultura organizacional e como as empresas irão se comportar em um mercado tão instável.

Foi assim, ressaltado a importância da ergonomia no contexto das empresas, trazendo diretamente avanços em todos os processos desenvolvidos, implantando de maneira direta programas atuantes e com processos voltados ao colaborador e seu bem-estar, tendo no mesmo, pilar fundamental na contextualização de estratégias, buscando de maneira direta sanar problemáticas detectadas, criando nesse contexto ações atuantes e com papel de modificar o ambiente das empresas.

Dessa maneira, a aplicação da ergonomia e de suas mais variadas ferramentas é visto como um diferencial na composição de metodologias que tenham como intuito a melhoria das organizações, atuando diretamente nos mais variados setores e assim visto como fundamental, pois influência no contexto de bem-estar e na composição da qualidade de vida impressa por todos os indivíduos.

De maneira conclusa, percebeu-se o papel de importância da ergonomia na



formação das empresas, influenciando no pleno funcionamento das mesmas e no contexto de bem-estar entorno do colaborador, servindo de base na aplicação de estratégias e processos atuantes, mas também, na concepção de metodologias de trabalho cada vez mais éticas.

Referências

- ABRANTES, A. F. **Atualidades em Ergonomia: Logística, Movimentação de Materiais, Engenharia Industrial, Escritórios.** São Paulo: IMAM, 2004.
- BARBOSA, A. N. **Segurança do trabalho e gestão ambiental.** São Paulo: Atlas, 2010.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma regulamentadora no 17 – NR 17.** Poder Executivo, Brasília: Secretaria de Inspeção do Trabalho, 1990.
- DUARTE, F. **A complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais.** Capítulo do livro: Duarte Francisco (org), Ergonomia e Projetos na Indústria de Processo Contínuo, Editora Lucerna, Rio de Janeiro 2002.
- FERNANDES, E. C. **Qualidade de vida no trabalho: como medir para melhorar.** 2. ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.
- FERREIRA, L. L.; DONATELLI, S. **Ergonomia: o que há para ler em português.** Revista Ação Ergonômica, v. 1, n. 2. São Paulo: 2001 p.25-34.
- FERREIRA, M. C. **A ergonomia da atividade se interessa pela qualidade de vida no trabalho? Reflexões empíricas e teóricas.** Cadernos de Psicologia Social do Trabalho, 2008, vol. 11, n. 1, pp. 83-99.
- FREITAS, M. P. **A importância da ergonomia dentro do ambiente de produção.** IX SAEPRO – Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção. Ceara: 2014.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- LIMA, F. **Integrando a ergonomia ao projeto de engenharia: Especificações ergonômicas e configurações de uso.** Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG: 2013.
- MARQUES, A. **A Ergonomia como um Fator Determinante no Bom Andamento da Produção: um Estudo de Caso.** Revista Anagrama: Revista Científica Interdisciplinar da Graduação Ano 4 - Edição 1 – Setembro-Novembro de 2010.
- MINICUCCI, A. **Psicologia aplicada à administração.** São Paulo: Atlas, 1995.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** 7. reimp. da 1. ed. São Paulo: Pioneira, 2004.
- ONOFRE, C. E. L. **Ergonomia na América Latina: iniciativas, estabelecimento e consolidação.** 2º ed. São Paulo: 2007.
- ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas.** Tradução de Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SILVA, C. R. **Ergonomia: um estudo sobre sua influência na produtividade.** Revista de Gestão USP, São Paulo, v. 16, n. 4, outubro-dezembro 2009.
- SOARES, M. M. **Ergonomics in Latin America: Background, trends and challenges.** Applied Ergonomics. 37 (04): 555-561, 2006.
- TEIGER, C. (1993). **A abordagem ergonômica: do trabalho humano à atividade de homens e mulheres no trabalho.** Educação Permanente, 116, 71-96.





CAPÍTULO 22

RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: OS ECOPONTOS E SUA SUSTENTABILIDADE

CIVIL CONSTRUCTION SOLID WASTE: ECOPOINTS AND THEIR
SUSTAINABILITY

Roberto Amorim Costa

Resumo

Os materiais da construção civil podem conter porções de resíduos perigosos, como tintas, solventes e óleos, misturados aos resíduos não perigosos. Diante desse exposto, aumenta a necessidade de atenção para sua administração, de maneira a incluir ações de conscientização, opções de reciclagem e comunicação social. Em São Luís, com o aumento da geração de resíduos, devido ao crescimento da urbanização, industrialização, é de grande importância o gerenciamento destes. O objetivo geral deste trabalho é compreender o processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil nos ecopontos, de tal forma a mostrar sua importância e conhecimento. O estudo feito é por meio de pesquisa bibliográfica de artigos, teses, dissertações em plataformas de pesquisa.

Palavras chave: Resíduos Sólidos, Sustentabilidade Ambiental, Ecoponto.

Abstract

Construction materials may contain portions of hazardous wastes, such as paints, solvents and oils, mixed with non-hazardous wastes. Given this, the need for attention to its management increases, including awareness actions, recycling options and social communication. In São Luís, with the increase of waste generation, due to the growth of urbanization, industrialization, its management is of great importance. The general objective of this work is to understand the construction waste management process in ecopoints, in order to show its importance and knowledge. The study is done through bibliographic research of articles, theses, dissertations in research platforms.

Keywords: Solid Waste, Environmental Sustainability, Ecopoints.



1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento das cidades de médio e grande porte no Brasil, demandaram um aumento, na área de serviços de construção, reforma e obras de infraestrutura. Este aumento de atividade, é uma das causas fundamentais para o aumento da geração de resíduos da construção civil (RCC). Esta situação, tem gerado graves problemas urbanos pertinentes à coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos.

O presente trabalho tem relevância, pois os materiais da construção civil podem conter porções de resíduos perigosos, como tintas, solventes e óleos, misturados aos resíduos não perigosos. Diante desse exposto, aumenta a necessidade de atenção para sua administração, de maneira a incluir ações de conscientização, opções de reciclagem e comunicação social. Em São Luís, com o aumento da geração de resíduos, devido ao crescimento da urbanização, industrialização, é de grande importância o gerenciamento destes.

As construções nas cidades aumentam a cada dia, de forma a gera uma grande quantidade de resíduos oriundos dos canteiros de obras, o que se torna um grande desafio para o setor, pois tem que administrar uma atividade de tamanha proporção e ao mesmo tempo conciliar esse crescimento desenfreado da construção civil sem impactar tão negativamente no meio ambiente. Considerando-se a relevância do tema abordado por este trabalho, onde tem como problema de pesquisa: Como funciona o processo de gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil nos ecopontos?

O objetivo geral deste trabalho é compreender o processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil nos ecopontos, de tal forma a mostrar sua importância e conhecimento de tal assunto, onde a temática é investigada por meio de pesquisa bibliográfica. Já como objetivos específicos deste trabalho destacam-se: descrever os conceitos sobre a construção civil e sustentabilidade; relatar sobre os resíduos da construção civil e seus impactos ambientais e socioeconômicos e o último objetivo específico é discutir sobre o processo de gerenciamento dos resíduos nos ecopontos.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, Scielo, JOHN 2002, ROSADO 2015, PINTO 2005, BRASIL 2002). As palavras-chave utilizadas na busca foram: construção civil; sustentabilidade na construção; gerenciamento dos resíduos nos ecopontos.



2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE

A Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 448/2012 estabelece uma classificação específica para os resíduos da construção civil, de forma a facilitar as etapas de triagem, reaproveitamento, reciclagem e disposição final adequada e são elas: Classe A: são resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados; Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações; Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação e Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.

Os resíduos de construção são formados por uma gama de produtos, e podem ser considerados como: solos; materiais cerâmicos que são oriundos de rochas naturais, concreto, tijolos, telhas entre outros; materiais metálicos que são os aços, latão, chapas de aço entre outros e materiais orgânicos que podem ser madeira natural, plásticos variados, papel de embalagem e etc. A Figura 1 mostra a composição típica dos resíduos que são recebidos no aterro de Itatiba em São Paulo. Estes entulhos são provenientes de atividades de construção de edifícios. Percebe-se que existe uma maior porcentagem em resíduos de natureza cerâmica (AGOPYAN; JOHN, 2000).

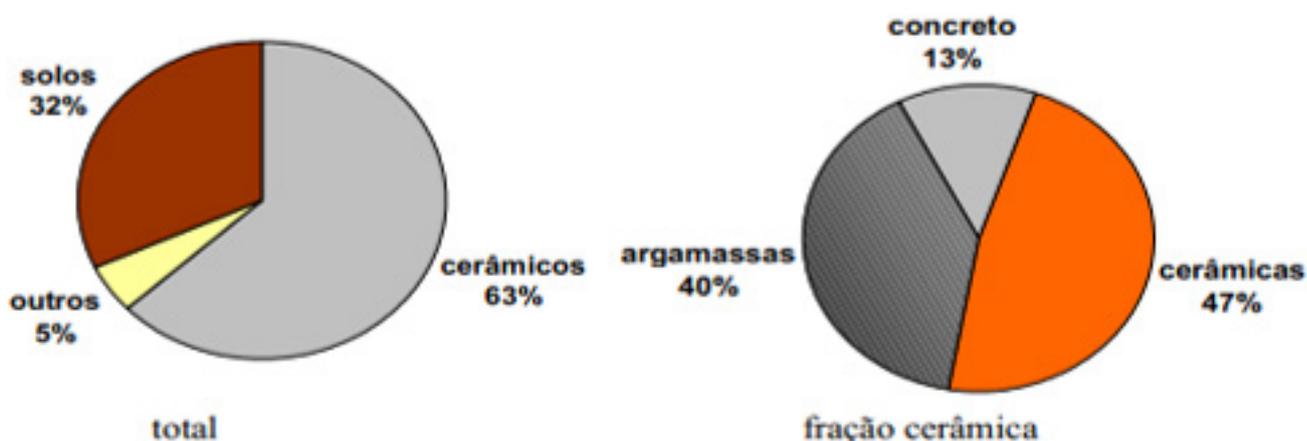


Figura 1 – Composição dos entulhos depositados no aterro de Itatinga
Fonte: Agopyan; John (2000)

Segundo Agopyan e John (2000), as possibilidades de haver reciclagem de determinado resíduo, depende de suas características. A presença de fases mais porosas e de menor resistência mecânica, como argamassas e produtos de cerâmica vermelha e de revestimento, provoca uma redução da resistência dos agregados e um aumento da absorção de água. Assim agregados mistos tem sua aplicação limitada à concretos de menor resistência, como blocos de concreto, contra-pisos, camadas drenantes, etc..

Em continuação Kartam *et al.* (2004) afirma que por ter grandes volumes os

resíduos, e demandar áreas cada vez maiores e o despejo inadequado, vem tornar os principais causadores de danos ambientais e prejuízos econômicos.

Os resíduos de volume, definidos na NBR 15.112, são compostos por peças de dimensões grandes como exemplo móveis e utensílios domésticos que não servem mais, grandes embalagens, podas e outros resíduos de origem não industrial. Na maioria das vezes são retirados dos lugares que origina juntamente com os RCC, sendo assim, não são coletados pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, seus elementos mais presentes são as madeiras e os metais (BRASIL, 2012b).

De acordo com Brasil (2012b), no país, os resíduos da construção civil estão, em média, 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos. A geração dos RCC ocorre de forma difusa e sua maior parcela é composta pelo pequeno gerador, cerca de 70% do resíduo gerado, provenientes de reformas, pequenas obras e nas obras de demolição, em muitos casos coletados pelos serviços de limpeza urbana. Os 30% restantes são provenientes da construção formal.

Com o passar dos anos, os assuntos voltados para o meio ambiente em ligação com a construção vieram a se tornar mais importantes, diversas pesquisas na União Europeia e nos EUA estimam que a área da construção civil é responsável por volta de 40% da carga ambiental global. Em função disso, vários trabalhos científicos têm mostrado a importância de assuntos relacionados ao meio ambiente, e de colocar a função de responsabilidade nas indústrias, pessoas, com questões ambientais a serem incluídas na concepção de um edifício (ROSADO, 2015).

2.1 Sustentabilidade

A definição de sustentabilidade tem diversas definições, e uma delas é a produção de bens com uma carga ambiental pequena, de maneira a manter a preservação do ambiente de decomposições futuras. O significado da Conferência do Rio de 1992 compreende outras extensões a definição ambiental: a grandeza social, que sugere uma repartição mais justa do crescimento do país e entre países onde procura crescer ter interações nas determinações (JONH, 2001).

2.1.1 Progresso da Sustentabilidade

No ano de 60, a Organização Não Governamental Clube de Roma, discutia assuntos ambiental, e neste momento diversos estudiosos tracejavam os primeiros comentários sobre assuntos que estavam em envolvimento com o tema. No seu primeiro relatório o Clube de Roma comoveu a comunidade científica ao exibir cenários desastrosos sobre o futuro do planeta, e se o modelo de desenvolvimento ficasse nos mesmos padrões da época (CORRÊA, 2009).



De acordo com Corrêa (2009), em função do exposto do futuro do planeta, diversos relatórios foram formados todos com o mesmo embasamento: a preservação do meio ambiente. Contudo era necessário de modificar o modelo de desenvolvimento. Alguns modelos de referência no Desenvolvimento Sustentável:

- Relatório do Clube de Roma: Limites do Crescimento (1968);
- Declaração de Estocolmo (1972);
- Relatório de Bruntland: Nosso Futuro Comum (1987);
- Declaração do Rio (1992);
- Agenda 21 (1992).

Conforme Corrêa (2009), a Declaração de Estocolmo organizou vinte e seis princípios que proporcionam aos povos inspiração e direção para a preservação e melhoria do meio ambiente para um futuro melhor. Entretanto, a relação crescimento versus cuidado do ambiente ficou muito parecida conforme pode ser ressaltado no Princípio 11, que diz:

De acordo com Corrêa (2009), as políticas ambientalistas de todos os Estados precisariam estar conduzidas para somar a potencialidade de desenvolvimento contemporâneo ou futuro dos países em aumento e não necessitariam diminuir essa potencialidade nem depositar impedimentos à conquista de melhores categorias de vida para todos. Os Estados e as organizações internacionais deveriam tomar disposições pertinentes, com vistas a chegar a um acordo para enfrentar os resultados econômicos que poderiam resultar da aplicação de medidas ambientais no molde nacional e internacional.

2.2 Construção com Sustentabilidade

A introdução de técnicas sustentáveis na construção é uma tendência de crescimento no mercado. Sua utilização é um caminho saudável e sem volta, devido diversos agentes como governos, investidores e associações, onde excitam e pressionam a área da construção na incorporação a esses métodos em suas atividades (CORRÊA, 2009).

Conforme Corrêa (2009), a esfera da construção civil necessita se empenhar a cada dia. As empresas precisam produzir de forma sustentável suas obras. De modo a fazer um método de introdução contínua sustentável, de maneira a buscar nas obras, respostas que consistam em opções econômicas relevantes para o empreendimento. No empreendimento humano para se ter padrões sustentáveis deve



ser seguido algumas características de maneira equilibrada como:

- Adaptação do ambiente;
- Viabilidade econômica;
- Honestidade social;
- Concordância cultural.

A construção civil é o ramo que consome grandes quantidades de resíduos sólidos na sociedade. Ela consome por volta de 50% da matéria prima bruta no Japão. Os autores estimam que nos EUA a construção civil é responsável pelo gasto de 75% do gasto total de resíduos. A modificação destes insumos de bens tem a necessidade de transportar os materiais por grandes alcances a um número de recursos, de maneira a ocasionar cargas no ambiente considerável (JONH *et al.*, 2002).

O setor civil é responsável pelo gasto de grande parte considerável de energia, água e geração de poluição. Elucidando, somente a degeneração do cal no decorrer do trâmite de fabricação de cimento Portland, responsável por aproximadamente 3% do CO₂ produzido no mundo todo (JOHN *et al.*, 2002).

A construção e a destruição são grande fonte de resquícios. Tem-se uma estimativa de resíduos da construção e demolição no mundo todo em torno de 163 a 3658 kg por capita, com valores característicos de 400 kg por capita, (JONH *et al.*, 2002).

É preciso juntar a esta totalidade todos os resíduos que são oriundos no decorrer da produção de materiais de construção. A construção civil usa grande quantidade de energia. As áreas residências e comerciais são responsáveis por 34,5% do uso de energia do mundo (JONH *et al.*, 2002).

A sustentabilidade está atrelada em desvincular o crescimento de carga do ambiente. A desmaterialização é um instrumento para esta dissociação, que consiste na obtenção do mesmo comportamento com pequenas quantidades de material, que por consecutiva simula uma diminuição de poluentes, de forma a incluir a chuva ácida e a emissão de gases que provocam o efeito estufa (JANSEEN; VAN DER BERGH, 2000).

A desmaterialização pode ser cometida na substituição do exemplo linear de fabricação, onde a matéria bruta é arrancada da natureza, transformada na indústria em produtos que são utilizados e, após o final do ciclo de vida são rejeitados. O novo modelo da produção é chamado de ciclo fechado ou modelo cíclico de produção. Neste exemplo o emprego de todos os recursos é otimizado e a geração de resíduos diminuída a um mínimo reciclável (JONH *et al.*, 2002).



Na área da construção civil consiste na produção de habitações que possam ser conservados e operados com uma pequena quantidade de recursos, com facilidade de melhoras ou reformas. O edifício é demolido apenas quando estas características não forem mais admissíveis e os elementos adquiridos da destruição sejam empregados também em uma "nova" construção ou, se já apresentarem alcançado a vida útil. Os elementos não são mais arquitetados para serem prometidos a aterros no término de sua produção (JONH, 2000).

A quantidade de matéria bruta usada e de resquício gerado será muito menor. Aumentar a utilização de energia e material de renovação incide em outro instrumento para diminuição de impactos no ambiente. A transformação da fonte de energia do carvão para uma fonte de energia renovável e limpa é a solução para determinar as dificuldades de aquecimento global (JONH, 2000).

3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os resíduos sólidos da construção são compostos por restos ou aparas de materiais provenientes de canteiros de obras, demolições que foram planejadas ou demolições resultantes de desastres. Os resíduos dessa natureza são popularmente chamados de entulho de obras, caliça ou metralha (HOUAISS, 2001).

De acordo com D'Almeida e Vilhena (2000), os entulhos da construção civil possuem um conjunto de fragmentos ou restos de argamassa, tijolo, concreto, aço, madeira, construções ou demolições de edificações.

A resolução CONAMA nº 307, definiu os resíduos da construção e demolição quanto a sua origem. Nesta resolução os RCD ficaram definidos como provenientes de: materiais de edificações e obras de infra-estrutura novas; materiais de reformas e reparos de edificações e obras de infra-estrutura; materiais de demolição de edificação e obras de infra-estrutura e materiais de preparação e escavação de terrenos.

Conforme Pinto e Gonzalez (2005), os resíduos da construção e demolição podem ter várias origens, como:

- Reformas, ampliações e demolições;
- Edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos com áreas de construção maior que 300 m²;
- Residências novas, que representam tanto as de grande porte, geralmente formalizadas, como as residências pequenas resultantes de atividades de autoconstrução e informais.



A Figura 2, mostra as principais origens dos RCD em alguns municípios do Brasil, mostrando uma grande participação dos RCD em reformas, ampliações e demolições (CÓRDOBA, 2010).

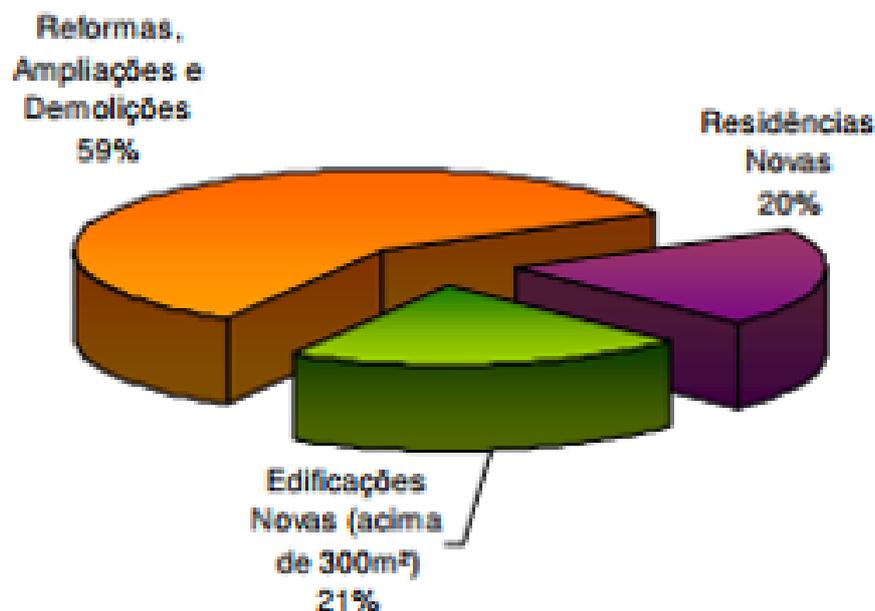


Figura 2 – Origem dos RCD em algumas cidades brasileiras
Fonte: Córdoba (2010)

Com o conhecimento das origens dos RCD é possível traçar planos que contemplem a redução destes resíduos em sua fonte geradora, o que possibilitaria a redução dos volumes produzidos nos municípios, bem como a valorização dos resíduos produzidos tanto com a sua reutilização como reciclagem na obra, (CÓRDOBA, 2010).

No ramo da construção civil, necessita-se consumir grandes quantidades de matérias-primas não renováveis. E uma das matérias-primas mais utilizadas são: areia, o cimento, a pedra, o aço e a madeira (DEGANI, 2003).

O uso dos recursos naturais na construção civil depende da quantidade de resíduos gerada, da vida útil, das necessidades de manutenção, inclusive as manutenções que visem corrigir falhas construtivas em determinado local e das perdas incorporadas aos edifícios e da tecnologia empregada (JOHN, 2000).

A construção civil consome de matérias-primas algo em torno de 20% a 50% do total de recursos naturais que são usados pela população. É notório observar a variação em relação à quantidade de recursos naturais usados pela indústria. Os recursos naturais no Japão são estimados em torno de 50% e nos Estados Unidos o consumo por ano é de 75% dos materiais (ARAUJO, 2002).

Conforme o relatório feito pela Comissão Europeia no ano de 1999, onde possui uma frase em inglês que diz: "Construction and Demolition Waste Manage-

ment Practices, and their Economic Impacts”, que os impactos principais ofensivos ao meio ambiente, por meio da extração de recursos da natureza são:

- Poluição Sonora;
- Poluição Atmosférica;
- Poluição Visual;
- Poluição do solo e das águas por meio dos combustíveis;
- Modificação da fauna e da flora;
- Extinção das fontes dos recursos naturais;

De acordo com Araujo (2002), alguns dos problemas mostrados no relatório europeu comprometem absolutamente o meio ambiente, em determinados casos, relacionados a população nas proximidades da área, podem afetar também a qualidade de vida.

3.1 Impactos Ambientais

Os resíduos sólidos oriundos da construção civil podem afetar o sistema ambiental em dois passos: na geração e nos dejetos de finalização. Nas obras da construção civil, os problemas com poluição acontecem, especialmente, em função da má administração desses resíduos sólidos, (ARAUJO, 2002).

De acordo com Araujo (2002), existem determinados impactos no meio ambiente em função dos resíduos sólidos da construção e demolição, quando mal gerenciados podem causar:

- a) envio de material particulado na atmosfera, sendo um grande colaborador para a poluição do ar na cidade de São Paulo/SP;
- b) obstrução de rios, lagos e canaletas de drenagem de águas superficiais;
- c) contágio de outros resíduos na área de armazenamento temporário

Percebe-se a necessidade de buscar escolhas de soluções positivas devido aos dados apresentados, com o objetivo de redução de impactos ao meio ambiente oriundos do ramo da construção civil (TOZZI, 2006).

Vários dos impactos são inteiramente visíveis, aparecem um aberto compro-



metimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, como na Figura 3, mas duramente podem ser quantificados e ter seu custo historiado.



Figura 3 – Deposição irregular em São Caetano/ SP
Fonte: Pinto (1999)

É o caso dos prejuízos às condições de tráfego de pedestres e veículos, revelados, como mostra a Figura 4, lixos jogados a céu aberto, de modo a trazer grandes malefícios ao estado, impactos em relação à drenagem urbana, até a obstrução de córregos, um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem.



Figura 4 – Impactos por deposição irregular em Diadema/ SP
Fonte: Pinto (1999)

A análise dos problemas de enchentes nos municípios de médio e grande porte permite detectar que, com poucas exceções, eles se devem à ocupação urbana das zonas de espraiamento de importantes cursos d'água, sendo muito freqüente o pré-aterramento dessas áreas com a deposição de RCD. Diante desse exposto, percebe-se a necessidade do uso dos ecopontos, como escape para gerir e administrar esses materiais descartados da construção civil.

4. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS NOS ECOPONTOS

Os ecopontos tem o objetivo de atender os gestores públicos para uma administração participativa da população relacionados aos resíduos sólidos. Esses ecopontos são instalações para a população dispostas em vários lugares pelo mundo todo. Recebem várias denominações, mas consentem ao mesmo objetivo, que é receber volumes pequenos, da população, sendo eles responsáveis pelo seu deslocamento até a localização de disposição temporária (SILVA, 2012).

De acordo com Silva (2012), o uso desse procedimento de administração de resíduos, vem sendo utilizado para atender a população que necessita efetuar descarte de resíduos e não possui um local ou um serviço já instalado para realizá-lo. De maneira geral é usado com delimitações de atuação e projetado para atender a uma determinada população (SILVA, 2012).

Os Ecopontos são áreas de triagem e acondicionamento temporário de material inservível. Suas áreas dependem das disponibilidades das subprefeituras, variando em área de 800 a 1000 m², conforme a sua disposição. As áreas são equipadas com caçambas metálicas estacionárias para acondicionamento do material denso (entulho); baias de alvenaria ou madeira para acondicionamento dos materiais volumosos, e contêineres para acondicionamento dos recicláveis. O número de funcionários que trabalham nestas áreas varia de acordo com cada subprefeitura, mas, o adequado seria pelo menos dois operadores por unidade. Para cada unidade dos Ecopontos pode-se estimar o recebimento 1m³ por cidadão/dia, o que equivale aproximadamente a 25% da capacidade de uma caçamba metálica, um serviço prestado de forma gratuita. A Figura 5, mostra um exemplo de Ecoponto (RIBEIRO, 2008).



Figura 5 – Ecoponto
Fonte: Ribeiro (2008)

No Estado de São Paulo apresentou procedimentos e critérios para a implantação dos Ecopontos, especificando equipamentos para remoção e a possibilidade de segregação dos resíduos recebidos com características diferenciadas, com menores custos, conforme mostra a Figura 6.

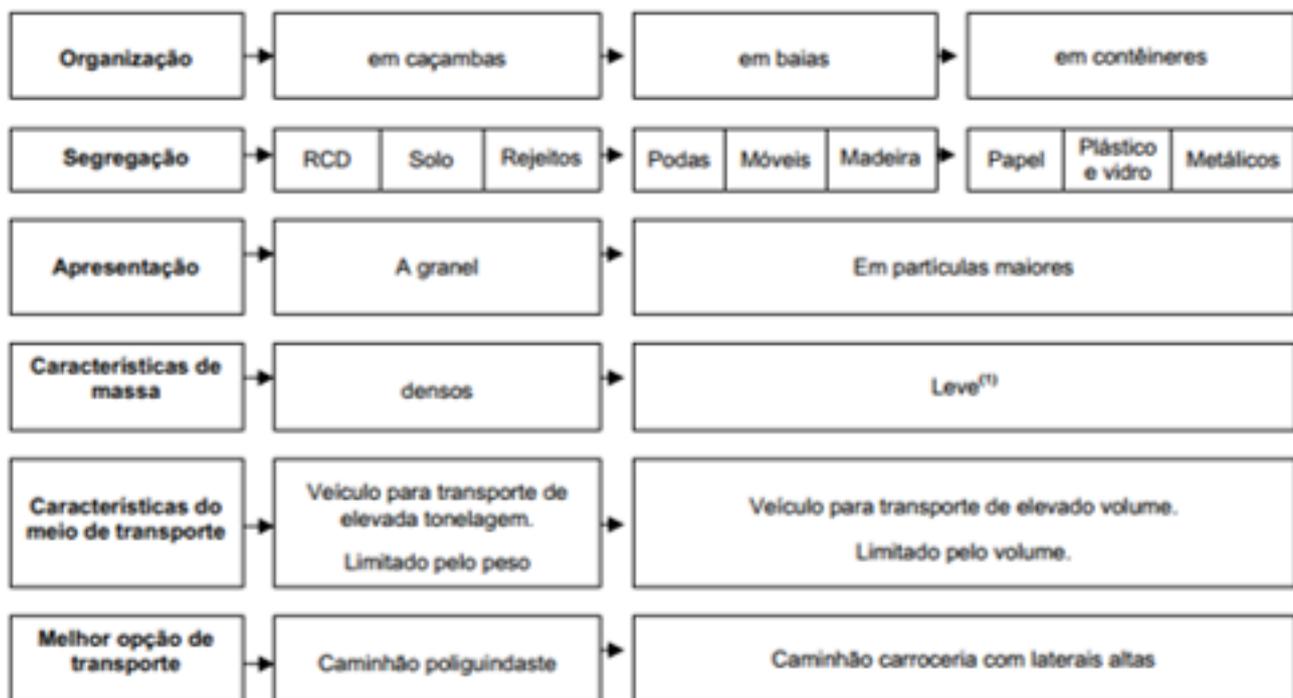


Figura 6 – Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil na região de São Paulo
Fonte: Ribeiro (2008)

Por sua vez o município em 2007 já havia definido, por toda malha urbana, pontos de captação para o pequeno gerador, denominados ecopontos, ou seja, iniciava-se a implantação do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil ampliando assim o sistema de limpeza urbana. Entretanto estes locais não seguiam ao especificado na Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15112 e assim, mais uma vez os locais eram mal utilizados pela comunidade que, além de entulhos, depositam lixo domiciliar e todos os tipos de resíduos não permitidos, (BOTTA, 2011 p. 9).

4.1 Dos Objetivos do Ecoponto

De acordo com a Prefeitura de São Paulo (2012), os objetivos dos Ecopontos são:

1 - Economia dos recursos orçamentários, pois é economicamente viável recolher entulho em um único ponto do que em vários, além da velocidade que se ganha no sistema de limpeza urbana e principalmente para evitando trânsitos em vias públicas e, com isso, evitar poluição para a camada de ozônio.

2 - Entulho descartado irregularmente, fatalmente é carreado para os bueiros, o que desencadeia seu entupimento com elevados custos para desobstrução.

3 - Diminuir os 1.500 "Pontos Viciosos" existentes na cidade.

4 - Em decorrência dos bueiros entupidos, e com as chuvas acabamos nos deparando com as enchentes com comprometimento da saúde pública.

4.2 Lei e Decreto Relacionado à Ecopontos

A implantação dos EcoPontos visa atender, tanto a resolução Conama nº **307/2002**, quanto o crescente problema da disposição irregular de entulho e materiais volumosos, proveniente principalmente de pequenos geradores. A disposição inadequada em áreas públicas demanda significativa quantidade de mão de obra, culminando em mais gastos aos cofres público e em danos ao meio ambiente (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012).

Segundo a Prefeitura de São Paulo (2012), o Decreto Municipal nº 42.217/2002 diz: Art. 1º - O uso de áreas destinadas ao transbordo e triagem de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, aos quais se refere à Lei nº 10.315, de 30 de abril de 1987, fica regulamentado de acordo com as normas constantes deste decreto.

Art. 3º - Os Pontos de Entrega ocuparão áreas públicas ou viabilizadas pela administração pública, preferencialmente aquelas já degradadas por descarte irregular de entulho, e serão implantados pela Administração, segundo diretrizes estabelecidas pela Secretaria de Serviços e Obras, observada a legislação de uso e ocupação do solo e de acordo com adequado planejamento e sustentabilidade técnica, ambiental e econômica.

Art. 4º - O Departamento de Limpeza Urbana - LIMPURB, da Secretaria de Ser-



viços e Obras, será responsável pela operação adequada dos Pontos de Entrega.

Segundo a Prefeitura de São Paulo (2012), a Lei Municipal n 13.885/2004:

Art. 15 - Os bens inservíveis bem como os resíduos da construção civil serão dispostos separadamente de outras espécies de resíduos sólidos nos termos e locais determinados pelo Poder Executivo com base na legislação própria em: I. pontos de entrega de pequenos bens inservíveis e pequenos volumes de resíduos da construção civil;

II. áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos;

III. áreas de reciclagem de resíduos da construção civil;

IV. aterros de resíduos da construção civil.

De acordo com a Prefeitura de São Paulo (2012), Lei N° 14.803, de 26 de junho de 2008, do programa de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Art. 8º O Executivo Municipal, nos termos do art. 16 do Plano Diretor Regional, Lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004, por meio das Subprefeituras, precisará aconselhar e destinar em cada distrito áreas municipais para a instalação de Pontos de Entrega e recebimento de pequenos volumes de resíduos oriundos de demolição de construções, da construção civil e de pequenos bens inservíveis, para a implantação de uma Rede de Pontos de Entrega para pequenos volumes de resíduos de construção e resíduos volumosos, no âmbito do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com pontos de captação e triagem perenes, implantados sempre que possível em locais degradados por ações de deposição irregular de resíduos.

4.3 Recebimentos nos Ecopontos

A Figura 7, mostra o que receber nos ecopontos, são eles: resíduos da construção civil, cimento, entulho, tijolo, restos de azulejos, madeira, móveis velhos, sobras de poda de árvore, plástico, metal, vidro e papel.





Figura 7 – O que receber nos EcoPontos
Fonte: Prefeitura de São Paulo (2012)

Os **RECICLÁVEIS** acondicionados nos contêineres são removidos pelas Concessionárias e destinados às Centrais de Triagem do Programa de Coleta Seletiva da PMSP. No caso de ausência de circuito de coleta por parte de Concessionária, a Central de Triagem mais próxima do EcoPonto deverá fazer a remoção, como mostra a Figura 8, (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 22).



Figura 8 – Caminhões
Fonte: Prefeitura de São Paulo (2012)

Fazem a Limpeza local e organização para boa impressão dos moradores do entorno.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil (RCC), é um grande desafio para a população, pois além das dificuldades operacionais e financeiras, há o obstáculo da consciência dos cidadãos sobre os impactos da destinação ilegal de resíduos. Embora os Ecopontos estejam sendo utilizados como solução em vários países e também por algumas cidades do Brasil, é preciso considerar as diferentes realidades onde estes estão inseridos.

Este trabalho expôs os principais conceitos teóricos sobre resíduos sólidos da construção civil, mostrando os ecos pontos e sua sustentabilidade, a fim de aprofundar o conhecimento sobre o mesmo. Foi mostrado conceitos sobre a construção civil e seus impactos ambientais e o gerenciamento dos resíduos no ecopontos.

A deposição de materiais de forma inadequada causa preocupações, visto que muitas das vezes não atendem à legislação acerca da destinação e tratamento dos RCD. A maioria dos casos os RCD são encaminhados para o aterro sanitário de cada Município que não tem licença para o recebimento de tais resíduos. Outra questão é a não conformidade com a política de destinação de resíduos da construção civil definidos na Resolução CONAMA 307/2002 que tornou obrigatório o Plano Integrado de Destinação de Resíduos Sólidos. Nesse plano o resíduo é depositado em uma área temporária para ser destinado como aterros da construção civil ou então para reutilização ou reciclagem.

A partir do resultado da enquete, percebeu-se que muitas pessoas ainda não têm ciência da existência dos Ecopontos e sentem necessidade de maiores informações sobre o descarte correto de materiais. Portanto, deve-se investir em programas de educação ambiental. É fundamental uma grande divulgação entre os pequenos geradores sobre como e onde fazer a deposição correta dos resíduos, podendo haver ações de abordagem em escolas e associações de bairros.



Referências

- AGOPYAN, Vahan; JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos da construção. **Artigo. Escola Politécnica da USP, Departamento de Construção Civil, São Paulo, 2000.**
- ARAUJO, A. F. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos:** manual de orientação. Brasília, DF, 2012b.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 307 – Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil.** Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2002.
- BOTTA, A. M. **Gerenciamento de resíduos da construção civil em Uberaba-MG.** 2011. 20 f. Artigo (Graduação em Direito). Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011.
- CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil.** Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.
- JANSEEN, M. A.; VAN DER BERGH, J. **Symbiosis – Modeling Industrial metabolism in a multiregional economy system.** 16p. 2000.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- JOHN, Vanderley Moacyr *et al.* **Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira.** In: workshop sobre durabilidade das construções. 2002.
- JOHN, Vanderley Moacyr *et al.* **Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira.** In: workshop sobre durabilidade das construções. 2002.
- JOHN, VM.; ZORDAN, SE. **Research e development methodology for recycling residues as building materials.** Waste Management, 2001.
- KARTAM, N.; AL-MUTAIRI, N.; AL-GHUSAIN, I.; AL-HUMOUD, J. **Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait.** Waste Management, v. 24, 2004, p. 1049-1059.
- PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil:** manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: Caixa, 2005. v. 1, 196 p.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Gestão de resíduos da construção civil e demolição “RCD na cidade de São Paulo”.** Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. Abril, São Paulo, 2012.
- PINTO, Tarcísio de Paula *et al.* **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, v. 189, 1999.
- RIBEIRO, Simone. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil da região metropolitana de São Paulo.** 2008.
- ROSADO, Lais Peixoto. **Avaliação do ciclo de vida de alternativas para o gerenciamento integrado de resíduos da construção civil do município de Limeira/SP, Brasil.** Dissertação apresentada à Fa-



culdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção em Título de Mestre em Tecnologia. Limeira, 2015.

SILVA, Augusto Azevedo da et al. **Avaliação dos pontos de apoio (ecopontos) na gestão dos resíduos sólidos urbanos**: estudo de caso de São José do Rio Preto-SP. 2012.

TOZZI, Rafael Fernando. **Estudo da influência do gerenciamento na geração de resíduos da construção civil (RCC)**: estudo de caso de duas obras em Curitiba-PR. 2006.



**MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: ESTUDO
DE CASO SOBRE A RELEVÂNCIA E
DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO EM
UMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO**

AUTONOMOUS MAINTENANCE: CASE STUDY ON THE RELEVANCE AND
DIFFICULTIES OF IMPLEMENTATION IN A LOGISTIC SECTOR COMPANY

Fabio Henrique Martins Feitosa Filho

Bianka Karen Ribeiro Costa

1. INTRODUÇÃO

No setor industrial, a alta exigência do mercado faz com que as empresas para se manterem competitivas busquem a incrementação contínua dos seus processos, tornando-os os seus sistemas produtivos mais eficazes. Desta forma a manutenção passa ter uma importância fundamental, pois precisa buscar metodologias que visem aumentar seu desempenho e diminuir as perdas dos sistemas de produção. Uma forma de melhorar e aumentar o desempenho da manutenção é adotar mecanismos que relacionem as rotinas de manutenção com as práticas de operação.

Desta necessidade surgiu a Manutenção Autônoma (MA), um dos pilares que constituem a TPM (*Total Productive Maintenance*), ou Manutenção Produtiva Total, filosofia focada na eliminação de desperdícios e na capacitação dos operadores para inserção dos mesmos nas atividades de manutenção. A manutenção autônoma, é a parte da TPM que relaciona as práticas de operação com as de manutenção, tem como seu principal objetivo o treinamento das equipes de produção de forma que estas auxiliem nos diagnósticos de falhas em estágio inicial, eliminação de paradas por pequenas falhas e fazendo assim uma identificação mais rápida de problemas. A manutenção autônoma se faz importante dentro do contexto industrial, pois com sua prática além da diminuição de falhas e desperdícios, é perceptível uma maior mudança de cultura dos funcionários, em especial os operadores que desenvolvem uma mentalidade de serem mais proativos.

O engajamento de todos os setores de uma companhia é vital na resolução de seus problemas, a prática da manutenção autônoma conseguiu fazer esta mudança de cultura e unir diferentes partes da empresa, entretanto conseguir inserir esta prática dentro da empresa tem apresentado alguns problemas.

Este trabalho teve como objetivo geral mostrar a importância da manutenção autônoma no setor industrial, descrevendo sobre os benefícios adquiridos e quais dificuldades encontradas diante seu processo de implantação. Primeiro descreveu-se sobre o histórico, conceito e a estrutura da TPM, dando ênfase ao pilar manutenção autônoma; em seguida procurou-se compreender os procedimentos e métodos adotados pela manutenção autônoma, quais as dificuldades enfrentadas para sua adoção; por último descreveu-se as vantagens e desvantagens da implantação da Manutenção Autônoma, retratando os resultados obtidos na fase inicial de implantação.

A metodologia deste trabalho é apresentar um caso de utilização da manutenção autônoma em uma área piloto de uma empresa do setor de logística. O método de pesquisa foi o estudo de caso único. Como origem das evidências foram utilizadas documentações internas da empresa, conversas com operadores, trabalhadores, gestores e a observação do pesquisador.



A companhia estudada é uma empresa do setor de logística presente em dez estados brasileiros que transporta diferentes tipos de cargas por meio de um sistema logístico integrado, interligando ferrovias e portos. Com frota composta de aproximadamente 800 locomotivas, 2200 vagões e cerca de 10 mil quilômetros de malha ferroviária, a empresa investe pesado em novas tecnologias e procedimentos para melhor atender os negócios de seus clientes. A área estudada, foi uma área piloto onde ocorrem as descargas ferroviárias de grãos, que possuem equipamentos com capacidade de transporte de 3000 toneladas por hora. A organização do trabalho para a pesquisa foi :

- Fundamentação teórica sobre TPM e manutenção autônoma;
- Determinação da forma de implantação da manutenção autônoma com base nas pesquisas bibliográficas;
- Relato das atividades exercidas e exposição dos resultados conseguidos até o momento;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No final da segunda guerra mundial em 1945, as empresas japonesas estabeleceram que para se manterem competitivas mundialmente na fabricação, era fundamental melhorar a qualidade de seus produtos (BIEHL, 2015). Neste contexto era necessária uma produção mais rápida e ao mesmo tempo mais confiável, as manutenções corretivas, aquelas onde as equipes de manutenção atuam somente após a quebra do equipamento já não se faziam tão eficaz. Sendo assim as empresas passaram a trazer e melhorar diferentes tipos de manutenções, desenvolvendo um processo estruturado que ficou conhecido como TPM (*Total Productive Maintenance*).

Segundo Sperancetta (2005), o TPM é uma ideologia de gerenciamento empresarial centrada na disponibilização total dos equipamentos para produção. Uma metodologia que melhora a interação e qualificação das pessoas, utilizando diferentes tipos de manutenção para aumentar a disponibilidade e produtividades dos equipamentos (NUNES, 2016). Neste contexto, ressalta Silva (2013) "Tal filosofia deve ser seguida por todos os seguimentos da empresa, desde a alta gerência até o operador do equipamento".

De acordo com Ribeiro (2003), a TPM é uma forma de gerenciamento que modifica os padrões tradicionais de gestão e tem como finalidade buscar a eliminação contínua das perdas, alcançando a evolução constante da estrutura empresarial pelo incessante aprimoramento das pessoas e da qualidade dos produtos e serviços.



A principal meta da TPM é maximizar a eficiência dos sistemas de produção, com o envolvimento de todos os departamentos da planta e a diminuição de perdas com a criação de metas de zero acidente, zero defeito, zero avarias e zero resíduos (SILVA, 2016; BAKRI, 2012).

Para melhorar o rendimento da planta deve ser excluído tudo aquilo que prejudica a eficiência, ou seja, as perdas. A principal meta do programa é trabalhar para eliminação das seis principais perdas nas máquinas: quebras, velocidade reduzida, tempos de esperas, falhas na produção (retrabalhos), tempo de regulação e troca de ferramentas (setup) e caída do rendimento no início do turno (KARDEC, 2002). Desta forma para se alcançar o principal objetivo do TPM que é a eficiência máxima, se faz necessário primeiro a eliminação de suas perdas (BIEHL, 2015). Segundo Nakajima (1989) um dos principais disseminadores da filosofia do TPM, conseguir estes resultados na prática são de difíceis alcance, entretanto conseguir um rendimento próximo aos 85% é perfeitamente possível na grande maioria das indústrias.

De acordo com Nakajima (1989), existem seis maiores perdas em uma máquina que podem interferir na eficiência produtiva de um sistema. Essas perdas são mostradas na figura 1 abaixo.

Tipos de Perdas	Descrição
Perda por quebra	São as perdas de tempo e de materiais devida à falha ou à quebra do equipamento.
Perda devido a <i>setup</i> e ajustes	Esta perda é causada por paradas devidas a trocas de configurações. O tempo de preparação para trocas serve para preparar a produção subsequente.
Perdas por pequenas paradas e trabalho lento ou em vazio	São paradas nas quais o equipamento fica sem operar, mais denominada de esperas. Nota-se que o somatório destas pequenas paradas geralmente representa uma quantidade significativa em longo prazo.
Perdas por redução de velocidade	É a diferença entre a velocidade real do equipamento e a velocidade projetada, na maioria das vezes em função das condições inadequadas às quais o equipamento está submetido.
Perdas por problemas na qualidade	Estas perdas estão relacionadas à descoberta de produtos com defeitos de qualidade, ocasionando retrabalho ou até eliminação da peça ou produto. Normalmente quando a origem do defeito é habitual decorre de algum grau de deterioração do equipamento ao qual não foi dada importância.
Perdas de rendimento ou na partida	Estão relacionadas a restrições técnicas do equipamento, que acarretam em um período de estabilização das condições dos equipamentos após uma parada.

Figura 1 - As seis grandes perdas da TPM



De acordo Takashashi (1993) uma forma de alcançar a eliminação destas seis perdas, foi estruturando a TPM em oito atividades específicas que foram denominados de oito pilares da TPM são eles : melhorias específicas; manutenção autônoma; manutenção planejada; educação e treinamento; manutenção da qualidade; controle inicial; administração e logística (Office TPM); segurança, higiene e meio ambiente (Eco TPM).

A Figura 2, mostra esquematicamente a estrutura dos oitos pilares do TPM, com destaque ao Pilar Manutenção Autônoma por ser o tema deste trabalho.



Figura 2 - Os oito pilares de sustentação do TPM
Fonte: Adaptado de Silveira (2018)

Pilar Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma o principal tema deste trabalho, configura-se como um dos principais pilares do TPM, devido a mudança cultural que esta proporciona aos trabalhadores do chão de fábrica (ALVES, 2014). Esta mudança cultural, mostra uma modificação dentro do ambiente de trabalho, pois promove engajamento das equipes de operação e aumento das responsabilidades destes sobre os equipamentos, dando autonomia para identificar possíveis falhas, além de efetuar pequenas manutenções (DUNETZ, 2014; JUNIOR, 2012).

O objetivo principal da Manutenção Autônoma, é capacitar os operadores para inspecionar, limpar, lubrificar e fazer pequenos reparos nos equipamentos, antes que estes se danifiquem, observando anomalias antecipadamente quando estas, ainda estão em estágio inicial antes que se transformem em defeitos ou falhas (NUNES, 2016; RODRIGUES, 2013).

De acordo com Marques (2014) e Gomes (2012), mais da metade das paradas da linha de produção são causadas pela deterioração dos equipamentos. Estes danos devem-se a formas inadequadas de utilização do equipamento somadas a manutenções ineficientes, e a manutenção autônoma visa eliminar a deterioração, efetuando inspeções e reparos antes que o equipamento quebre, melhorando assim os processos de manutenção. Além disso existe outros problemas que a manuten-

ção autônoma visa acabar, dentre estes a contaminação que diminui a capacidade de produção do equipamento, e é eliminada no passo do melhoramento.

Pilar Manutenção Planejada

A manutenção planejada tem como foco principal aumentar a confiabilidade e melhor a manutenibilidade dos equipamentos com a finalidade de obter a quebra zero (BIEHL, 2015). Com a manutenção planejada cria-se entre as equipes de manutenção e operação um vínculo que busca com melhores estratégias e técnicas uma melhor forma de eliminar perdas e falhas durante as operações (RIBEIRO, 2003).

Segundo Junior (2012), a manutenção planejada busca atingir as diretrizes e metas da manutenção, isto implica em ter total controle sobre as atividades, exercendo as melhores práticas preventivas, utilizando equipamentos de sistema mecanizado, técnicas de planejamento de paradas para que as atividades de manutenção possam ser cumpridas de forma eficientes dentro do cronograma estabelecido sem que este cause impacto no cronograma de produção.

Pilar Manutenção da Qualidade

A manutenção da qualidade tem como objetivo através de técnicas de gerenciamento e melhorias, estabelecer uma meta de zero defeitos, eliminando todas as perdas provenientes do processo que possam afetar tanto a qualidade do produto, como a qualidade de fabricação e prejudicar a vida útil das peças (BIEHL, 2015).

Segundo Furlan e Leão (2010) este pilar é de notória importância, pois visa a melhora da qualidade final do produto, tentando eliminar as perdas durante o processo fabril, ou seja é necessário entendimento que as perdas geradas durante o processo de produção precisam ser estudadas e tratadas para que estas não possam causar impactos na qualidade final do produto.

Pilar Melhorias Específicas

De acordo com Sperancetta (2005), o pilar melhorias específicas busca do suporte através de indicadores, ao entendimento das maiores perdas ocasionadas em máquinas e equipamentos, ou em áreas e processos produtivos, neste processo é criado um controle geral das perdas e feito uma avaliação de como está a evolução da implantação da TPM. Neste pilar além de controlar as perdas, também ocorre



a gestão das melhorias implantadas pelos operadores, manutentores e equipes de Kaizen, que visam a melhora dos equipamentos e diminuição de suas perdas Ribeiro (2003).

Pilar Controle Inicial

De acordo com Junior (2012) o pilar controle inicial tem como finalidade entender a eficiência máxima dos produtos existentes na empresa, com objetivo de obter novos produtos com uma eficiência melhor. Não é suficiente apenas possuir um processo bem ajustado e com mínimo de perdas para se manter competitivo no mercado, é necessário que os equipamentos sejam os de melhor qualidade que se pode encontrar (FURLAN; LEÃO, 2010).

Pilar de Educação e Treinamento

O pilar educação e treinamento tem como meta a ampliação da capacidade técnica, comportamental e gerencial tanto do pessoal de manutenção como de operação, dando assim habilidades para que estes possam executar diferentes papéis diminuindo o absenteísmo, aumentando a motivação e incentivando na criação de sugestões de melhorias contínuas para o processo (NUNES, 2016).

Pilar Segurança, Higiene e Meio Ambiente (ECO TPM)

O pilar de segurança, higiene e meio ambiente, tem o objetivo de trazer melhorias para o processo que busquem eliminar as condições que causam impactos na segurança tanto de máquinas quanto de pessoas, na higiene dos locais de trabalho e na poluição do meio ambiente (KATKAMWAR et al., 2013).

Pilar Administração e Logística (Office TPM)

O pilar administração e logística tem como meta a criação de melhorias para os processos administrativos da companhia, visando eliminação de perdas de comunicação e análise de processos e excesso de dados desnecessários, otimizando a geração de informações (BORCHARDT et al., 2010).



2.1 A metodologia da manutenção autônoma e as suas dificuldades encontradas

Segundo Xenos (2005) a manutenção autônoma é uma estratégia simples e prática que correlaciona as equipes de operação nas atividades de manutenção diárias, esta estratégia incentiva os operadores a aumentar o comprometimento com seus equipamentos fazendo pequenas atividades de manutenção como limpeza e lubrificação e relatando qualquer outro tipo de avaria. Entretanto ressalta Marques (2014) que apesar de o conceito de manutenção autônoma ser simples, ele não é tão fácil visto que ele não deve ser confundido como uma manutenção básica feita por qualquer operador de máquina.

Afirmam Ribeiro e Kardec (2002) que a manutenção autônoma, desenvolve nos operadores a mudança de cultura e o sentimento de cuidado e zelo pelos equipamentos, transforma-se o conceito de "Eu fabrico, você conserta" para "Do meu equipamento cuido eu". De acordo com Jones (2011), mais da metade das paradas da linha de produção são causadas pela deterioração dos equipamentos. Estes danos devem-se a formas inadequadas de utilização do equipamento somadas a manutenções ineficientes, e a manutenção autônoma visa eliminar a deterioração, efetuando inspeções e reparos antes que o equipamento quebre, melhorando assim os processos de manutenção. Além disso existem outros problemas que a manutenção autônoma visa acabar, dentre estes a contaminação que diminui a capacidade de produção do equipamento, e é eliminada no passo do melhoramento.

A manutenção autônoma tem o foco principal na eliminação de perdas geradas pela má utilização dos recursos humanos e dos equipamentos, acabando com as não-conformidades e fortalecendo por meio dos operadores contínuas melhorias locais (BIEHL,2015; PETTER,2011). Segundo Wyrebski (1997), a manutenção autônoma busca a melhoria nos processos e na utilização dos equipamentos, sua prática desenvolve conhecimentos e reeduca operadores, fazendo com que estes criem uma postura de proatividade na prevenção de falhas, melhorando assim a disponibilidade e a confiabilidade das máquinas sem haver a necessidade de comprar novos ativos. Silva (2016) afirma que um equipamento mantido em boas condições de limpeza, com reparos planejados frequentemente, operadores treinados e capacitados, terá uma produtividade elevada.

Os defeitos considerados crônicos, assim como as quebras e as falhas de maior complexibilidade ainda ficam a cargo da equipe de manutenção, entretanto no esforço de evitá-las os operadores são treinados a fazerem tarefas simples, como lubrificação, limpeza, reaperto em parafusos e detecção de anomalias seja por sentido humano ou por utilização de alguns equipamentos de medição (JUNIOR, 2012).

Segundo Silva (2016) outro ponto que a manutenção autônoma melhora é na relação entre diferentes áreas da companhia, como por exemplo na interação entre a equipe de manutenção e equipe de operação, visto que estas passam a trabalhar interligadas, inserindo os operadores nas reuniões de manutenções planejadas



fazendo com que o desempenho de uma dependa do desempenho da outra. Desta forma é fundamental que ocorra o maior número de pessoas envolvidas desde o mais alto nível hierárquico até o mais baixo nas reuniões, buscando opinião de todos os operadores, pois estes passam a ser peças fundamentais para o bom funcionamento da manutenção (MARQUES, 2014).

2.2 Dificuldades enfrentadas pela manutenção autônoma no seu processo de implantação

Apesar de na prática a manutenção autônoma trazer diversas melhorias para o processo produtivo da empresa, está ainda precisa enfrentar alguns problemas durante sua implantação (NUNES, 2016). Ressalta Junior (2012) que a instalação da manutenção autônoma dentro de uma empresa, não é algo simples e precisa ser bem estudado, a inserção dos operadores nas atividades de manutenção precisa ser planejada dentro das atividades da Manutenção Planejada, para que os resultados sejam efetivos.

Neto (2017) afirma que para que a manutenção autônoma seja implantada de forma correta, é necessária uma mudança de visão, assim como uma mudança organizacional dentro da empresa, para isto é necessário uma mudança de cultura, fato imensamente complicado pois é comum que na maioria das empresas haja uma tendência ao comodismo, onde os funcionários não estão dispostos a mudança ou acreditam que a mudança não traz resultados significativos.

Outra dificuldade comum é o sentimento de sobrecarga nos operadores, que passam a acreditar que pelo fato de estes serem inseridos em algumas atividades de manutenção, irão passar a trabalhar no lugar da equipe de manutenção, em outras palavras os operadores acreditam que a empresa irá enxugar o quadro de manutenção, demandando para as equipes de produção algumas atividades de manutenção (GOMES, 2012).

Há também de acordo com Biehl (2015) problemas enfrentados na condições dos ativos da companhia, equipamentos muito deteriorados ou muito instáveis, com a confiabilidade muito baixa, onde se há necessidade de um plano maior de manutenção, onde a manutenção autônoma não vai conseguir por si só conseguir fazer o reparo no mesmo, mesmo que seja executada de forma correta. Assim como existem problemas na parte organizacional, onde os gestores acreditam que a implantação da manutenção autônoma é um custo financeiro, visto que é necessário da treinamento tanto para as equipes de produção como para as equipes de manutenção, além disso a maioria das empresas espera retorno em curto prazo e a manutenção autônoma assim como a TPM são metodologias de mudança de cultura onde é levado um tempo até que comece a gerar resultado (AQUINO, 2016).

2.3 Benefícios da manutenção autônoma e suas etapas de implantação



A manutenção autônoma está entre os métodos mais eficientes para a mudança de cultura de uma indústria, com o foco nos equipamentos, está elevada a estas características como disponibilidade, confiabilidade e uma maior segurança operacional (DUNETZ, 2014). Este processo traz benefícios grandes para a companhia como um todo, de acordo com Gomes (2012) alguns destes benefícios são:

- Aumento da produtividade;
- Redução do tempo por parada no sistema de produção;
- Disponibilidade do pessoal da manutenção para solucionar problemas maiores ou mais específicos;
- Maior engajamento por partes das equipes de operação;
- Menor tempo de execução da manutenção dos equipamentos;
- Melhora na relação entre a manutenção e a produção.

Para Junior (2012) a manutenção autônoma traz diversos benefícios apesar de algumas dificuldades enfrentadas, porém para que se possa alcançar esses benefícios, está precisa ser inserida de forma organizada. De acordo com Nunes et al. (2016) a manutenção autônoma tem seu processo de implementação estruturado por sete passos, mais o passo inicial denominado passo zero, totalizando oito etapas principais. Onde antes que seja avançado para o passo seguinte, é necessário concluir a etapa anterior (FURLAN; LEÃO, 2010).

Xenos (2005), destaca que para a execução das oito etapas de forma correta da manutenção autônoma, é necessária uma exigente disciplina por parte dos gestores, todos precisam estar envolvidos com o mesmo objetivo para que os resultados sejam alcançados.

A Figura 3, mostra de forma esquematizada os oito passos para instalação da manutenção autônoma, demonstrando que precisa seguir uma ordem cronológica entre as etapas.



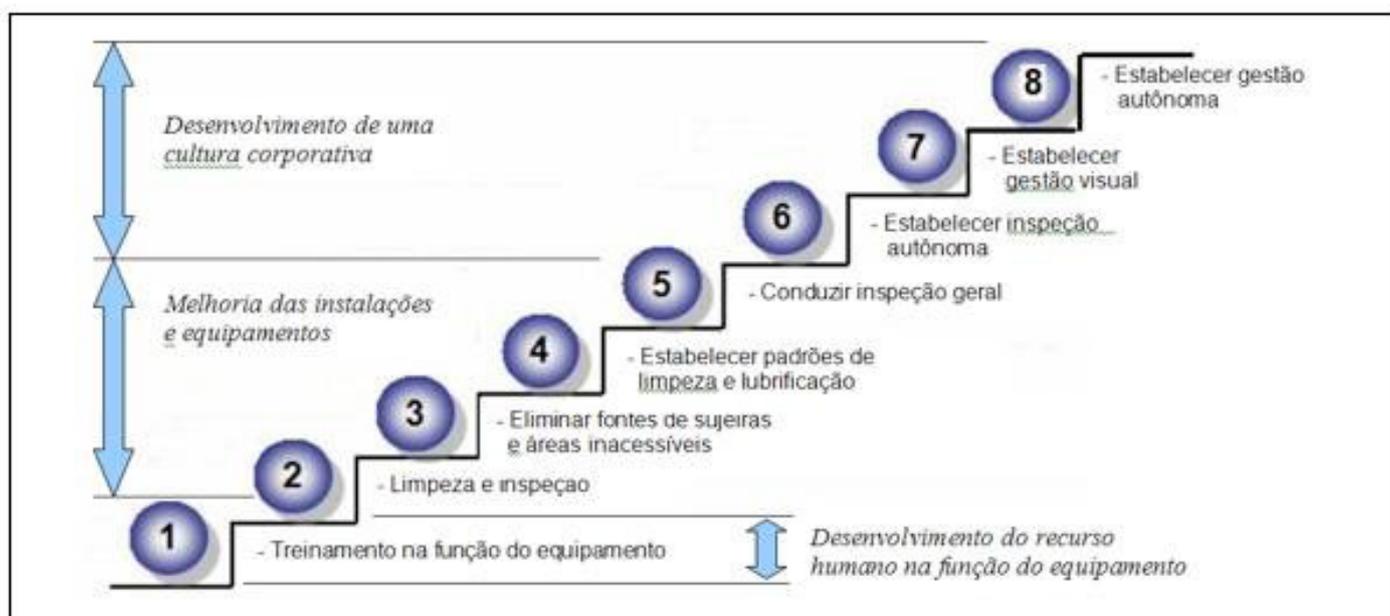


Figura 3 - As oito etapas de implantação da manutenção autônoma
Fonte: Lima (2009)

Etapa Inicial ou Etapa 1: Consiste basicamente em toda estruturação inicial necessária para iniciar as atividades de manutenção autônoma. É nesta etapa que é realizado todo o treinamento das equipes de produção, assim como todo o que é construído todas as regras de lubrificação, limpeza e inspeção. Em muitos casos os equipamentos são encontrados em condições precárias, sendo necessário uma preparação mais bem aliada a outras medidas de melhorias, como é o caso de muitas empresas que empregam nesta etapa as técnicas japonesas de 5S (SILVA, 2016)

Etapa 2 – Limpeza e Inspeção: Para Bakri (2012), um dos maiores causadores de falhas em equipamentos é o acúmulo de sujeira, esta etapa visa eliminar sujeiras em diferentes partes dos equipamentos visando mostrar anomalias que antes estão encobertos por estas.

Pinto e Xavier (2002), subdividem esta etapa em 3 passos:

1. Descarte de materiais desnecessários: Fazendo o recolhimento e eliminando tudo que não é necessário para a execução das atividades de trabalho.
2. Identificação de Problemas: Através de uma detalhada limpeza, identificar quais são as avarias e as anomalias dos equipamentos e fazer a etiquetagem destas.
3. Eliminação dos Problemas Identificados: Depois de feita a etiquetagem as equipes de operação e manutenção buscam a resolução dos problemas.

A figura 4 abaixo mostra a relação da atividade exercida pela equipe de manutenção autônoma e qual o objetivo a ser alcançado.

Atividade	Objetivos com os Equipamentos – manutenção autônoma
<p>Eliminar poeira, sujeira, vazamentos das principais partes do equipamento;</p> <p>Expor as anomalias tais como pequenos defeitos, fontes de contaminação, lugares inacessíveis e fontes de defeitos de qualidade;</p> <p>Eliminar o que é desnecessário ou raramente usados, deixar os equipamentos o mais simples possível.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir e eliminar a deterioração forçada através da eliminação de poeira e sujeira do ambiente e dos vazamentos em geral; • Aumentar a qualidade do trabalho de verificação e de reparo através da eliminação de pó e sujeira; • Expor e tratar as anomalias escondidas; • Estabelecer as condições básicas e ideais dos equipamentos.

Figura 4- Atividades e objetivos da limpeza industrial
 Fonte: Adaptado de Suzuki (1994)

Etapa 3 - Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso: Melhor que fazer uma limpeza eficaz é não acumular sujeira nos locais, Xenos (2005) afirma que nesta etapa são identificadas as causas das anomalias como, vazamentos, folgas, sujeitas, contaminação, dentre outras. Neste processo é definido e estipulado um prazo para que sejam realizadas medidas que acabem com essas anomalias, caso as equipes de manutenção autônoma não sejam capazes de resolver o problema, são necessárias programações e a criação de um plano de ação com os responsáveis específicos de cada atividade.

Etapa 4 - Elaborar padrões de limpeza e inspeção : Imai (2014) afirma que nesta etapa são criados os padrões de limpeza, inspeção e lubrificação, o intuito é definir quais serão as atividades que os operadores irão realizar, como vão realizar e quando realizar, nesta etapa também são feitos a criação de gestão visual para consolidar paralelamente as etapas anteriores.

Etapa 5 - Inspeção Geral do Equipamento: Para Katkamwar (2013) e Imai (2014) esta etapa é crucial a capacitação da equipe de operação, visto que é nesta etapa que por meio de treinamentos específicos sobre o funcionamento das máquinas, os operadores passam a ter autonomia na inspeção e na resolução de problemas.

Etapa 6 - Inspeção Autônoma: Nesta etapa são feitas as inspeções minuciosas nos equipamentos, como as equipes de operação já estão todas treinadas, é hora de fazer intervenções de forma autônoma todo o processo afim de encontrar problemas que não estejam dentro dos padrões pré-estabelecidos nas etapas anteriores. Também é nesta etapa que poderão surgir as melhorias nos processos, buscando a eliminação de desperdícios e a melhora dos equipamentos.

Etapa 7 – Padronização: Em todas as etapas anteriores o foco era fazer as intervenções diretamente nos equipamentos, entretanto esta etapa o foco é se preocupar com que está em volta do equipamento, fazendo uma melhor gestão de pessoas e de matérias, criando diagramas de fluxos, procedimentos de melhoria

da qualidade, criação de Poka-Yoke , visando a melhoria continua de todos os processos e etapas.

Etapa 8 – Gestão Autônoma: Nesta etapa é feita toda gestão de todos os processos, é nela que são criados e inseridos indicadores, a fim de medir de forma quantitativa a eficiência da implantação da Manutenção Autônoma, nesta etapa cada um já entende perfeitamente qual seu papel e já está com a mudança de cultura consolidada na cabeça. Através desses indicadores é permitido verificar qual parte do processo ainda precisa melhorar, é na gestão autônoma que o operador passa ser peça chave na confiabilidade do equipamento.

Quando chega na última etapa de implantação da manutenção autônoma e caso a empresa esteja com processo de implantação também da TPM, é possível observar a eliminação das seis grandes perdas do processo de produção.

3. AMBIENTE DE PESQUISA

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do setor logístico, mais precisamente que atua no ramo de transporte de grãos. A empresa opera vinte quatro horas em quatro turnos de trabalhos e já adota em seus sistemas produtivos ferramentas de gerenciamento como: Toyota Productions System (TPS), melhoria continua (kaizen), 5S, entre outros.

A decisão de adotar técnicas de manutenção autônoma (MA), foi apresentado a gerencia de produção baseado no histórico de paradas por equipamentos, com objetivo de envolver mais as equipes de produção na atuação dessas paradas.

A escolha da área piloto foi determinada pelas gerencias de manutenção e operação, e foi baseada em indicadores como disponibilidade e grau de criticidade dos equipamentos, também foi levado em consideração outros projetos como o TPS e 5S que estão sendo implantados nesta mesma área, partindo assim a ideia de aliar as duas técnicas na busca de resultados maiores. Desta forma o setor da empresa analisado neste trabalho é a rota de descarga de grãos.

3.1 Proposta de implantação da manutenção autônoma

A implantação da manutenção autônoma varia de empresa para empresa, dependendo do tamanho da sua estrutura organizacional, quantidade de equipamentos e atividades específicas. A empresa estudada optou primeiramente em adotar apenas a etapa de limpeza e inspeção nos equipamentos, afim de observar os resultados obtidos para depois então iniciar a implementação da manutenção autônoma de forma completa.

Inicialmente foi feito um trabalho de acompanhamento na rotina operacional



na área piloto, com objetivo de levantar pontos positivos e pontos de melhoria que estavam impactando na realização do trabalho. Após este levantamento observou-se alguns problemas constatados como: alta geração de sujeiras e resíduos, ambiente desorganizado, falta de inspeção nos equipamentos e demora na atuação das falhas.

3.2 Desenvolvimento das atividades

Com base nesses pontos observados foi criado um plano de ação para implementação dos passos iniciais da manutenção autônoma, determinando a cada etapa as ações para combater os problemas identificados na área piloto, as etapas são:

- Foco no aprendizado dos operadores em relação aos cuidados com seus equipamentos
- Acompanhamento maior nas limpezas na rota, mudando a periodicidade de semanal para diária
- Levantamento pelas equipes de manutenção, das atividades de manutenções que ficariam a cargo das equipes de operação
- Treinamento das equipes de operação para realizar as atividades de manutenção escolhidas
- Criação de um Check List de inspeção de rota mais detalhado com foco em descobrir possíveis anomalias nos equipamentos de forma preventiva. A figura 5 abaixo mostra o check list desenvolvido para as inspeções de rota.



CHECK LIST EQUIPAMENTOS GRAOS ROTA DESCARGA		NOME:		MATRICULA:	
		DATA: / /		TURNO: A () B () C () D ()	
EQUIPAMENTO 1					
CONDIÇÃO DA ROTA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÃO	
Shut's estão limpos e com as janelas fechadas?					
O acionamento do transportador (motor, redutor e acoplamentos) estão sem vazamentos ou acúmulo de material?					
As guias estão posicionadas ou apresentando algum vazamento?					
Condição de iluminação está suficiente ?					
A correia está limpa?					
A correia está sem cortes, riscos e rasgos ?					
O tensionamento e o alinhamento da correia estão normais ?					
Os raspadores estão posicionados e regulados corretamente?					
Há roletes travados ou com ruído estranho?					
Os roletes e o tambor de retorno estão livre de acúmulo de material?					
O funcionamento das válvulas está em boas condições?					
As válvulas apresentam algum vazamento ou obstrução?					
As proteções (Chave de emergência, desalinhamento, sensor de rasgo e subvelocidade) estão posicionados corretamente?					
As grades de proteção do acionamento e do tambor de retorno estão posicionadas corretamente?					
A balança está funcionando corretamente?					
O tunel está livre de água e outro contaminante?					
EQUIPAMENTO 2					
CONDIÇÃO DA ROTA	SIM	NÃO	NA	OBSERVAÇÃO	
Shut's estão limpos e com as janelas fechadas?					
O acionamento do transportador (motor, redutor e acoplamentos) estão sem vazamentos ou acúmulo de material?					
As guias estão posicionadas ou apresentando algum vazamento?					
Condição de iluminação está suficiente ?					
A correia está limpa?					
A correia está sem cortes, riscos e rasgos ?					
O tensionamento e o alinhamento da correia estão normais ?					
Os raspadores estão posicionados e regulados corretamente?					
Há roletes travados ou com ruído estranho?					
Os roletes e o tambor de retorno estão livre de acúmulo de material?					
As proteções (Chave de emergência, desalinhamento, sensor de rasgo e subvelocidade) estão posicionados corretamente?					
As grades de proteção do acionamento e do tambor de retorno estão posicionadas corretamente?					

Figura 5- Check List de inspeção de rota
Fonte: Empresa (2019)

4. RESULTADOS OBTIDOS

A implementação de alguns passos da manutenção autônoma , mostrou que os ganhos obtidos por essa ferramenta são notórios, mesmo não aplicando todas as etapas já foi possível enxergar uma mudança de cultura dentro da área piloto.

Visando mostrar esses ganhos, mensurou-se durante quatro semanas após a execução do plano de ação a quantidade de paradas de equipamentos na rota de descarga conforme mostra a figura 6 abaixo.

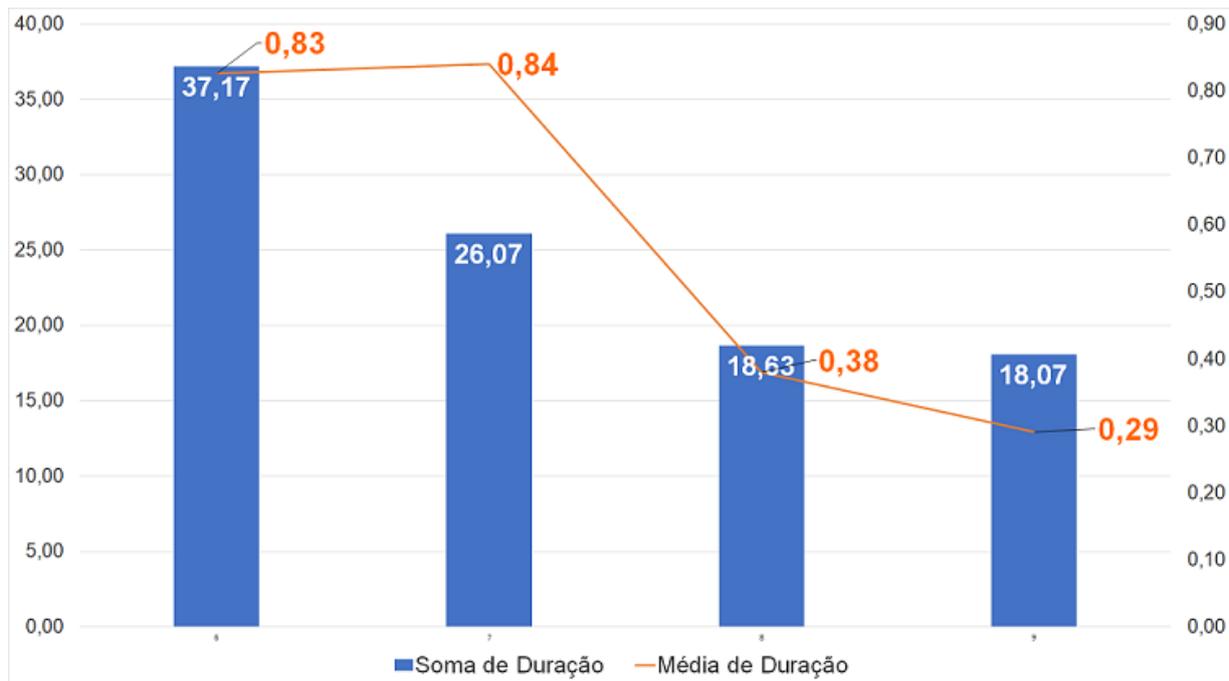


Figura 6 - Gráfico de paradas por equipamentos em horas
Fonte: Empresa (2019)

É possível observar que após a instalação do check list tanto a soma quanto à média de duração das paradas por equipamentos caiu sequencialmente semana a semana, isto se deu devido ao maior acompanhamento da rota por parte das equipes de operação, em outras palavras antes os equipamentos não eram limpos e inspecionados de forma preventiva ocasionando falhas nos mesmos e as equipes de operação não possuíam conhecimento para identificar a falha, depois da proposta do estudo de caso as equipes de operação passaram a ter conhecimento suficiente para poder identificar as falhas e em alguns casos até tratar de forma rápida.

5. CONCLUSÃO

É um fato que a manutenção autônoma promove mudanças significativas nos resultados das empresas. Com a mudança de cultura e o aumento de comprometimento de todos, a manutenção autônoma traz uma melhora no relacionamento entre as equipes, principalmente as dos setores de operação e manutenção que passam a trabalhar de forma conjunta contribuindo uns com os outros. Entretanto vale ressaltar que apesar da manutenção autônoma demonstrar ganhos, implantar essa metodologia traz dificuldades difíceis de serem tratadas, como exemplo os custos iniciais com procedimentos e capacitações, que dependendo do tamanho da empresa podem ser grandes, outra dificuldade é a mudança de visão entre as equipes, fazerem as equipes acreditarem que a metodologia vai trazer melhora para eles e não apenas aumentar a demanda de trabalho.

Para conseguir superar todas as dificuldades durante a implantação, é funda-



mental que a mudança ocorra primeiro dentro do íntimo dos colaboradores, pois estes são a peça chave para o processo. Seguir as setes etapas de implantação, casado com procedimentos bem desenhados e sistemas bem estruturados, também são importantes para o controle dos indicadores e verificação se a mudança está no rumo certo. Desta forma pode-se concluir que é possível apesar das dificuldades fazer a implantação da manutenção autônoma no setor industrial e que está trará resultados expressivos, só é necessário que haja um comprometimento para que todos os processos sejam realizados de forma correta.

Referências

ALVES, Leandro Martins; DE PAULA OLIVEIRA, Francisco. ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA TPM NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E SEUS GANHOS. 2014

AQUINO, Z. G. **Manutenção Produtiva Total – TPM**. 2016. Disponível em: < <https://slideplayer.com.br/slide/10285953/>>. Acessado em: 22 março. 2019

BAKRI, A. H.; RAHIM, A. R. A.; YUSOF, N. M.; AHMAD, R. Boosting Lean Production via TPM. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* (2012) 485 – 491. 2012.

BIEHL, Norberto Carvalho; SELLITTO, Miguel Afonso. TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1123-1147, 2015

BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. Sistemas Produto-Serviço: referencial teórico e direções para futuras pesquisas. **Produção Online**, v.10, n.4, p.837-860, 2010.

FURLAN, Emerson; LEÃO, Moisés Souza. **Manutenção Autônoma: Um Estudo de Caso em Uma empresa de Embalagens Cartonadas**. 2010. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) - Faculdade Cenecista De Capivari-sp, Capivari, 2010.

GOMES, M.; LIMA, C.; SILVA I. Implantação da Lubrificação Autônoma como Ferramenta Essencial do TPM: Uma Abordagem Prática. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais ...** Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

IMAI, Yassuo. Curso de Formação de Facilitadores de TPM. Material distribuído no curso pela IM&C *International*. São Paulo, 2014. Apostila.

Jones, M. (junho/julho de 2011). **Operator Maintenance or Autonomous Maintenance**. *uptime*, pp. 22-23.

Junior, A., & Saens, R. **Implantação do pilar manutenção autônoma em equipamento de carga de gás de uma indústria de bens de consumo**. 2012

KARDEC, A.; RIBEIRO, H.. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro; Qualitymark, 2002.

KATKAMWAR, S.; WADATKAR, S.; PAROPATE, R. Study of Total Productive Maintenance & Its Implementing Approach in Spinning Industries, **Internantional Journal of Engineering Trends and Technology**, v.4, n.5, p. 1750-1754, 2013.

Lima, A. N. (2009). **Plano de Ação para Implementação de Manutenção Autônoma em uma Indústria Gráfica**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Trabalho de Formatura para obtenção do Diploma de Engenheiro de Produção.

MARQUES, Jorge Ferreira. **Aplicação da metodologia TRIZ e da manutenção autônoma em atividades de manutenção industrial**. 2014. Tese de Doutorado.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sis-



temas Educativos Ltda., 1989.

NETO, Moreira; CORTIZO, Teófilo. A história da evolução do sistema de gestão de manutenção. 2017.

NUNES, I. L.; SELBITTO, M. A. Implantação de técnicas de manutenção autônoma em uma célula de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 16, n. 2, p.606-632, 2016.

PETTER, R.; RESENDE, L.; SELIG, P.; VAZ, C. Produção limpa, produção mais limpa, produção enxuta, 5s e manutenção autônoma: uma proposta metodológica de implantação conjunta. CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. **Anais....** Rio de Janeiro: UFF, 2011.

RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. 2003. 84 f. Monografia (Especialização) -Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003. Disponível em: <www.ppga.com.br/mba/2003/gpt/ribeirocelso_ricardo.pdf>. Acesso em: 8 novembro. 2019.

RODRIGUES, Marcelo. Notas de aula da disciplina TPM do curso de pós-graduação em Gerência de Manutenção, 2013.

SILVA, Carlos Eduardo da. **Manutenção autônoma: um estudo de caso em uma indústria do setor de grãos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, M. F. S. **A IMPORTÂNCIA DA APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO AUTONOMA NA RETOMADA DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE DE LATAS DE CERVEJA**. 2013

SPERANCETTA A. **O Impacto da Implantação do TPM nos Indicadores de Manutenção**. 2005. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005

SUZUKI, T. **TPM in process industries**. Portland: Productivity Press, 1994

TAKASHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM / MPT: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993,

WYREBSK, Jerzy. Manutenção Produtiva Total. Um Modelo Adaptado. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy>>. Acesso em: 8 novembro. 2019.

XAVIER, J. A. N. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobrás, 2002.

XENOS, *Harilaus Georgius*. Gerenciando a Manutenção Produtiva. INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2005.



ORGANIZADOR

Glauber Tulio Fonseca Coelho



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2006) , mestrado em Engenharia Civil (Concentração: Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009) e MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV. Aluno do Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera - UNIDERP e discente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é Coordenador Acadêmico Adjunto da Faculdade Pitágoras de São Luís, bem como professor de disciplinas na área de Meio Ambiente e Tecnologia da Construção. Possui experiência em Construção Civil, Gestão de Projetos, Meio

Ambiente, Hidrologia e Drenagem.





Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-65-80751-13-6



9 786580 751136



Pascal
Editora