



Estácio



**ANAIIS DA MOSTRA
CIENTÍFICA
DA FACULDADE ESTÁCIO DE VITÓRIA**

XI Mostra Científica FESV – Marco de 2021

ISSN: 2358-9515



XI MOSTRA CIENTÍFICA FESV

Faculdade Estácio de Sá de Vitória

A produção científica no espaço acadêmico e sua transversalidade

Março de 2021

EDIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO

Adriana Sartorio Ricco

GERÊNCIA ACADÊMICA

Marisa Rocha Lopes

COORDENAÇÃO DE CURSOS E COMISSÃO CIENTÍFICA

Adriana Bortolon Carvalho Cardoso

Alice Medeiros Kulnig

Fábio Augusto Filipe Vago

Fábio Luiz Alves de Amorim

Geórgia Vital dos Santos Rocha

José Carlos Corrêa

Natália Ribeiro de Assunção

Nuno Manuel Frade de Souza

Raphael Pereira

Sátina Priscila M. Pimenta Mello

ÍNDICE

Volume 4 - ENGENHARIAS

Comprovação da efetividade da manutenção preventiva e preditiva para um processo de saneamento básico a partir dois índices de falhas de campo.....	328
Inspeção predial e avaliação das principais manifestações patológicas de imóvel comercial situado em Vitória-ES devido à obra vizinha: um estudo de caso.....	346
A utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras.....	367
A relevância do conhecimento da manutenção e pintura contínua na construção civil em fachadas.....	378
Adição de fibras para prevenção de fissuras no concreto.....	400
Inserção do bambu na produção de concreto e concreto estrutural.....	416
Gestão da qualidade: a importância dos indicadores de tempo de atendimento e confiabilidade de processo.....	429

Volume 4 - ENGENHARIAS

COMPROVAÇÃO DA EFETIVIDADE DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA PARA UM PROCESSO DE SANEAMENTO BÁSICO A PARTIR DE DOIS ÍNDICES DE FALHAS DE CAMPO

PROOF OF THE EFFECTIVENESS OF PREVENTIVE AND PREDICTIVE MAINTENANCE FOR A BASIC SANITATION PROCESS FROM TWO FIELD FAILURE INDICES

Fernando Gonçalves de Oliveira

Sérgio Martini Parreira Zuza

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

A manutenção tem suas raízes na necessidade de manter certo aspecto ou ente em qualquer sistema ou processo. Desde os primórdios o homem vem tentando maximizar a durabilidade dos objetos de suas posses. No início tinha o intuito de preservar simples utensílios, como uma simples faca de cortar carne, e hoje possui o objetivo de prolongar a vida dos seus processos e impérios obtidos á partir da revolução do conhecimento. Este trabalho preconiza apresentar os excelentes resultados obtidos pelo uso das manutenções preventiva e preditiva no setor de automação industrial, de um processo de saneamento básico, situado em uma da Grande Vitória, no estado do ES. Trata-se de um trabalho quantitativo que possui ampla coleta de dados no campo de trabalho. Será apresentado como principal resultado a comprovação da redução do número de corretivas abertas no processo, á partir da eficiência de uma manutenção sustentável e eficiente. Para exemplificar a sua aplicação, no presente trabalho será mostrada a possibilidade de uso de tais técnicas no saneamento. Será também demonstrada cada aplicação conforme o contexto, ou seja, como cada tipo de manutenção deve ser aplicada na realidade fabril. Assim sendo é demonstrado que existem tipos de manutenção que, de modo geral são mais adaptáveis e eficientes que outros, porém a aplicação de uma gestão de manutenção centrada na confiabilidade tende a tornar qualquer processo de manutenção mais eficiente e eficaz, sendo esta a conclusão mais pertinente.

Palavras-chave: Saneamento. Processo. Manutenção. Prevenção. Automação.

Abstract

Maintenance has its roots in the need to maintain a certain aspect or entity Since the beginning, man has sought to maximize the durability of the objects of his possessions. In the beginning, it was intended to preserve simple objects, such as a simple knife to cut meat, and today it aims to prolong the life of its processes and empires obtained from the knowledge revolution. This work proposes to present the excellent results obtained by the use of preventive and predictive maintenance in the industrial automation sector, of a basic sanitation process, located in Grande Vitória, in the state of ES. It is a quantitative essay

that has extensive data collection in the field of work. The main result will be the proof of the reduction in the number of corrective measures opened in the process, based on the efficiency of sustainable and efficient maintenance. To exemplify its application, the present work will show the possibility of using such techniques in sanitation. Each application will also be demonstrated according to the context, that is, how each type of maintenance should be applied in the manufacturing reality. Therefore, it is demonstrated that there are types of maintenance that, in general, are more adaptable and efficient than others, and this is one of the most relevant conclusions.

Keywords: Sanitation. Process. Maintenance. Prevention. Automation.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa reforçar a necessidade do método PCM sigla para Planejamento e Controle de Manutenção, método que tem o intuito de comprovar a eficiência da utilização da manutenção preventiva e preditiva em relação à corretiva em uma empresa do setor de saneamento básico no estado do Espírito Santo. BRANCO (2008) aborda de maneira clara que o planejamento é de extrema importância para uma corporação, pois, em sua ausência não haverá padronização e controle das atividades desenvolvidas pelos colaboradores, o que fará com que estes trabalhem de maneira independente gerando desordem e grandes perdas no processo.

Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002) argumentam que os investimentos em saneamento básico no Brasil sempre ocorreram em datas específicas, por exemplo, nas décadas de 1970 e 1980, onde se acreditava que a melhora desse processo iria reduzir as taxas de mortalidade deste setor no Brasil. Ressalta-se que a esfera governamental tem investido de maneira contínua neste setor, conforme podemos averiguar nas Leis 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e pela Lei 9.433/1997, referente à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Outro fator interessante está na relação dos custos/benefícios que o tipo de gerenciamento PCM traz para a área de saneamento. A quantidade de investimento é ínfima em relação aos excelentes resultados obtidos neste processo.

A metodologia deste trabalho possui embasamento quantitativo e qualitativo. Foram analisados trabalhos acadêmicos digitais sobre as áreas de saneamento básico, manutenção industrial e demais temas pertinentes, com intuito de correlacionar os dados apurados em campo com os teóricos e experimentais. Os dados processados são oriundos da vivência dos discentes em seus ambientes laborais. Houve a participação de gestores responsáveis e membros das equipes de manutenção de uma empresa do setor de saneamento no estado do Espírito Santo. Ressalta-se que, as

pesquisas complementares de artigos afins foram de extrema importância para elaboração e conclusão deste trabalho.

A problemática do trabalho se baseia na avaliação de alguns índices de resultados, gerados a partir de uma gestão de PCM. Será avaliado a intermitência de comunicação entre as unidades operacionais com a CCO (Central de Comandos Operacionais) e as falhas nas unidades operacionais por sobreaquecimento.

Planejar e Controlar são aspectos inerentes à Engenharia de Produção que sempre visa aperfeiçoar, aumentar a produtividade e tornar seus processos mais seguros. Quando se avalia alguns acontecimentos relatados na literatura e repercutidos nas emissoras de comunicação devido às catastróficas consequências ocasionadas por falhas em seus processos, Chernobil, Challenger, Three Miles Island, percebe-se a real importância de uma gestão de PCM bem estruturada.

Este trabalho irá apresentar dados que comprovarão a eficiência de um processo que possui um PCM adequado. O desenvolvimento de um planejamento para manutenção impacta diretamente os gastos com falhas no processo. Serão comprovados os benefícios da manutenção preventiva e preditiva para a área de saneamento, através de dois índices coletados em campo e já citados. A apresentação, formas de coleta e a maneira de tratar os dados serão elucidadas na pesquisa, com intuito de aproximar o leitor das vantagens e desvantagens deste processo de mitigação das manutenções corretivas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

MANUTENÇÃO E SUA HISTÓRIA

A palavra manutenção tem suas origens no Latim, onde se escreve “manutentio”. O significado na Língua Portuguesa pode ser definido como ato de segurar a mão.

Ao buscar seu significado denotativo entendemos que esta palavra representa o ato ou efeito de manter(-se). Há muito tempo se tornou um objeto de estudo da ciência, e constantemente sofre melhorias e revisões para que sua empregabilidade em um produto ou serviço venha apresentar resultados ótimos.

Kardec e Nascif (2005) demonstram que um planejamento de manutenção traz inúmeras benfeitorias para um processo produtivo, pois garantirá a integridade dos

equipamentos e de suas respectivas funcionalidades. Além de manter a ordem, confiabilidade e segurança em um processo produtivo, facilita a preservação do meio ambiente, pois mitiga as falhas de processos.

A manutenção voltada à confiabilidade de processos pode ocorrer de maneira cíclica, sendo totalmente dependente do tipo de processo em que esta é empregada. Um dos maiores ganhos da adesão da gestão da manutenção para uma companhia está diretamente interligado ao desempenho do processo, pois uma vez que a manutenção preventiva e preditiva seja aplicada ao processo haverá uma redução do número de manutenções corretivas, totalmente indesejadas para uma empresa, pois impactam diretamente na produção gerando inúmeras perdas para o processo e para corporação.

Ao valorizar a política de manutenção em um processo garantimos o bom e correto funcionamento de equipamentos, pois as falhas são identificadas antes em suas origens e, portanto são mais fáceis de serem tratadas. Facilita a identificação das não conformidades do processo e permite que os ajustes e substituições de peças estragadas do processo ocorram de maneira eficiente e com mínimo impacto ao processo.

Gregori (2018) afirma que a manutenção de máquinas e equipamentos é o coração de uma empresa que almeja perpetuar sua história no(s) mercado(s) que atua. Afirma ainda que a ausência dessa técnica traz inúmeras perdas e prejuízos para a empresa.

Manutenção e conservação são palavras sinônimas quando o objeto de estudo é a harmonia do processo produtivo. Helmann (2006) afirma que a manutenção traz confiabilidade e disponibilidade para os processos de produção, pois evita falhas e preserva a integridade dos equipamentos, tornando o processo menos oneroso. Afirma que as paradas dos equipamentos impactam diretamente na produtividade e no lucro das empresas, pois haverá elevação dos custos de produção e, além disso, poderá haver fortes impactos na qualidade final dos produtos que estão em fase produção.

Segundo Gregório (2018, p.85), “planejar a manutenção é importante para definir os serviços adequados a serem realizados por pessoas capacitadas, em momentos apropriados, a um custo aceitável e, assim, gerar resultados satisfatórios para a organização”.

Conforme exposto, percebe-se a verdadeira necessidade da manutenção para um processo industrial. As próximas etapas deste artigo contemplarão um aprofundamento nos tipos de manutenção e seus benefícios para as companhias que os adotam.

MANUTENÇÃO E SUAS CLASSIFICAÇÕES

A manutenção pode ser subdividida em duas linhas básicas. São elas, manutenção planejada e manutenção não planejada.

A manutenção planejada se subdivide em manutenção preventiva, preditiva e corretiva. Já no escopo da não planejada há apenas a vertente da manutenção corretiva.

Ressalta-se que apesar de cada tipo de manutenção possuir suas características e particularidades, todas possuem o mesmo objetivo final de devolver a harmonia ao processo produtivo.

Portanto, o planejamento e o controle da manutenção possuem por finalidade mitigar ou até mesmo eliminar todos os desvios possíveis de cada etapa do processo, garantindo assim, confiabilidade, disponibilidade e assertividade. Isso resultará na satisfação do cliente final.

Segue abaixo uma figura que permitirá o leitor compreender as classificações dos tipos de manutenção.

Figura 1 – Tipos de Manutenções



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

MANUTENÇÃO CORRETIVA

A norma NBR 5462 (1994) define que a manutenção corretiva é “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (ABNT 5462, 1994).

Percebe-se que a manutenção corretiva prejudica a eficiência do processo, pois, é um tipo de manutenção que ocorre ao acaso. A Manutenção corretiva não planejada ocorre aleatoriamente para corrigir a falha no processo. Possui altos custos, gera parada de processo e muitos danos para os equipamentos. Os danos em sua grande maioria são irreversíveis para os equipamentos em que a falha ocorreu (OTANI & MACHADO, 2008).

A Manutenção corretiva planejada tem por objetivo estabelecer que a parada do processo ocorra por alguma decisão, seja da alta administração ou demais setores responsáveis. Essa decisão levará os equipamentos do processo a operarem sem nenhum tipo de controle efetivo, pois o processo só será interrompido quando falhar ou através de um acompanhamento preditivo mínimo. OTANI & MACHADO (2008, p. 4) relatam que “o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido”.

Este tipo de manutenção visa corrigir a falha apenas quando se tem a perda da vida útil do equipamento.

A ausência de manutenção planejada para o processo faz com que a vida útil do equipamento seja reduzida. Essa manutenção é a mais onerosa para a empresa no quesito tempo de restabelecimento do processo e por causa da necessidade da compra de novas peças para substituírem as destruídas.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A Manutenção preventiva pode ocorrer em diversos períodos cíclicos ou acíclicos, sejam eles mensais, bimestrais, trimestrais entre várias outras opções. Isso dependerá em suma do processo e da escolha da alta administração.

Para Xenos (1998, p. 135), “a manutenção preventiva é um conjunto de ações preventivas executadas em intervalos fixos ou de acordo com critérios preestabelecidos com o objetivo de reduzir ou eliminar a incidência de falhas ou a degradação das funções de um equipamento”.

Possui objetivos de garantir a integridade do processo em que esta é aplicada, resultando sempre em confiabilidade e disponibilidade de operação para as respectivas partes do processo em que esta é aplicada. Identifica e permite a intervenção com intuito de mitigar ou eliminar as paradas, falhas ou degradações de funcionamento dos equipamentos e máquinas antes que elas aconteçam, e, portanto, resulta em redução de custos para corporação, pois evita a manutenção corretiva e maximiza a vida útil dos equipamentos.

MANUTENÇÃO PREDITIVA

A Manutenção preditiva possui a aplicabilidade de agir em paralelo com a preventiva. Pode-se dizer que é uma manutenção complementar a preventiva em situações específicas de um processo. Tem por objetivo específico a eliminação da manutenção corretiva do processo, assim como a preventiva.

Segundo Xavier (2003) a adoção da manutenção preditiva no processo, torna o processo mais confiável, pois a intervenção passa a ser baseada em resultados concretos a partir de análises detalhadas e não obtidos por suposições. Os resultados

obtidos a partir da manutenção preditiva permitem a criação de uma Manutenção Corretiva Planejada. Essa atuação é definida como manutenção baseada na condição.

A aplicabilidade ocorre em equipamentos específicos que possuam alto valor aquisitivo e também em equipamentos de extrema importância para o processo, ou seja uma vez que estas falham geram parada total da produção, e acarretam inúmeros custos adicionais para o processo, tornando-o mais oneroso e menos rentável. Como por exemplo, multas por atraso na entrega.

O objetivo é realizar um acompanhamento mais detalhado de um equipamento, para assim identificar possíveis desvios operacionais e solucioná-los adequadamente. A adoção deste tipo de manutenção torna o processo mais confiável e preciso, e evita uma falha por falta de controle e manutenção dos equipamentos. Portanto, o processo fica mais eficiente, pois há a eliminação dos custos com manutenção corretiva.

METODOLOGIA

APRESENTAÇÃO DO PROCESSO ESTUDADO

O saneamento básico é composto por inúmeros subprocessos que tem por objetivo promover a melhora na qualidade de vida do ser humano (saúde). Basicamente se dividem em: Tratamento e distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos.

A regulamentação do processo de saneamento básico no Brasil faz parte da infraestrutura e é respaldado pela Lei 11.445/2007. Determina-se por lei que os municípios possuem o dever de exercer a regulamentação e controle da prestação dos serviços, mas há a possibilidade de haver a terceirização do serviço para os órgãos de esfera estaduais ou até mesmo privados. Alguns estados brasileiros possuem a atuação mista, ou seja, parte do processo é executada por esfera de entidades públicas (estatais e municipais) e outra parte por Parceria Público Privada (PPC). Como exemplo, podemos destacar que nos municípios do estado do Espírito Santo possuem atuação de empresas estatais e PPC.

Vale destacar que os clientes finais deste processo de saneamento básico são os cidadãos, logo a lei do saneamento respalda o cidadão a ter total direito de exercer sua participação no processo apontando pontos a se melhorar. Com isso, gera-se uma

ampla interação entre o cliente e a prestadora de serviço, visando sempre a melhoria contínua do processo.

O trabalho abordará diretamente sobre a esfera da distribuição de água potável, pois é neste setor que se encontra um departamento de automação industrial para tornar o processo inteligente, viável e econômico.

Este departamento agrega muito valor na qualidade do processo final, pois gera um checkup em tempo real de toda etapa do processo de distribuição de água potável.

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

A pesquisa é definida como uma abordagem quantitativa, que contempla dados numéricos e estatísticos para se comprovar a efetividade da análise e interpretação dos resultados coletados no campo, pois essas são as principais características da pesquisa quantitativa (MARTINS; THEÓFILO, 2007).

Mayring (2002) e Flick e cols. (2000) relatam que os acontecimentos e conhecimentos cotidianos são de extrema importância para a interpretação de dados.

O foco deste trabalho visa apresentar quantitativamente dois índices coleta dos em campo. O objetivo do trabalho é ser explicativo, pois será comprovada a necessidade de se ter um planejamento de manutenção eficiente, voltado a adoção da manutenção preventiva e preditiva, para então, mitigar ao máximo as falhas presentes no processo de distribuição de água potável de uma companhia situada no distrito da Grande Vitória - ES.

Os índices escolhidos são a intermitência de comunicação entre as unidades operacionais com a CCO (Central de Comandos Operacionais) e as falhas nas unidades operacionais por sobreaquecimento. A coleta de dados foi realizada no período de 25 meses (25 preventivas e 25 preditivas) em uma unidade x do processo.

A fórmula utilizada nessa pesquisa será a da média aritmética, pois iremos ter um valor médio do sinal do rádio, outro da temperatura dos dissipadores de calor do inversor de frequência. Através destes valores usaremos comparações para avaliarmos as condições do sistema estudado.

Figura 2 – Tipos de Manutenções

$$M_{as} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

n

M_{as} = Média aritmética simples;

$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$ = Soma dos termos numéricos;

n = Número de termos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Um dos autores deste trabalho é um dos técnicos responsáveis por realizar as manutenções preventivas, preditivas e corretivas neste processo. Esse trabalho evidenciará a necessidade do uso da gestão sustentável das manutenções para um processo de saneamento básico.

A unidade escolhida para realizar a pesquisa foi uma EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada). Há também unidades classificadas como RAT (Reservatório de Água Tratada), GPRS (Áreas de transmissão Remotas Seriais) e ETA (Estação de Tratamento de Água). Ressalta-se que os dados contidos neste trabalho são apenas de uma unidade, EEAT, da Grande Vitória.

Durante os ciclos mensais, os supervisores em conjunto com os programadores da contratada, tendo como referência a programação do contratante, definem um plano de manutenção diário de 5 a 6 preventivas e preditivas, totalizando em média 109 unidades mantidas por ciclo mensal.

O escopo das atividades consiste no deslocamento de uma equipe, composta por dois técnicos de automação industrial, até a unidade designada para verificar todo o processo físico e confrontá-lo com as informações transmitidas remotamente para o CCO, identificando possíveis desvios de processo e normalizando-os.

Nas manutenções preventivas é realizado o levantamento de todos os equipamentos presentes na UTR (Unidade de Transmissão Remota) e suas adjacências. São aferidas as medições das grandezas elétricas, verificações dos hardwares e softwares da área em um intervalo de tempo pré-determinado pela contratada, sendo o prazo médio de uma hora em cada unidade.

A manutenção preditiva é efetivada em um ciclo mensal, assim como a preventiva, ou seja, uma vez por mês os equipamentos que compõem as unidades da contratante são inspecionados termicamente. São verificados os equipamentos dos painéis de acionamento dos motores (CCM's), caixas de ligação dos motores e as mufas.

Em ambas as manutenções quando se identifica um desvio há a atuação imediata da equipe para sanar a ocorrência e restabelecer o processo para seu regime de normalidade. Se houver a necessidade de substituição de equipamentos, aciona-se o supervisor e se relata os materiais necessários para solucionar o problema. Caso o cliente não possua materiais, há a abertura de uma nota de corretiva emergencial pela programação da contratada requisitando os materiais necessários ao cliente. Caso não haja pendências, o planejador da contratada envia os dados baixados na OS (Ordem de Serviço) para o contratante.

Vale salientar que durante o ciclo de estudo ocorreram inúmeras correções programadas no processo que evitaram as manutenções corretivas, resultando assim em uma economia considerável para a companhia.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O controle do processo de distribuição de água não possuía registros formais sobre o estado dos equipamentos, ocorria apenas através do relato dos operadores de campo da companhia de saneamento básico, que quando identificavam uma unidade parada acionavam a equipe de manutenção responsável, ou seja, a única manutenção adotada era a corretiva.

A efetividade da atuação era lenta, pois os dados de operação não eram gerados em tempo real para a central de controle (CCO). Após inúmeros estudos, avaliou-se a necessidade de se adotar as manutenções preventivas e preditivas, buscando assim a obtenção de um processo mais sustentável. A adoção das manutenções planejadas tornou o processo mais eficiente, logo, pode-se relatar que os ganhos foram consideráveis.

A automação industrial permitiu a geração de dados reais em tempos reais, resultando assim, no aperfeiçoamento do controle do CCO. Com esse advento, criou-

se então um novo departamento de Automação para gerir concomitantemente o processo em conjunto com os demais departamentos. A manutenção do processo foi subdividida, e, portanto, criou-se também a manutenção centrada na confiabilidade para o departamento de automação. Surgem as equipes de automação/instrumentação responsáveis por apoiar os eletromecânicos em campo.

A equipe da automação passa a desenvolver os três tipos de manutenção no processo (preventiva, preditiva e corretiva). Inicialmente o escopo de trabalho se resumia nas anotações coletadas a partir das visitas em campo, sendo que o ciclo adotado é o mensal, excetuando-se a corretiva que pode surgir a qualquer momento.

Os dados coletados eram enviados para o cliente, porém não havia uma efetividade boa de identificar anomalias mais precisas do processo por parte do cliente. Foi então, que a gestão da nossa empresa passou a atuar com mais eficácia para identificar e solucionar todos os problemas contidos na nossa área através de dados catalogados internamente, ou seja, o processo de atuação agora é próprio e não depende mais apenas do retorno do cliente. Adotou-se um controle interno total dos equipamentos da área e das grandezas geradas por estes.

Para comprovar essa ação e validar ainda mais o poder da efetividade da manutenção preventiva e preditiva neste processo, serão explanados dois índices que mostrarão a extrema importância de desenvolver uma manutenção centrada na confiabilidade.

Os índices de intermitência na comunicação com CCO e o de falha por sobreaquecimento gerarão uma visão e percepção geral de como é necessário se ter e se desenvolver uma manutenção de qualidade para o processo em questão.

Para introduzir o estudo do índice de intermitência na comunicação com CCO será apresentado uma tabela que apresentará o mês, tipo de equipamento que realiza essa comunicação e sinal que é coletado e avaliado a cada novo ciclo, no período de 25 meses, a partir das manutenções preventivas.

Quadro 1 – Medições coletadas na manutenção preventiva

Mês / Ano	Equipamento	Sinal
Setembro / 2018	Rádio MDS Transnet 900	-86 dbm
Outubro / 2018	Rádio MDS Transnet 900	-87 dbm
Novembro / 2018	Rádio MDS Transnet 900	-88 dbm
Dezembro / 2018	Rádio MDS Transnet 900	-88 dbm
Janeiro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-88 dbm
Fevereiro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-95 dbm
Março / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-105 dbm
Abril / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-64 dbm
Maio / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-65 dbm
Junho / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-64 dbm
Julho / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-65 dbm
Agosto / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-63 dbm
Setembro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-64 dbm
Outubro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-65 dbm
Novembro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-66 dbm
Dezembro / 2019	Rádio MDS Transnet 900	-66 dbm
Janeiro / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-66 dbm
Fevereiro / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-69 dbm
Março / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-70 dbm
Abril / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-75 dbm
Maio / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-88 dbm
Junho / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-89 dbm
Julho / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-120 dbm
Agosto / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-63 dbm
Setembro / 2020	Rádio MDS Transnet 900	-63 dbm

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para entendermos os resultados desta tabela primeiro há a necessidade de introduzir uma parametrização. O sinal de comunicação pode ser avaliado através de sua intensidade que é medida em dBm (Decibéis por miliwatt). O fabricante destes rádio MDS Transnet 900 especifica que a faixa de trabalho destes equipamentos é de -50 dBm até -120 dBm, sendo que quanto mais próximos estiverem de -50dBm melhor, ou seja, esse valor é o estado ideal.

Para identificar a primeira falha de comunicação que ocorreria neste processo, deve-se avaliar que nos primeiros cinco meses a média do sinal foi de -87,4 dBm e nos meses sucessores (6º e 7º) foi de -100 dBm. Portanto, como se pode perceber ocorreu uma piora na intensidade do sinal. Ressalta-se que desde a 6ª medição houve uma tentativa de melhoria no sinal em relação aos equipamentos da UTR, mas após

verificação todos equipamentos estavam em seu perfeito estado. Suspeitou-se de uma piora na visagem por causa de construções no local. Foi realizada a abertura de uma análise até o próximo ciclo para avaliar melhor o processo.

Ao retornar no 7º ciclo percebemos que uma construção finalizada estava atrapalhando na visagem do local, e por isso houve piora na intensidade do sinal. Foi realizado o aumento do mastro da antena e reposicionado a direção da mesma, e, portanto houve a melhora do sinal. Ao avaliarmos o período de Abril/2020 até Julho/2020 então percebemos que a piora do sinal se decorreu devido ao fim da vida útil do mesmo. O equipamento foi substituído por um novo de mesmo modelo, e então a comunicação foi restabelecida.

Para introduzir o estudo das falhas nas unidades operacionais por sobreaquecimento será apresentado uma tabela que apresentará o mês, tipo de equipamento que é monitorado a temperatura, e a temperatura do equipamento que é coletado e avaliado a cada novo ciclo, no período de 25 meses, a partir das manutenções preditivas.

Quadro 2 - Medições coletadas na manutenção preditiva

Mês / Ano	Equipamento	Sinal
Setembro / 2018	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Outubro / 2018	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Novembro / 2018	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Dezembro / 2018	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Janeiro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Fevereiro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Março / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	37 °C
Abril / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	38 °C
Maio / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	38 °C
Junho / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	50 °C
Julho / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Agosto / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Setembro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Outubro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Novembro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Dezembro / 2019	Disjuntor Geral ABB 100A	36 °C
Janeiro / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Fevereiro / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Março / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Abril / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C
Maio / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	37 °C
Junho / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	37 °C

Julho / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	43 °C
Agosto / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	85 °C
Setembro / 2020	Disjuntor Geral ABB 100A	35 °C

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para entendermos os resultados desta tabela primeiro há a necessidade de introduzir uma parametrização. A temperatura de operação do equipamento definida pela contratante é de no máximo 45°C, sendo que a temperatura média de operação é de 36°C.

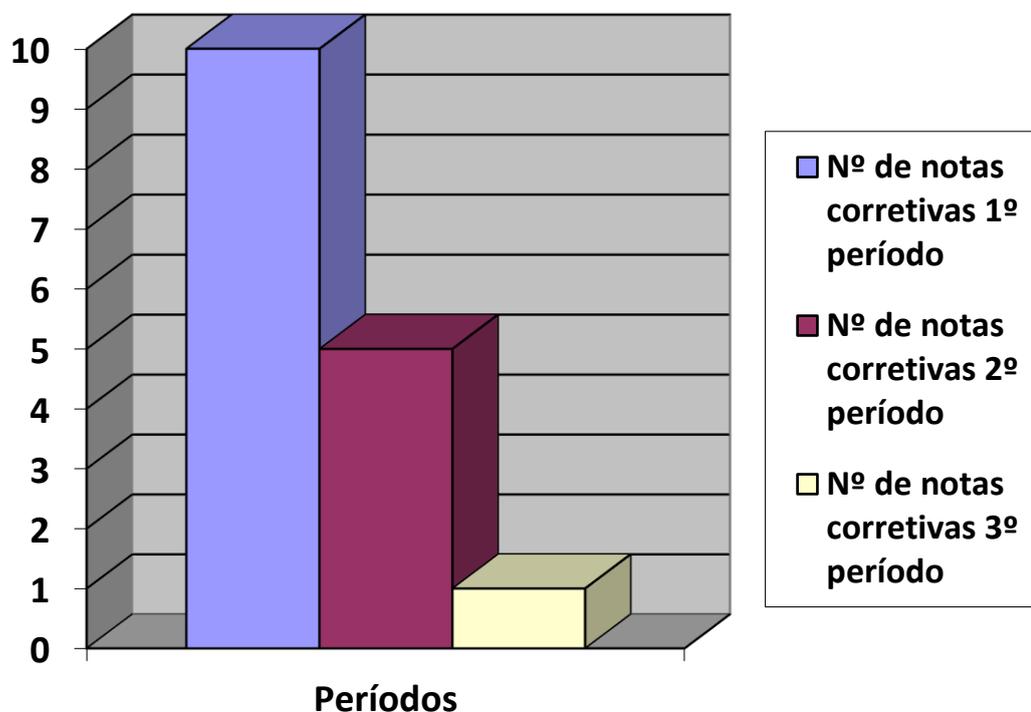
Para identificar a primeira falha de comunicação que ocorreria neste processo, deve-se avaliar que nos primeiros nove meses a média da temperatura foi de 36,4 °C, mas no 10º mês houve uma anormalidade no processo, pois a temperatura registrada foi de 50°C. Foi realizada inspeção no sistema e percebido que o aquecimento do equipamento ocorreu devido a alimentação das fases de alimentação de saída do relógio da companhia de energia da localidade. Acionamos a mesma que diagnosticou uma falha no seu processo, e após a substituição do medidor o processo voltou a operar normalmente.

Na 24ª medição foi diagnosticado o fim da vida útil do equipamento, e o mesmo foi substituído, evitando assim danos maiores para o sistema, como um curto circuito e até mesmo incêndio no painel.

Vale ressaltar que o uso de documentos na pesquisa é de extrema importância para se realizar a consulta à períodos de tempos anteriores (BAILEY, 1982).

Segue abaixo, um gráfico que apresentará o número de corretivas necessárias para os equipamentos relatados no processo durante três períodos de 25 meses cada. O primeiro período registra o número de notas corretivas abertas para esses equipamentos antes da adoção de manutenção preventiva e preditiva, o segundo período depois da adoção da manutenção preventiva e preditiva e o terceiro que contempla os 25 meses monitorados por esta pesquisa depois da adoção do controle interno realizado pela contratada.

Gráfico 1 – Comparativo dos 3 períodos de manutenção baseado em manutenções corretivas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Percebe-se que a adoção da manutenção preventiva e preditiva trouxeram melhores resultados para o processo, principalmente com a adoção de sistemas integrados de atuação (Contratante e contratada).

CONCLUSÃO

Após a realização deste artigo é possível avaliar a extrema importância da adoção da manutenção preventiva e preditiva para o processo avaliado. Comprovou-se que o processo que possui uma gestão de manutenção centrado na confiabilidade tende a tornar seu processo mais eficiente e eficaz.

O uso da automação dos processos também agrega valor para maximizar os resultados, pois um controle dos dados de um processo em tempo real permite a identificação de falhas de maneira mais efetiva.

Comprovou-se a necessidade de se ter uma gestão integrada de todos os envolvidos do processo, pois os melhores resultados só são atingidos quando todos

vestem a mesma camisa (integração contratante e contratada). Conforme exposto anteriormente, o controle dos dados das manutenções era realizado apenas pela contratante, logo as intervenções a partir das análises dos dados eram realizadas apenas quando solicitadas. A adoção da contratada de registrar e avaliar internamente os dados das preventivas e preditivas para intervir efetivamente no processo fez com que o processo melhorasse ainda mais, pois reduziu drasticamente o número de notas corretivas.

Há inúmeros benefícios que foram relatados para melhorar o processo, porém como qualquer coisa que existe há pontos inerentes ao processo que não podem ser evitados. Como por exemplo, defeitos de fábrica contidos nos equipamentos. Durante o período monitorado não foi diagnosticado equipamentos novos defeituosos, mas há relatos de outra equipe que evidenciam desvios de processo por defeito de fábrica de componentes substituídos em pouco tempo.

Para mitigar a aquisição destes equipamentos, sugere-se a adoção de normativas mais rígidas de controle da qualidade para o setor de compras e de um laudos mais detalhado de especificações de desempenho dos itens adquiridos pelo departamento de engenharia para evitar a aquisição de itens defeituosos e de baixa qualidade.

REFERÊNCIAS

ABEPRO- Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Modelo de Planejamento e Controle da Manutenção para Empresas de Saneamento Básico**.2013. Acesso em: 17 de Agosto de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN). **Documento Nacional**. Curitiba: ABRAMAN, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 1994.

BAILEY, K.D. **Methods of social research**. 2nd ed. New York: The Free Press,1982.

BRANCO, Gil F. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

DICIONÁRIO MICHAELIS – ONLINE. 2020. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 18 Ago. 2020.

- FLICK, U. (2002). Entrevista episódica. Em M. W. Bauer & G. Gaskell, G. (Orgs.), **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático** (pp. 114-136). (P. A. Guareschi, Trad.). Petrópolis: Vozes (Original publicado em 2000).
- PAIN, RAFAEL. **Gestão de processos [recurso eletrônico]: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre : Bookman, 2009.
- GREGORIO, Gabriel Fonseca Parreira; SANTOS, Daniel Freitas; PRATA, Auricelio Barros. **Engenharia de Manutenção**. São Paulo: Sagah Educação S.A, 2018.
- HELMANN, K.S. **Ponderação sobre os critérios considerados para suportar a tomada de decisão quanto ao momento de se efetuar a manutenção preventiva em processos industriais**. Fortaleza, 2006. Disponível em: ABEPRO. Acesso em: 23 ago. 2020.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: PETROBRÁS. Acesso em: 23 ago. 2020.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitmark, 2005.
- MARTINS, G.A.; THEÓFILO, C.R. **Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas**. São Paulo: Atlas. Acesso em: 17 ago. 2020.
- MAYRING, Ph. **Einführung in die qualitative Sozialforschung [Introdução à pesquisa social qualitativa]**,. 5. ed., [s. /], 2002. Disponível em: Beltz. Acesso em: 17 ago. 2020.
- NEPOMUCENO, LAURO. **Técnica de Manutenção Preditiva**, [s. /], ano 1989, 1989. Disponível em: Edgard Blucher Ltda. Acesso em: 17 ago. 2020.
- OTANI, MACHADO. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial, [s. /], ano 2008, v. 4, n. 2, 2008. **Revista Gestão Industrial**. Acesso em: 7 ago. 2020.
- SOARES, SERGIO; BERNARDES, RICARDO; CODERIRO NETO, OSCAR. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: Cad. Saúde Pública. Acesso em: 3 ago. 2020.
- XAVIER, JULIO. Manutenção Classe mundial. **Congresso Brasileiro de Manutenção**, Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.tecem.com.br/downloads/manutencao.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2020.
- XAVIER, JULIO. **Manutenção – Tipos e Tendências**, [s. /], 17 jan. 2003. Disponível em: www.manter.com. Acesso em: 17 set. 2020.
- XENOS, Harilaus Georgius d’Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, n. 1998, p. 135-135, 19 nov. 2020.

INSPEÇÃO PREDIAL E AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE IMÓVEL COMERCIAL SITUADO EM VITÓRIA/ES DEVIDO À OBRA VIZINHA: UM ESTUDO DE CASO

BUILDING INSPECTION AND EVALUATION OF THE MAIN PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF COMMERCIAL PROPERTY SITUATED IN VITÓRIA / ES DUE TO THE NEIGHBORHOOD WORK: A CASE STUDY

Hugo Sabra Candal de Lima

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

O presente artigo, busca responder a seguinte indagação: Com o surgimento das manifestações patológicas no imóvel objeto deste estudo de caso, quais são ocasionadas pela interferência realizada no terreno vizinho? Para isso, realizou-se vistoria no imóvel de inspeção predial baseada no exame tátil-visual com objetivo de detectar eventuais manifestações patológicas ligadas à estrutura civil da edificação, seja de forma direta ou indireta, em seus diversos aspectos. Os resultados encontrados foram apresentados por ambiente vistoriado, indicando, sempre que possível, a causa da manifestação patológica identificada com classificação quanto à criticidade desta, concluindo que as anomalias ocorreram principalmente por sobrecargas e possível recalque da edificação com consequente movimentação da estrutura e que provavelmente estão relacionadas a escavação e o rebaixamento do lençol freático realizados no terreno vizinho devido à obra de construção de prédio multifamiliar.

Palavras chave: Manifestações patológicas; Obra de Vizinhança; Inspeção Predial; Escavação. Fissuras.

Abstract

This article seeks to answer the following question: With the appearance of pathological manifestations in the property object of this case study, which are caused by the interference carried out in the neighboring property? To this end, an inspection was carried out on the building based on the tactile-visual examination in order to detect any pathological manifestations linked to the civil structure of the building, whether directly or indirectly, in its various aspects. The results found were presented by surveyed environment, indicating, whenever possible, the cause of the pathological manifestation identified with classification as to its criticality, concluding that the anomalies occurred mainly due to overloads and possible repression of the building with consequent movement of the structure and that very possibly they are linked to the excavation and lowering of the water table carried out on the neighboring land due to the construction of a multifamily building.

Keywords: Pathological manifestations. Neighborhood Work. Building Inspection. Excavation. Fissures.

INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento dos grandes centros urbanos ocasionaram a necessidade de um maior aproveitamento do solo, que consiste na verticalização das edificações. Essa tipologia de obra implica em realização de escavação para construção de pavimento subsolo e fundações, ou seja, movimentação de terra e necessidade muitas vezes do rebaixamento do lençol freático, devendo-se tomar todas as precauções para prevenir o impacto das edificações vizinhas à obra.

Segundo a NBR 6.122:2019 (ABNT, 2019) é necessário o reconhecimento inicial do estado das edificações adjacentes mediante a visita realizada no local da obra para que sejam conhecidas todas as peculiaridades de cada terreno.

O vizinho tem o direito de impedir que danifiquem sua propriedade, prejudiquem o seu sossego ou ponham em risco a sua saúde com obras nocivas, trabalhos perigosos, ruídos intoleráveis, emanções molestas, vibrações insuportáveis, odores nauseabundos e quaisquer outras atividades ou imissões prejudiciais à vizinhança, sendo permitido aos lesados vedar essa utilização anormal da propriedade vizinha e obter a reparação dos danos consumados (MEIRELLES, 1996 apud PELACANI, 2010, p.35).

Segundo Alves (2013), no Brasil existe um protocolo definitivo a ser seguido para uma análise das construções vizinhas tanto pré-obra como pós-obra. Porém é prudente que se faça um estudo de vizinhança anterior ao início das obras para prevenção do aparecimento de patologias nas edificações circunvizinhas as quais tem potencial de acarretar contratempos para o construtor e os envolvidos.

Tais patologias podem ter origem tanto da própria edificação como por fatores externos. Com o surgimento das manifestações patológicas no imóvel, quais são ocasionadas pela interferência realizada no terreno vizinho? Qual o grau de risco de comprometimento da habitabilidade do imóvel?

O estudo de caso tem por objetivo realizar vistoria técnica no imóvel situado no bairro Praia do Canto, município de Vitória/ES, para detectar eventuais manifestações patológicas ligadas à estrutura civil da edificação, seja de forma direta ou indireta, em seus diversos aspectos, tais como: fachadas, revestimentos, infiltrações, fissuras, corrosão de armadura, trincas, entre outros; sempre que possível (sem ensaios ou

observações destrutivas), diagnosticar as causas e as origens das patologias identificadas e classificá-las quanto ao risco.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

INSPEÇÃO PREDIAL

Segundo Vieira (2014), as leis de inspeção predial precisam ser avaliadas e aperfeiçoadas, buscando assim acompanhar a evolução e o desenvolvimento de técnicas a serem agregadas em métodos e análise. Ainda assim, é possível que ocorra a ineficácia da legislação pertinente às inspeções quando esta legislação se mostra de difícil cumprimento.

Essa construção de arcabouços legais frágeis ou ineficazes geralmente constituída de leis de difícil cumprimento e fiscalização representa o risco de se ter uma falsa sensação de segurança na sociedade. Ainda leva-se em consideração o fato de que mesmo um cidadão cumpridor rigoroso das leis de inspeção ao que se refere ao seu imóvel, pode ser vítima de negligência daqueles que não cumprem as mesmas determinações no que tange a regularidade de seu imóvel, tendo seu próprio imóvel atingido por consequências de ações ou negligências no imóvel vizinho (VIEIRA, 2014).

A NBR 5674:2012 (ANBT, 2012) define a inspeção predial como “avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção”. A principal função da norma é determinar os requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações.

A relação de objetivos e atribuições desta norma determina que a gestão do sistema de manutenção precisa garantir a preservação das características originais da construção. Além disso, ela previne as consequências da degradação de seus sistemas e componentes, o que acarreta a perda de desempenho da estrutura (VILLANUEVA, 2015).

Por fim, cabe salientar que a norma em questão engloba com detalhes as questões de manutenções e, principalmente ao programa de manutenção em si. Além disso, expressa em seu texto a inspeção predial, citando qual o conteúdo básico necessário para a emissão de laudo de inspeção (GOMIDE, 2015).

Ou seja, deve-se considerá-la como um roteiro de inspeções dos sistemas, subsistemas, elementos, equipamentos e componentes da edificação; as formas de manifestações esperadas da “degradação natural dos sistemas, conforme indicações do manual, e que resultem em risco à saúde e segurança dos usuários; as solicitações e reclamações dos usuários ou proprietários (GOMIDE, 2015, np).

Ou seja, se constitui como uma ferramenta adequada para a avaliação sistêmica da construção por identificar as não conformidades existentes na edificação quanto a sua origem, grau de risco.

Segundo a Norma de Inspeção Predial Nacional (2012), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo, existem 03 (três) níveis de inspeção, classificados como nível 1, nível 2 e nível 3, que são definidos de acordo com a complexidade e elaboração de laudo, consideradas as características técnicas da edificação, manutenção e operação existentes e necessidade de formação de equipe multidisciplinar para execução dos trabalhos, sendo o nível 1 o de baixa complexidade e nível 3 de maior complexidade (IBAPE/SP, 2012, np).

A classificação do nível de exigência de inspeção pode tanto ser realizada pelo inspetor predial, após aferir o nível de complexidade do trabalho, quanto pelo contratante do serviço, sendo que neste segundo caso é obrigatório que tenha ressalva nos laudos.

Ou seja, o trabalho de inspeção consiste em identificar as patologias da construção, em conhecer as suas origens e causas e, por conseguinte, ser possível indicar uma solução para o problema identificado.

Figura 1 – Ferramentas de diagnóstico



Fonte: Moura (2017, p.22).

Segundo Moura (2017), o estudo da engenharia diagnóstica em edificações se divide em três campos de ação: sintomatologia, etiologia e terapêutica. Para esses campos, há as ferramentas de diagnósticos, que são exemplificados na Figura 1.

PATOLOGIA

Para identificação das patologias existentes no imóvel é realizada inspeção predial definida segundo a NBR 15575:2013, ABNT (2013), como “verificação, através de metodologia técnica, das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação”.

A patologia é a ciência que estuda e tenta explicar a ocorrência de tudo o que se relaciona com a degradação da edificação, sendo um termo muito mais amplo que manifestação patológica (SILVA, 2011).

Segundo Helene (1992), os problemas patológicos, guardadas as devidas exceções, apresentam características visíveis que permitem a dedução da natureza, de onde se origina bem como quanto aos mecanismos dos fenômenos a ela ligadas. Dessa forma podemos fazer uma estimativa de suas consequências prováveis.

De forma geral, Oliveira (2013) cita que as manifestações patológicas não são originadas por um único fator e sim uma soma deles e podem se classificar de acordo

com o seu processo patológico, sintomas, a causa geradora da manifestação e a etapa do processo produtivo em que ocorrem.

Dentre as patologias que podem se manifestar podemos elencar as trincas, as fissuras, as rachaduras, as infiltrações e danos causados por umidade excessiva na estrutura.

No que tange as trincas, as fissuras e as rachaduras, classificadas de acordo com a abertura medida em milímetros, ocorrem principalmente nas edificações pelas movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, pela atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, pela deformabilidade excessiva das estruturas, pelos recalques diferenciados das fundações, pela retração de produtos à base de aglomerantes hidráulicos e pelas alterações químicas dos materiais de construção (THOMAZ, 1989).

Segundo Pinho (2012), as fissuras são as manifestações patológicas relacionada a um comportamento incomum da estrutura que pode ser causada pela própria edificação ou uma causa externa.

As infiltrações são oriundas da penetração de água nas áreas da edificação favorecida pelas aberturas na estrutura, falta de estanqueidade, de uma impermeabilização inadequada, além de instalações hidráulicas e pluviais danificadas, entre outros (DEUTSCH, 2013).

METODOLOGIA

Definida a temática e as hipóteses a serem alcançadas, foram elaborados os procedimentos metodológicos necessários, ou seja, compondo todo um instrumental técnico com a finalidade de realizar uma pesquisa fundamentada. Sendo assim, foram estabelecidos procedimentos lógicos que foram utilizados na investigação científica dos fatos (GIL, 2008).

O trabalho teve como propósito a coleta de dados, através da inspeção predial de um imóvel comercial, seguindo o nível 2 classificado na Norma de Inspeção Predial (IBAPE/SP, 2012), caracterizando assim um estudo de caso qualitativo devido a busca pela causa geral das principais manifestações, e, uma abordagem teórica explicativa por ter sido realizado um diagnóstico e prognóstico das patologias identificadas.

CARACTERIZAÇÃO DO IMÓVEL

Trata-se de uma edificação comercial que abriga uma farmácia, um escritório administrativo e vagas de estacionamento. Esta edificação foi construída em terreno plano, com situação de esquina e está situada no nível do greide do logradouro. O bloco que abriga a farmácia possui apenas um pavimento e é composto por uma área de vendas e uma área de apoio, já bloco que abriga o escritório administrativo possui 2 pavimentos e está situado anexo a farmácia.

A edificação possui cobertura metálica, paredes externas de alvenaria e divisões internas parte de alvenaria e parte de drywall devidamente pintadas nas áreas secas e de revestimento cerâmico nas áreas molháveis.

COLETA DE DADOS

Quanto aos meios, a estratégia empregada no estudo baseia-se na definição de Yin (2001 p.21). O escopo do trabalho está alinhado à definição estabelecida pelo autor: “Um estudo de caso é uma observação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto” não estão claramente definidos.

Segundo Yin (2001):

[...] o Estudo de Caso como ferramenta de investigação científica é utilizado para compreender processos na complexidade social nas quais estes se manifestam: seja em situações problemáticas, para análise dos obstáculos, seja em situações bem-sucedidas, para avaliação de modelos exemplares (YIN, 2001, p. 21).

A pesquisa qualitativa não se resume ao método não quantitativo de pesquisa, pois desenvolveu sua própria característica de identificação. Assim, ela busca entender, descrever, explicar os fenômenos de maneira diferenciada. Ou seja, analisando um cenário e uma experiência, suas interações e conexões, por meio de documentos, publicações, por exemplo, e os traços paralelos ou semelhantes ou traços semelhantes (FLICK, 2009).

A fim de cumprir com a fundamentação teórica dos dados coletados e como forma de legitimar as informações apresentadas, foi feito em paralelo ao estudo de

caso, um levantamento bibliográfico e documental por meio de artigos científicos, normativas oficiais dos órgãos reguladores, encontrados em sites ou publicações oficiais dentre eles: a Norma de Inspeção Predial (IBAPE/SP, 2012) a Associação Brasileira de Normas Técnicas, o IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia, bem como a produção de Gomide (2015), além de outros autores referenciados neste estudo.

Em função de buscar respostas para nossas hipóteses e entender fenômenos ou simplesmente obter dados para analisar informações foi necessário não só o embasamento teórico, mas também a coleta de dados que no caso deste estudo será realizado por meio de levantamento de dados em campo.

Cabe ressaltar que não foram realizados ensaios apenas exame tátil-visual. Por meio de registro fotográfico e escrito na ocasião da inspeção proposta no estudo. Para que em seguida fosse realizada a classificação dos dados e análise das informações. Os dados foram coletados durante o mês de fevereiro do ano de 2019, em visitas ao local do estudo.

CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados, antes de serem analisados precisam passar por um tratamento específico que tem como objetivo viabilizar a padronização e o estudo dos objetivos propostos. Assim foi realizada a classificação de grau de risco como uma forma de parametrizar as percepções obtidas *in locu*, o que permitiu uma análise consistente dos resultados do estudo de campo.

Em todos os itens analisados, no que tange a classificação quanto à criticidade, foi utilizado o parâmetro de classificação de riscos da referida norma de Inspeção Predial (IBAPE/SP, 2012), conforme critérios da do quadro 1, sendo que serão objeto de descrição deste estudo as patologias classificadas entre grau de risco regular ou crítico:

Quadro 1 - Classificação do grau de risco

GRAU DE RISCO	DESCRIÇÃO
CRÍTICO	Relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada, <u>recomendendo intervenção imediata.</u>
REGULAR	Relativo ao risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização, <u>recomendendo programação e intervenção no curto prazo.</u>
MÍNIMO	Relativo a pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário, <u>recomendendo programação e intervenção no médio prazo</u>

Fonte: IBAPE/SP (2012 np).

Destaca-se que, quando se referir a ANOMALIA representará a irregularidade relativa à construção e suas instalações, enquanto que a FALHA diz respeito à manutenção, operação e uso da edificação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

RESULTADOS

Os resultados do estudo realizado serão apresentados separadamente por ambiente inspecionado.

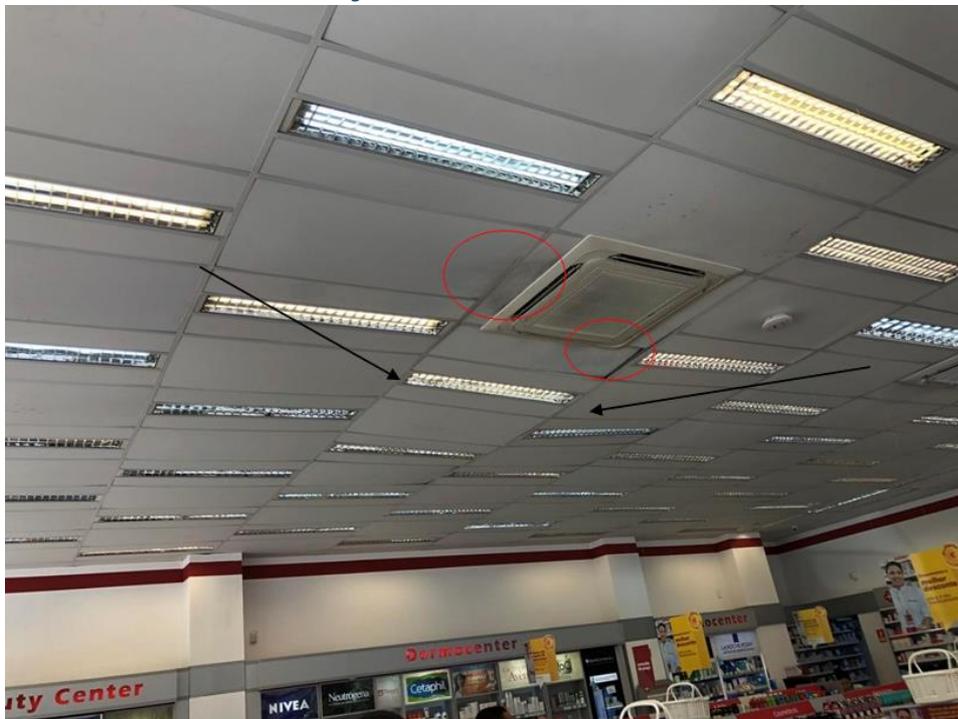
Área de Vendas

- a) Catenária no forro;

Foi observada uma catenária formada no forro no centro da área de vendas. Essa patologia pode ter ocorrido pelo grande vão de instalação que pelo seu peso próprio flambou, pela instalação do ar condicionado no ponto central da estrutura, como também por presença de água, visto que foi observada manchas de umidade na

região afetada. Não foi possível obter acesso por cima do forro para averiguação da possível ocorrência.

Figura 2 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: crítico/intervenção imediata.

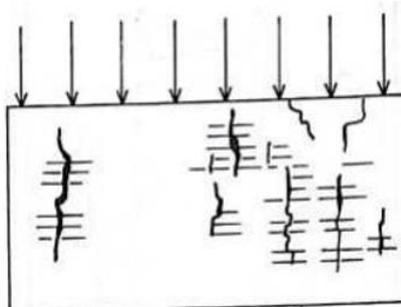
Recomendação: É recomendado que seja revisado o sistema de fixação do forro.

Vestiário – Área de Apoio

- a) Trinca na vertical em parede de alvenaria sobre revestimento cerâmico;

Foi observada trinca na vertical sobre o rejunte e sobre o revestimento cerâmico em parede de alvenaria, que possivelmente são provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão uniformemente distribuídas.

Figura 3 - Fissuração causada por sobrecarga distribuída verticalmente.



Fonte: (Thomaz, 1989).

Figura 4 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: Para eliminação das trincas deve-se retirar todo revestimento e reboco até o bloco cerâmico, 5 cm de cada lado da trinca em toda a sua extensão; colocar uma tela de viveiro fixada na alvenaria; criar junta de dilatação no revestimento para evitar nova abertura; proceder o revestimento com argamassa; aguardar secar a superfície por 15 dias; proceder a colocação do revestimento.

Cabe ressaltar que é importante monitorar a trinca para observar se está abrindo, indicando a falta de estabilidade da estrutura.

b) Deslocamento do piso em relação a estrutura

A separação entre o piso e a alvenaria, que são elementos diferentes com deformações diferentes, está ocorrendo possivelmente por recalque de fundação.

Figura 5 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

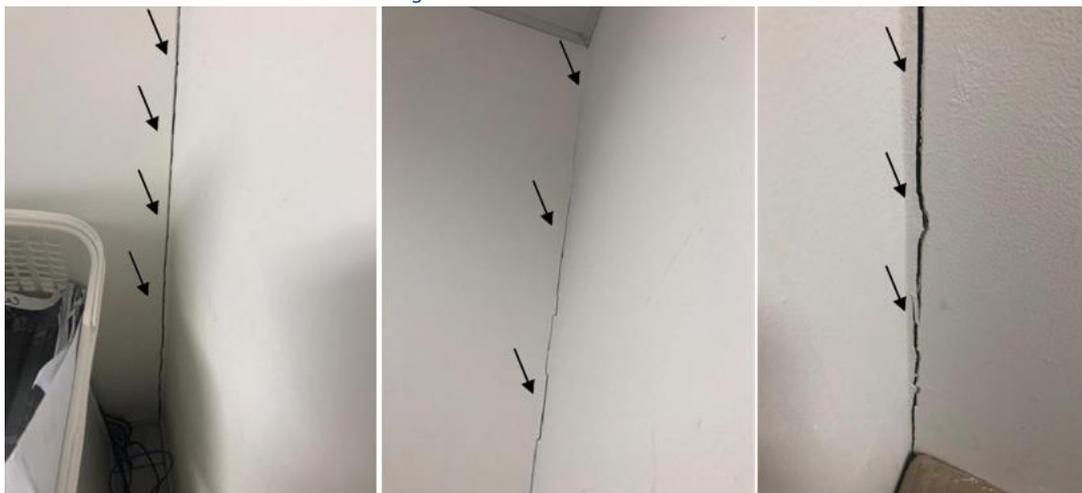
Recomendação: É recomendável que seja feito o rejunte entre o piso e a alvenaria, separando os elementos construtivos com junta de dessolidarização, que ajudam a absorver as movimentações das paredes e contrapisos. Cabe ressaltar que é importante monitorar a abertura.

Sala de Gerência – Área de Apoio

a) Trinca na parede de gesso

Está ocorrendo uma separação nos dois pontos de encontro entre a vedação de alvenaria e a de gesso em toda a sua extensão, que com uma possível movimentação da estrutura separou os diferentes elementos construtivos por possuírem movimentações distintas.

Figura 6 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: É recomendado soltar os elementos para trabalharem separadamente e fazer o fechamento da abertura existente, refazendo o emassamento e a pintura utilizando tela de fibra de vidro.

Copa – Área de Apoio;

a) Fissura em todo forro de gesso.

Essa fissuração possivelmente ocorreu com movimentação da estrutura em que a fixação do forro de gesso não foi eficiente.

Figura 7 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Crítico.

Recomendação: Demolição do forro de gesso existente e execução de estrutura em metalon aparafusadas nas alvenarias no nível entre o forro e as telhas para fixação dos tirantes de um novo forro a ser executado.

Loja 02 - Térreo;

a) Separação entre o pilar e a laje de Painel Wall.

A separação entre o pilar e a laje do mezanino, que são elementos diferentes com deformações diferentes, está ocorrendo possivelmente por recalque de fundação.

Figura 08 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: Considerando que a separação ocorreu em ponto com diferentes elementos, orienta-se que faça a separação destes elementos com junta de dessolidarização e refaça a pintura.

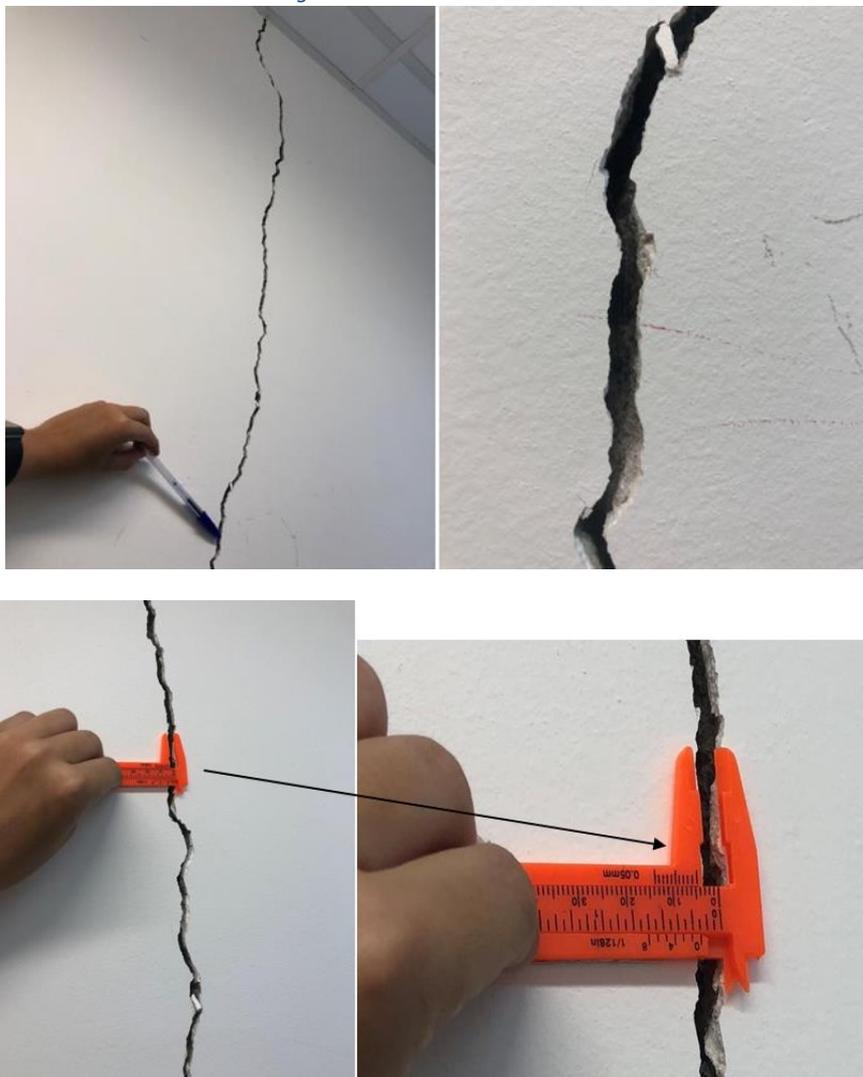
Copa - Loja 02 - Térreo.

a) Rachadura vertical na parede.

A patologia foi classificada como "rachadura" por possuir 4,5mm de abertura. A rachadura ocorreu pelo possível recalque de fundação que movimentou a estrutura e rompeu no ponto central da alvenaria.

Recomenda-se que mesmo após o reparo da patologia seja feito um monitoramento para observar se a rachadura retornará, o que irá sinalizar para a não estabilidade da estrutura.

Figura 09 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

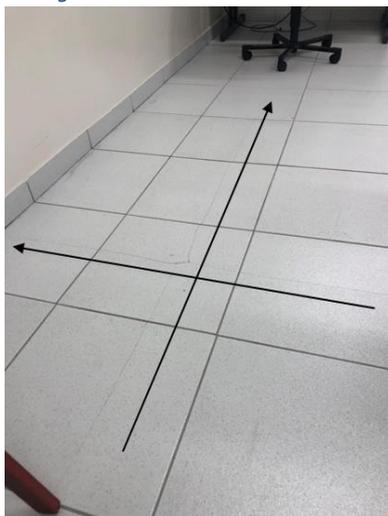
Recomendação: Corrigir a rachadura existente retirando todo o reboco até o bloco cerâmico, 5cm de cada lado da fissura em toda a sua extensão e em seguida colocar uma tela de fibra de vidro e proceder o revestimento com argamassa; aguardar 15 dias; proceder com a pintura da alvenaria.

Auditório - Loja 02 - Superior.

a) Fissuração do piso cerâmico.

Foram observadas fissuração em linhas retas, tanto na vertical quanto na horizontal, que possivelmente ocorreram por movimentação da estrutura e ruptura no ponto mais frágil situado no encontro dos painéis.

Figura 10 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

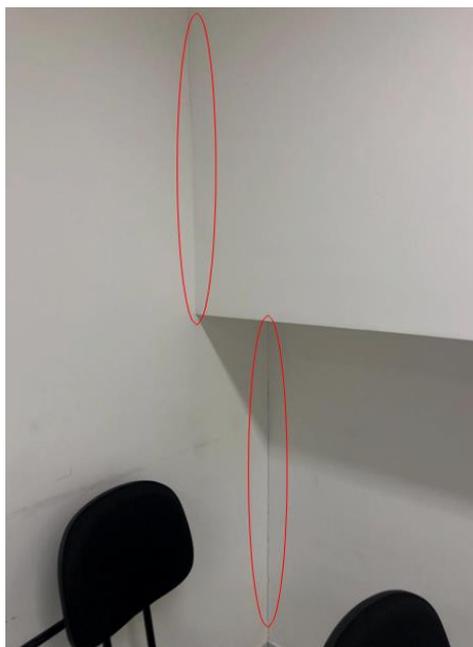
Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: Considerando que a cerâmica está fissurada, é necessário que se retire o revestimento cerâmico e contrapiso e realize novo reassentamento do piso.

b) Fissuração vertical na alvenaria.

A fissuração está ocorrendo no encontro de diferentes elementos construtivos que com uma possível movimentação da estrutura tendem a se separar por trabalharem de forma distinta.

Figura 21 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

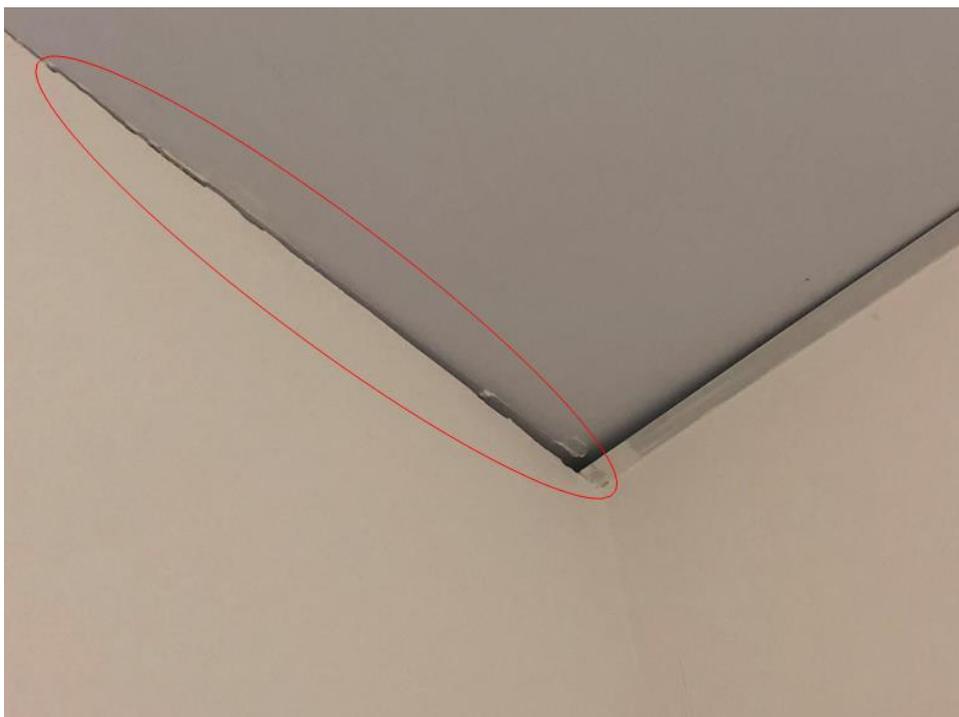
Recomendação: Corrigir a fissura existente retirando todo o reboco até o bloco cerâmico, 5cm de cada lado da fissura em toda a sua extensão e em seguida colocar uma tela de fibra de vidro e proceder o revestimento com argamassa; aguardar 15 dias; proceder com a pintura da alvenaria.

Loja 02 - Superior.

a) Separação entre o forro e a parede de vedação;

Foram observados pontos em que o forro está se separando da parede de vedação ocorrida por possível recalque de fundação.

Figura 32 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: Considerando que a separação ocorreu em um ponto com diferentes elementos, orienta-se que faça a separação destes elementos com junta de dessolidarização e refaça a pintura.

Alvenaria Externa.

a) aparente abaulamento da parede de alvenaria.

Na fachada do imóvel observou-se um aparente abaulamento da alvenaria em direção à rua, que pode ter sido ocasionado por recalque de fundação e movimentação da estrutura.

Figura 43 - Anomalia observada.



Fonte: Autor, 2019.

Classificação quanto ao grau de risco: Regular.

Recomendação: Cabe monitorar a alvenaria para verificação da estabilidade da estrutura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram observadas no imóvel manifestações patológicas que ocorreram principalmente por sobrecargas e possível recalque com consequente movimentação da estrutura.

Segundo relatado por funcionários da farmácia que funciona no local, as primeiras anomalias mais visíveis começaram a ocorrer com a demolição de uma edificação (casa) que existia ao lado do imóvel. Esta situação foi agravada com o início do estaqueamento da obra que está sendo realizada neste terreno (onde ocorreu a demolição) e que demanda escavação e rebaixamento do lençol freático.

A escavação do terreno e o rebaixamento do lençol freático podem ter ocasionado o recalque de fundação e a movimentação na estrutura do imóvel objeto deste estudo de caso. Por isso, é recomendável que se faça o monitoramento da estrutura para verificação da estabilidade da fundação, principalmente no recalque do terreno que ocorre com a conclusão do edifício que está em construção.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. R. **Patologias apresentadas em construções vizinhas devido a escavações**. 2013. 43f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 2013.

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 2012.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 2019.

DEUTSCH, Simone F. **Perícias de engenharia: A apuração dos fatos**. 2. Ed. São Paulo: LEUD, 2013.

FLICK, U: **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMIDE, Tito Livio Ferreira. **Inspeção Predial na Prática**. In: Inspeção Predial na Prática. [S.l.], 28 abr. 2015. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/04/28/inspecao-predial-na-pratica>. Acesso em: 11 nov. 2020.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

MOURA, Guilherme Henrique Munhoz de. **Diretrizes, roteiro e proposta de laudo para inspeções prediais**; orientador, Wellington Longuini Repette Repette, Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis: 2017.

OLIVEIRA, D. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>> Acesso em: 15 de maio de 2020.

PELACANI, V. L. **Responsabilidade na construção civil**. Caderno do Crea-Pr., No. 7, Curitiba: 2010. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/caderno07.pdf>>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.

PINHO, G. C. S. **Incidências de manifestações patológicas causadas por construções nas edificações vizinhas no município de Vitória- ES.** 2012. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

SILVA, F. B. da: **Patologia das construções:** uma especialidade na engenharia civil. 2011. Disponível em: < <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/>> Acesso em: 02 de Novembro de 2020.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios** – Causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

VIEIRA, Flavia do Nascimento. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das cidades.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli1450.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2020.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015.

YIN, Robert K: **Estudo de Caso, planejamento e métodos.** 2.ed. São Paulo: Bookman, 2001.

A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM CANTEIROS DE OBRAS

THE USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY ON CONSTRUCTION SITES

Tadeu Mendonça Bianco

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

Já a algumas décadas, mais precisamente a partir da década de 1990, os governos de todo o mundo perceberam que ações de preservação do meio ambiente e dos recursos naturais seriam extremamente importantes, afim de se garantir que esses recursos possam ser melhor utilizados e que também possam durar mais tempo. Atualmente, no mundo em que vivemos, não somente governos, mas as pessoas de maneira geral, em maior ou menor grau de conscientização, têm a mesma percepção da necessidade da preservação e de atitudes que corroborem com essa realidade. Com essa crescente percepção e mudança de hábitos, tornam-se cada vez mais necessárias soluções que tratem desse tema. É exatamente nesse contexto que a energia fotovoltaica se apresenta como uma das alternativas capazes, não somente de preservar, mas, por ser uma fonte de energia limpa, também não contribuir com a geração de resíduos ou subprodutos que potencializem a destruição ambiental. No segmento da construção civil, um ponto comum a qualquer obra, dos mais variados portes e a quais fins se destinam é o canteiro de obras. Nesse sentido, esse artigo visa apresentar a energia fotovoltaica aplicada aos canteiros de obras e para tanto se baseou em pesquisas de artigos que tratam do assunto, concluindo assim que é altamente viável a utilização desta tecnologia em canteiros de obras. O resultado se mostra satisfatório por haver um mercado aberto ao uso dessa tecnologia, por ser tecnicamente viável em praticamente todo o território nacional, mas acima de tudo, pela existência e facilidade do principal recurso necessário em nosso país durante praticamente todo o ano, o Sol.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Energia fotovoltaica. Canteiros de obras.

Abstract: A Few decades ago, more precisely from the 1990s, governments around the world realized that actions to preserve the environment and natural resources would be extremely important, in order to ensure that these resources can be better used and that can last longer. Currently, in the world we live in, not only governments, but people in general, to a greater or lesser degree of awareness, have the same perception of the need for preservation and attitudes that corroborate this reality. With this growing perception and change in habits, solutions that address this issue become increasingly necessary. It is precisely in this context that photovoltaic energy presents itself as one of the alternatives capable, not only of preserving, but, as a source of clean energy, it also does not contribute to the generation of waste or by-products that enhance environmental destruction. In the civil construction segment, a point common to any work, of the most varied sizes and for which purposes are intended is the construction site. In this sense, this article aims to present the photovoltaic energy applied to construction sites and to that end it was based on research of articles that deal with the subject, thus concluding that the use of this technology in construction sites is highly viable. The result is satisfactory because there is a market open to the use of this technology, as it is technically viable in practically the entire national territory, but above all, due to the existence and ease of the main necessary resource in our country during practically the whole year, the Sun.

Keywords: Sustainability. Photovoltaics. Construction sites.

INTRODUÇÃO

Um dos temas de maior relevância, nos mais variados segmentos da sociedade na atualidade, é a sustentabilidade. A indústria da construção civil é reconhecida por seus grandes desafios e por criar inovações tecnológicas para a superação desses desafios. Porém, não considerar nas resoluções dos problemas soluções sustentáveis e economicamente viáveis, é andar na contramão das demandas de nosso tempo.

O crescente aumento de consumo de energia elétrica nos canteiros de obras devido a equipamentos e máquinas cada vez mais potentes, aliado as limitações de linhas de transmissão, principalmente em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos, tendo ainda um alto custo de aquisição junto as concessionárias de energia, nos leva a pensar em uma opção que atenda as necessidades de cada empreendimento.

Até o início da década de 1990, no Brasil, esse era um assunto de menor ou nenhuma relevância e que apenas após esse período surgiram estudos que levaram em conta uma sistematização de assuntos com reciclagem, redução de perdas e de energia na indústria da construção (TAVARES, 2007).

Na norma NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, a definição de canteiros de obras é: área de trabalho fixa e temporária onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra. Já a NBR-12284 - Áreas de Vivência em Canteiros de Obras, diz que canteiros de obras são: áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivências. As principais atividades realizadas pela construção civil se dão nos canteiros de obras, sendo este o local das maiores interações da cadeia produtiva, logo dos maiores impactos ambientais (SOUZA, 2000).

Potencializar o uso racional de energia e de outras energias renováveis, entre outros, é uma solução que deve ser buscada a fim de vencer os desafios para o setor da construção (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A energia solar fotovoltaica, pode ser utilizada em qualquer local, com a vantagem de gerar eletricidade limpa e renovável a partir da luz do Sol, no próprio

local onde será consumida, sem se valer de linhas de transmissão ou redes de distribuição, podendo ser implementada em todo o Brasil, tanto em áreas rurais como urbanas (VILLALVA, 2012).

Diante desta realidade, o objetivo deste artigo é apresentar a energia solar fotovoltaica, como alternativa tecnicamente viável no desenvolvimento das atividades nos canteiros de obras, em todo o território brasileiro.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico consiste em converter diretamente a luz solar em energia elétrica.

Quando em 1839, ao observar, que sob a incidência de luz, uma determinada estrutura semicondutora gera uma diferença de potencial entre suas extremidades, Edmond Becquerel dá início ao que conhecemos como efeito fotovoltaico.

Somente em 1877, valendo-se das excelentes propriedades condutoras do selênio, W. G. Adams e R. E. Day desenvolvem o primeiro dispositivo de geração por exposição a luz, o que representaria uma significativa melhoria no modelo de Becquerel, já que este baseava-se em um eletrólito (VALLÊRA, 2007).

Os sistemas fotovoltaicos produzem corrente elétrica diretamente a partir da captação da luz do Sol, diferentemente, por exemplo, dos sistemas solares térmicos, que geram aquecimento ou produzem vapor, a partir da energia térmica do Sol e que são empregados para acionar turbinas que por sua vez geram eletricidade. A corrente gerada pelos sistemas fotovoltaicos ao ser coletada e processada, pode ser armazenada em baterias ou utilizada diretamente em equipamentos ligados diretamente na rede elétrica (VILLALVA, 2012).

CÉLULA FOTOVOLTAICA

Ao dispositivo semicondutor que gera corrente elétrica ao ser exposto a radiação solar, dá-se o nome de célula fotovoltaica, sendo o componente responsável em transformar energia solar em energia elétrica. Em sua fabricação é utilizado o silício na forma pura.

Sendo o segundo elemento mais abundante no planeta Terra, ocupando mais de 25% da crosta terrestre, o silício tem ainda como característica ser 100 vezes menos tóxico do que outros elementos (RÜTHER, 2004).

INVERSOR SOLAR

O inversor é necessário nos sistemas fotovoltaicos para alimentar consumidores em corrente alternada a partir da energia elétrica de corrente contínua produzida pelo painel fotovoltaico ou armazenada na bateria.

Características dos inversores:

- Onda de saída senoidal pura ou senoidal modificada;
- Tensão CC de entrada (V);
- Tensão CA de saída (V)
- Frequência da tensão da saída (Hz);
- Potência nominal CA de saída (W);
- Potência máxima CA de saída (W);
- Consumo próprio (W).

TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Os módulos de células fotovoltaicas são distinguidos pelos materiais empregados em seu processo de fabricação, sua eficiência e custo.

Atualmente as principais tecnologias empregadas em células fotovoltaicas utilizam o silício monocristalino (m-Si), silício policristalino (p-Si) filmes finos de silício amorfo (a-Si), microamorfos (microcristalino/silício amorfo), elureto de cádmio (CdTe),

cobre-índio-gáliodisseleneto (CIGS), concentrador-PV (CPV) e algumas outras tecnologias emergentes.

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Entende-se por sistema fotovoltaico aquele em que a energia elétrica é gerada diretamente pela transformação da radiação solar através de células fotovoltaicas, sendo assim uma fonte de potência elétrica.

Algumas características vantajosas dos sistemas fotovoltaicos é que podem ser implantados em qualquer localidade onde exista radiação solar, não requerem nenhum tipo de combustível, não possuem partes móveis e requerem pouca manutenção. Ainda, não produzem ruído, não emitem gases tóxicos ou qualquer outro tipo de poluição.

Os sistemas fotovoltaicos são tão confiáveis que tem sua utilização em locais inóspitos como o espaço, desertos, selvas e regiões remotas (BLUE SOL, 2017). Os sistemas fotovoltaicos são comumente divididos em dois grupos: Isolados ou conectados a rede elétrica.

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ISOLADOS (SFVI)

O sistema fotovoltaico isolado é aquele que não se conecta com a rede de distribuição das concessionárias de distribuição de energia elétrica, podendo ser classificados em híbridos ou puros e possuir ou não armazenamento elétrico.

O sistema fotovoltaico híbrido, trabalha em conjunto com outro sistema de geração de energia elétrica, por exemplo, um aerogerador (eólico) ou um motogerador que utilize combustível como o diesel ou qualquer outro sistema gerador de energia elétrica. Quando o sistema híbrido possui um sistema de armazenamento, este geralmente tem autonomia de dois dias.

O sistema fotovoltaico puro não possui outra forma de geração de energia e em horário de Sol. Por esse motivo, precisam possuir acumuladores que armazenem a energia gerada para ser utilizada em períodos sem a incidência de sol, como a noite e períodos de chuva. Os acumuladores devem ser dimensionados de acordo com o a

autonomia que se quer ter, além de se levar em conta o clima da região onde será implantado o sistema fotovoltaico. (BLUE SOL, 2017)

Este artigo tratará de um sistema fotovoltaico isolado com armazenamento de energia.

METODOLOGIA

A limitação de artigos que abordem a utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras classifica este trabalho sob uma abordagem qualitativa e exploratória.

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica pois baseia-se em sites de organizações notadamente voltadas para o desenvolvimento de trabalhos científicos como, por exemplo, scielo.org/pt/; bdtd.ibict.br (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações) e diretamente no GOOGLE.

A busca pelo termo energia fotovoltaica retornou 24 artigos no site Scielo e 1156 no site bdtd, não havendo, no entanto, nenhuma referência à utilização desta tecnologia em canteiros de obras.

A consulta pelo termo canteiro de obras retornou 27 resultados no site Scielo e 390 no site bdtd, e novamente não foi evidenciada nenhuma utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras.

Nova busca desta feita juntando os dois termos anteriormente utilizados, ou seja, energia fotovoltaica em canteiros de obras, não retornou resultados em ambos os sites.

Por último a pesquisa em sites foi pelo termo sustentabilidade em canteiros de obras com retorno de 03 trabalhos no site scielo e 53 no site bdtd, sem referência a utilização da energia fotovoltaica.

No GOOGLE foi encontrada uma monografia relacionando a energia fotovoltaica a containers em canteiros de obras na ótica do dimensionamento.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A ideia da utilização da energia fotovoltaica visando a preservação do meio ambiente e tornando assim os canteiros de obras cada vez mais sustentáveis (LIMA et al., 2020), ganha força ao se constatar que essa é uma solução tecnicamente viável.

Mesmo não havendo trabalhos que apliquem diretamente a utilização da energia fotovoltaica aos canteiros de obras, outros trabalhos apontam para as vantagens que esta tecnologia traz em residências (CARVALHO, MAGALHÃES e DOMINGUES, 2019) e outras edificações de uso definido (DIDONÉ, WAGNER E PEREIRA, 2014). Estas vantagens podem ser aplicadas as instalações provisórias como é o caso dos canteiros de obras.

Sabendo-se que em edificações prontas os painéis fotovoltaicos são instalados nos telhados, em um canteiro de obras, da mesma forma os painéis serão instalados nos telhados das edificações, uns ao lado dos outros, sendo conectados ao inversor solar que converterá a energia solar em energia elétrica, podendo assim ser utilizada em computadores, rádios, geladeiras, chuveiros, ou quaisquer outros equipamentos elétricos, reduzindo assim o consumo e conseqüentemente a despesa com energia da concessionária.

Essa redução da despesa com energia elétrica é o primeiro benefício percebido optando-se pela utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras. Podemos ainda relacionar como outro benefício desta utilização, ainda relacionado a redução de custos que é a proteção da obra contra a variação das tarifas de energia elétrica. Em cada região do país, as tarifas cobradas pelas concessionárias variam de acordo com a utilização da energia elétrica em determinados períodos do dia (horários de pico e fora de pico) e também determinados períodos do ano (secos ou chuvosos).

As tarifas são maiores principalmente nos períodos secos do ano pois os níveis de água nas barragens diminuí consideravelmente e a geração de energia elétrica cai drasticamente. O resultado desta variação nas tarifas está diretamente ligado aos custos das obras, fazendo com que a energia fotovoltaica seja uma opção para resolver esse problema, uma vez que protege os empreendimentos contra a variação dos preços das tarifas.

Outro importante benefício da utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras se encontra no quesito de sustentabilidade. Existem variadas medidas sustentáveis que já são adotados por inúmeras empresas do ramo da construção civil, como por exemplo, captação para utilização de água da chuva; a reutilização de água de lavatórios e chuveiros; a separação de resíduos sólidos; priorização por utilização de materiais ecológicos e ainda a diminuição do consumo de papel. Certamente a utilização de energia fotovoltaica tornará ainda mais sustentáveis as construções, melhorando a reputação das empresas e contribuindo também para a divulgação dos empreendimentos no mercado, visto que cada vez mais as pessoas se preocupam com este fator.

Costella, Junges e Pilz (2014), chamam a atenção para a Norma Regulamentadora 18 (NR18) que estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria e no Comércio, com obrigatoriedade de áreas de vivência em diversos cenários, onde a indústria da Construção Civil se insere. Os responsáveis pela implementação dessas áreas de vivência devem atentar para entender mais sobre a utilização da energia fotovoltaica nesses ambientes visando garantir o pleno funcionamento, principalmente em áreas sem acesso a rede elétrica ou com condições precárias.

Na prática, pode-se ter as seguintes utilizações da energia fotovoltaica em canteiros de obras, principalmente nas áreas de vivência:

- Refeitórios: podem ser fixos ou móveis, a depender do porte da obra ou sua localização. Os refeitórios móveis, por exemplo um container adaptado, tem a vantagem de poder ser deslocado através de reboque.
- Dormitórios: em empreendimentos que seja necessário que os funcionários fiquem no local, todo o conforto pode ser proporcionado com alimentação elétrica a partir da energia fotovoltaica.
- Escritórios: todas as instalações para o desenvolvimento laboral de tarefas de rotina ou sala de reunião, também podem ter a energia gerada por sistema fotovoltaico.

Willms (2017) apresenta as seguintes vantagens da utilização da energia fotovoltaica:

- Não é poluidora
- É autossuficiente
- É completamente silenciosa
- É uma fonte alternativa de energia
- Está disponível no local de consumo
- Um bom aquecedor consegue elevar a temperatura da água acima de 80 graus célsius

Conclui-se que a energia fotovoltaica é uma excelente opção para a sustentabilidade em canteiros de obras, trazendo ainda benefícios como a redução de custos, a disponibilidade de ser gerada em qualquer local do território nacional e a qualquer estação do ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por soluções inovadoras que auxiliem na agilidade da execução das obras por um lado e reduzam custos e geração de resíduos por outro, foram as principais influências deste trabalho. Sendo a energia solar um recurso renovável, de fonte inesgotável, disponível durante todo o ano, por um longo período do dia e que não gera poluentes, conclui-se que esse recurso é uma opção factível para a aplicação em canteiros de obras.

Nesse contexto, fomentar a utilização da energia fotovoltaica para a realidade do dia a dia dos canteiros de obras em todo o território nacional, de forma sistemática e técnica mostrou-se possível. Ainda que se careça de um aprofundamento em pesquisas desta aplicação específica, o objetivo deste artigo foi atingido.

A contribuição deste trabalho diante de um tema tão atual, destaca as vantagens da energia fotovoltaica sobre outras fontes de geração de energia, sendo uma tecnologia avançada e acessível, podendo ainda contribuir com a economia dos empreendimentos e despertar a busca por um aprofundamento na pesquisa de sua utilização em canteiros de obras.

A limitação de estudos específicos para a utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras, não apenas em aspectos técnicos, mas também de viabilidade econômica financeira é uma realidade. Para resolução desta lacuna, sugere-se o incentivo a futuros estudos para aprofundar o embasamento técnico e fomentar a utilização da energia fotovoltaica em canteiros de obras.

Ainda que haja uma necessidade de mais estudos da energia fotovoltaica utilizada especificamente em canteiros de obras, tudo que se conhece até hoje dessa tecnologia, indica como viável e satisfatória a sua utilização em canteiros de obras, trazendo grandes benefícios técnicos, ambientais e financeiros.

REFERÊNCIAS

BLUE SOL. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica** – Livro digital de introdução aos sistemas solares. Disponível em: < <http://www.blue-sol.com.br/> >. Acesso em: 10 set. 2020

CARVALHO, Micaele Martins de; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. **Nova economia**, [s. l.], v. 29, p. 459-485, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512019000200459&lang=pt. Acesso em: 25 nov. 2020.

COSTELLA, Marcelo Fabiano; JUNGES, Franciele Cristina; PILZ, Silvio Edmundo. Avaliação do cumprimento da NR-18 em função do porte de obra residencial e proposta de lista de verificação da NR-18. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000300007&lang=pt. Acesso em: 11 nov. 2020.

DIDONÉ, Evelise Leite; WAGNER, Andreas; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000300003&lang=pt. Acesso em: 12 nov. 2020.

LIMA, Ariane A. *et al.* Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v. 42, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172020000100406&lang=pt. Acesso em: 4 nov. 2020.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**: O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Editora UFSC/ Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2004.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Projeto e Implantação do Canteiro**. 3. ed. [S. l.]: O Nome da Rosa, 2008. 96 p. Disponível em: <https://www.lojaofitexto.com.br/projeto-e-implantacao-do-canteiro/p>. Acesso em: 8 set. 2020.

TAVARES, Denisia Araujo Chagas. **Gestão Pública de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Aracajú**: Um desafio ambiental. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Oliveira Lacerda de Melo. 2007. 159 p. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente) - Universidade federal de sergipe, [S. l.], 2007. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4106/1/DENISIA_ARAUJO_CHAGAS_TAVARES.pdf. Acesso em: 9 nov. 2020.

VALLÊRA, A. M. Meio Século de História Fotovoltaica. **Gazeta de Física**, Campo Grande, v.29, 2007.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações**. 2. ed. [S. l.]: Erica, 2012. 224 p.

WILLMS, Fabio Adriano. **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos isolados para alimentação de containers utilizados em canteiro de obra**. Orientador: prof. Dr. Jair Urbanetz Junior. 2017. 76 p. Monografia de especialização (Especialização em energias renováveis) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13671/1/CT_CEER_I_2016_07.pdf. Acesso em: 14 out. 2020.

A RELEVÂNCIA DO CONHECIMENTO DA MANUTENÇÃO E PINTURA CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM FACHADAS

THE RELEVANCE OF KNOWLEDGE OF MAINTENANCE AND CONTINUOUS PAINTING IN CIVIL CONSTRUCTION IN FACADES

Eliana Moreira da Silva

Sirlene Fernandes de Almeida

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

Ao contrário do que possa parecer, a execução de pintura e manutenção em fachadas de edificações são operações de grande importância para a sua vida útil. No entanto, existe a problemática da falta de manutenção periódica e as patologias existentes que comprometem a obra em um contexto global. Neste sentido, o objetivo é demonstrar a importância da pintura e da manutenção na construção Civil em fachadas, para evitar algumas de suas possíveis patologias e problemas que podem ser prevenidos. No estudo de caso fica evidente a carência de informações técnicas relevante para o cliente, principalmente ao nível de patologia e o material a ser utilizado, o desconhecimento ou negligência da periodicidade da manutenção predial, onde esse conjunto de falhas acarreta a perda da garantia do fabricante do material utilizado na pintura. Com os levantamentos qualitativos realizados nas inspeções em campo, foi constatado a presença de anomalias de diferentes origens e a falta de manutenções periódicas das edificações, apresentando patologias em lugares nos quais não foram especificados em laudo técnico feito para pintura. Portanto, não foi atingido um resultado satisfatório, se tornando frustrante para o cliente. Desta forma, espera-se colaborar com o conhecimento dos serviços de manutenção e pintura para obter um resultado de excelência que possa desfrutar da garantia do fabricante, em que é necessária uma investigação minuciosa das origens das causas de cada patologia. Diante disso, tratar adequadamente cada caso e não só mascarar os problemas existentes, e só assim o cliente obterá um resultado eficaz e com a garantia esperada.

Palavras-chave: Sistema de pintura (Construção civil). Patologia por falta de manutenção. Estudo de caso.

Abstract

Contrary to what it may seem, the execution of paintings and maintenance on building facades are operations of great importance for its useful life. However, there is the problem of the lack of periodic maintenance and the existing pathologies that compromise the work in a global context. In this sense, the objective is to demonstrate the importance of painting and maintenance in civil construction on facades, to avoid some of its possible pathologies and problems that can be prevented. In the case study, the lack of relevant technical information for the client is evident, mainly in terms of pathology and the material to be used, the lack of knowledge or neglect of the periodicity of building maintenance, where this set of failures leads to the loss of the manufacturer's warranty. of the material used in the painting. With the qualitative surveys carried out in the field inspections, the presence of anomalies of different origins and the inadequate maintenance of buildings was found, presenting pathologies in places where they were not specified in a technical report made for painting. In conclusion, a satisfactory result was not achieved, becoming frustrating for the customer. Thus, it is expected to collaborate with the knowledge of maintenance and painting services to obtain an excellent result that can enjoy the manufacturer's guarantee, in which a thorough investigation of the origins of the causes of each pathology is necessary. Therefore, to properly treat each case and not only mask existing problems, and only then will the customer obtain an effective result and with the expected guarantee.

Keywords: Painting system (civil construction). Pathology due to lack of maintenance. Case study.

INTRODUÇÃO

No âmbito da construção, a pintura é um sistema utilizado como revestimento de paredes, não só pela função decorativa, mas também pela sua capacidade protetora, influenciando no desempenho, durabilidade e valorização da edificação (UEMOTO, 2002). Neste sentido, insere na vida útil das fachadas dos edifícios, em que as preocupações com as manutenções contínuas devem ser maiores, uma vez que, estão mais suscetíveis a degradação sendo, por outro lado, a parte mais visível de uma construção.

A complexidade da conservação das fachadas está diretamente relacionada com as manutenções que são orientadas a serem realizadas a cada 5 anos no máximo, implicam um conjunto de técnicas interdisciplinar e profissional especializado, onde como exemplo de problemática estão as possíveis falhas em laudos técnicos, faltando investigações mais criteriosas, claras e específicas, somado a este fato está o desconhecimento do cliente com o material e os intervalos de manutenções.

Segundo o Projeto de Revisão da ABNT NBR 15575-1:2013 (2013, p. 42):

É necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário, sem o que se corre o risco de a *VUP* não ser atingida. Por exemplo, um revestimento de fachada em argamassa pintado pode ser projetado para uma *VUP* de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada 5 anos, no máximo (NBR15575-1,2013, p. 42).

Portanto, a manutenção deve ter início na etapa de projeto, onde são estabelecidos os procedimentos necessários à sua conservação e recuperação, bem como a capacidade de manutenibilidade e para elaborar um bom diagnóstico é necessário a identificação das manifestações, seguidas pelas caracterizações e sintomas, para no final identificar os mecanismos de degradações estabelecendo a origem real dos problemas, desde a fase de concepção do projeto à fase de uso e manutenção (PUJADAS, 2007).

Com o decorrer do tempo, as patologias surgem nas fachadas e se transformam em problemas que vão-se agravando, como pode ser demonstrado na Lei de Sitter, as correções tem mais durabilidade, se tornam mais fáceis de executar e com um valor financeiro menor, quanto mais cedo for programadas e executadas (HELENE, 1992).

Neste sentido, o objetivo é demonstrar a relevância da manutenção e pintura na construção Civil em fachadas, para evitar algumas de suas possíveis patologias e problemas que podem ser prevenidos. Com o estudo de caso, em um trabalho realizado em um grande condomínio em Vila Velha - ES, serão explanadas as problemáticas decorrentes de vários fatores que foram desde a falta de manutenção das edificações, com patologias em lugares nos quais não foram identificados e nem especificados em laudo técnico feito para pintura.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A RELEVÂNCIA DO CONHECIMENTO DA MANUTENÇÃO EM FACHADAS

Com o crescimento urbano, houve a necessidade de acompanhar, com mesmo ritmo, a quantidade das construções verticais, em consequência a falta de conhecimentos técnicos dos gestores de condomínios das suas reais necessidades são extremamente grandes, onde o problema mais grave está na demora das correções e manutenções que por vezes são inadequadas, que aliado a degradação natural, tem sido a grande causa para conscientização da modalidade de realização de inspeções, manutenções e pinturas contínuas (SHEBALJ, 2009).

O custo da manutenção aumenta de forma drástica, a medida em que existe a falta de conhecimento ou negligência em relação ao espaçamento das manutenções, em consequência o dispêndio será maior. Portanto, é importante consignar a existência de três normas direcionadas para o assunto: a NBR 5674:2012, que define os requisitos para a manutenção, conteúdo básico do relatório de inspeção, programa de manutenção auxiliando o proprietário ou síndico, ou empresa terceirizada responsável pela gestão da manutenção para atender a esta norma, a NBR 14037:1998 que define a manutenção como um conjunto de atividades realizadas ao longo da vida da edificação para conservar ou recuperar o desempenho a fim de

atender às prioridades e integridade dos usuários, e também temos a NBR 15575:2013, desempenho de edificações habitacionais, a qual possui seis sub-itens.

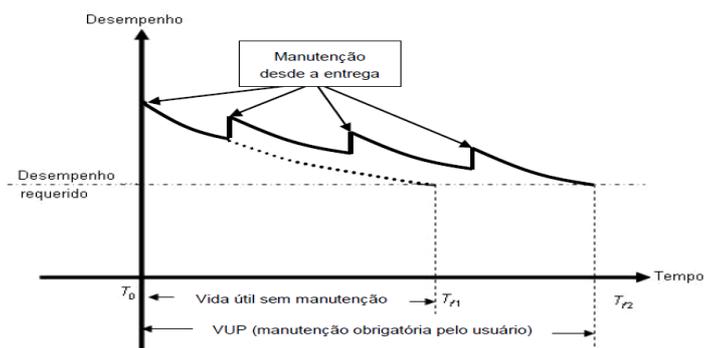
Não será aprofundada a citação dos seis sub-itens da norma NBR 15575:2013, por não ser relevante para o contexto, pois é uma informação de fácil acesso e a grande importância está em informar que cada um desses itens traz critérios e métodos para serem realizadas as avaliações de desempenho, com os seus parâmetros preestabelecidos, onde a norma, em contexto geral, está focada na ausência de erros ou pelo menos propiciar a diminuição destes, ou sinistros que possam trazer riscos a vida do usuário e faz configuração da responsabilidade e capacitação do profissional habilitado (SHEBALJ, 2009).

Portanto, o intervalo de tempo contido entre o início de uso e o momento em que perde seu desempenho, deixando de atender as prioridades do usuário pré-definido é denominado vida útil. O valor final esperado da Vida Útil (VU) é calculado em função da Vida Útil de Projeto (VUP) influenciado de maneira positiva ou negativa pelos intervalos das manutenções eficazes, intemperes e alguns fatores internos de cuidado do usuário e externos que são naturais não podendo ser controlados.

Neste contexto, a Figura 1 deixa bem definido a vida útil, seu desempenho verso tempo em relação à manutenção eficaz, sem correr o risco de a Vup não ser atingida, tendo como exemplo da fachada pintada a cada 5 anos no máximo em que se pode alcançar dentro do projeto um valor de VUP que pode chegar até 25 anos, se estas principais ações não forem realizadas a VU real poder ser seriamente prejudicada (NBR 15575:2013).

O valor teórico VUP deve ser determinado no projeto para cada parte, em específico, da edificação não podendo ser inferior à Tabela costada na NBR 15575:2013. Na tabela 1, está o valor de VUP para a área externa de uma edificação com objetivo de atingir uma durabilidade esperada adaptável com a Vida Útil de Projeto (NBR 15575:2013).

Figura 1-Desempenho ao longo do tempo



Fonte: NBR 15575-1 (2013, p. 43).

Tabela 1- Vida útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima - anos
Vedação vertical externa	≥ 40
cobertura	≥ 20

Fonte: Adaptado da NBR 15575-1 (2013, p. 27).

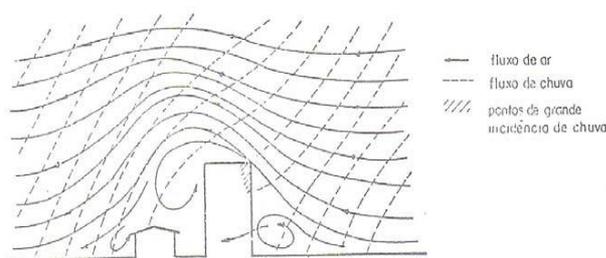
Patologias por falta de manutenção

As manifestações patológicas são evolutivas e tendem a se agravar com o decorrer do tempo, sendo capazes inclusive de gerar outras patologias se não for corrigido o problema ou negligenciada a realização das manutenções, podendo impactar diretamente no desempenho e na vida útil das edificações ou de seus componentes (SHEBALJ, 2009).

A relevância será focada nas patologias mais recorrentes nas fachadas, pois são elementos mais propícios à degradação, seja pelo processo natural ou agressividade do ambiente, devendo ser diagnosticado com a observação dos sintomas e defeitos que na maior parte é visual, detectando sua origem e causa, para que seja mais descomplicado e eficaz determinar as medidas para solucionar o problema definitivamente (HELENE, 1992).

De acordo com Lopes (2004), os agentes climáticos, causadores de intempéries, e a localização do edifício conforme o ângulo de exposição, são determinantes para a durabilidade da fachada, especialmente quando estes estão mais suscetíveis à pulverulência, ajudando de forma significativa os agentes biológicos na degradação da fachada. A figura 2 representa a incidência da chuva sobre a fachada, combinado com o fluxo de vento, onde se torna fundamental a impermeabilização da fachada, pois a água é um dos principais causadores da degradação destas.

Figura 2 – Incidência da chuva sobre a fachada



Fonte: Bauer (1988).

É importante demonstrar no quadro 1 o nível de agressividade com foco no ambiente externo e no quadro 2 a verificação do grau de agressividade da atmosfera, classificado de acordo com o ambiente em que se encontra a construção.

Quadro 1 - Classificação do grau de agressividade

Grau de agressividade	Ambiente externo
Fraco	Área afastada da orla marítima (mais de 10km), não industrial e com regime de chuva médio.
Moderado	Área próxima à orla marítima, urbana ou semi-industrial, com regime de chuva médio.
	Área afastada da orla marítima, urbana ou semi-industrial, com poluição atmosférica média, mas afastada de fontes de poluição.

Intenso	Área dentro da orla marítima (até 3Km), não industrial, com regime e chuva intenso.
	Área industrial, com poluição atmosférica elevada.

Fonte: Adaptado de Uemoto (2002).

Quadro 2 - Classificação do ambiente quanto à agressividade da atmosfera local

Classificação	Atmosfera
Baixa	Área não industrial (Rural e urbana)
Média	Área semi-industrial
Elevada	Área industrial e marítima

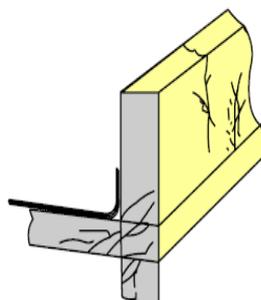
Fonte: Uemoto (2002)

Uemoto (2002) sugere o uso de platibandas, com frisos e pingadeiras para permitir a dissipação de água das superfícies, pois possuem uma facilidade de reter água que podem saturar e, no decorrer do tempo, começa a desenvolver patologias. Segundo Uemoto (2005), um maior cuidado deve ser direcionado as construções verticais devido à sujeira que é arrastada durante a chuva pela fachada, pois com a geometria adequada da edificação pode minimizar o fluxo de água evitando manchas e retardando a perda de desempenho do sistema de pintura.

Segundo Verçoza (1991), outros grandes problemas causados pela umidade tem consequência de vazamentos em lajes de cobertura, terraços e reservatórios, que é de fácil solução, mas difícil de se atingir um bom resultado onde deve ser verificado se as platibandas adjacentes estão com rachaduras, trincas ou fissuras, pois de acordo com o autor, existe maior probabilidade da água penetrar nas fissuras da platibanda ficando por baixo do sistema de impermeabilização, gerando sintomas equivalentes à impermeabilização perfurada, onde deve ser feito a manutenção com processo de impermeabilização de dentro para fora.

As infiltrações das janelas, como relata o autor, ocorre devido à ausência de peitoril e tijolos com problema de impermeabilização. Outra verificação é nas redes pluviais ou hidráulico-sanitárias, que geralmente a infiltração ocorre dentro da laje ou nas conexões entre ralos e tubulações (VERÇOZA,1991). A Figura 3 representa a configuração de corte da estrutura para ser visualizado a situação de infiltração citada anteriormente neste parágrafo.

Figura 3 – Rachaduras, trincas ou fissuras que causam infiltrações



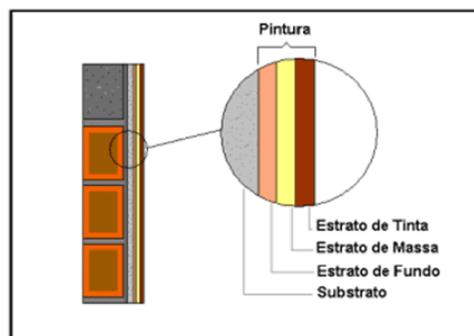
Fonte: Adaptada de Verçoza (1991).

A importância do Sistema de Pintura

De acordo com Azeredo (2006) na pintura arquitetônica, cuja função primária é vista como decorativa, não se pode desprezar as funções protetoras, e sem dúvida, deve ser incorporada na fase de projeto e planejamento da edificação, considerando suas características e especificações do fabricante.

Sua utilização inclui, além das tintas, os vernizes e fundo preparador sendo de uso tanto interno como externo, aplicados sobre diversos tipos de panos compondo um conjunto de camadas a serem aplicadas nas superfícies que receberão o tratamento, formando superficialmente uma película resistente à ação dos agentes de degradação. Na figura 4 demonstra com mais clareza o conjunto das várias camadas que recobrem um substrato com o sistema de pintura aplicada (BRITTEZ, 2007).

Figura 4- Sistema de pintura.



Fonte: Britez (2007).

Para conseguir uma pintura homogênea que mantenha um bom acabamento na maior parte da vida útil e retardamento da perda de desempenho, é necessário que esta seja aplicada corretamente, respeitando os requisitos importantes para sua aplicação e utilizando um sistema de pintura adequado para cada tipo de substrato e de tinta, sem deixar de considerar o ambiente em que será executada (AZEREDO, 2006).

De acordo com Bauer (1988), as tintas se distinguem por seus elementos constituintes: o pigmento (parte sólida) e aglutinante ou veículo, em que consiste em uma suspensão de partículas opacas em um fluido, que tem função cobrir ou proteger, ou decorar a superfície; este, por sua vez, possui a propriedade de aglutinar as partículas que forma a película de proteção.

Os aditivos cuja função é responsável pela correção, melhorias das tintas e proporcionam condições especiais diversas; por outro lado, mesmo com os aditivos, a qualidade pode ser alterada de acordo com sua formulação na quantidade de resina, pigmento e porção líquida. Os três principais indicadores que podem aumentar a qualidade da tinta, são o teor de sólidos, tipo de pigmentos e a quantidade de óxido de titânio. É importante conhecer os componentes e proporções em sua formulação que estimula algumas propriedades específicas atingidas de acordo com a função desejada (CUNHA, 2011).

Breitbach (2009), acrescenta que há um método utilizado na fabricação das tintas, que tem por objetivo promover maior particularidade à mesma, com o acréscimo de aditivos como fungicidas, algicidas e bactericidas. Além de aumentar a

durabilidade, estes componentes favorecem a eliminação dos agentes microbiológicos.

Observando o porte e o tipo de construção, o detalhamento da fase executiva, muitas vezes, é negligenciado por não ser financeiramente viável, entretanto, no mínimo vale citar duas normas, direcionadas para o sistema de pintura, que são a NBR 13.245/95 – Execução de pinturas em edificações não industriais, que define o tipo de substrato e o ambiente no qual será realizada a pintura, onde o meio poderá ser interno ou externo, seco ou úmido, agressivo ou não agressivo e a NBR 15.079/04 – Tintas para construção civil – Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais – Tintas látex econômicas nas cores claras.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada dividiu-se em duas etapas: revisão bibliográfica e estudo de caso. A etapa de revisão bibliográfica e exploratória com abordagem qualitativa possui uma cronologia de 1988 a 2013, por não está sendo dada a devida relevância ao assunto abordado, houve dificuldade de encontrar material específico mais recente.

A análise envolveu livros antigos e/ou recebidos por e-mail por causa de pesquisas anteriores realizadas em sites como “academia.edu”, “biblioteca digital”, “docero.com.br”, “docsity.com”, entre outros que ainda enviam materiais já pesquisados em 2019 com palavras chaves como “pintura na construção civil”, “inspeção, manutenção e pintura”, “Patologias em pinturas” em publicações nacionais e de livros como Verçoza (1991) e Uemoto que possuem uma material vasto, porém dentro do contexto foi utilizado uma de suas edições publicadas em 2002 e um boletim Técnico de 2005.

Foram estudados periódicos: Bauer (1988) e Shebalj (2009); e para tentar abordar temas mais recentes foram estudados oitenta e sete teses, dissertações e artigos nacionais e internacionais, sendo escolhidos apenas quatro por serem mais específicos para a contextualização e por ser muito repetitivos os autores já abordados, ficando portanto a parte técnica embasada em NBRs, tendo como exemplo as NBR 13245/95 e NBR 15575/13, entre outras.

Na etapa do estudo de caso de caráter qualitativo, observacional, particionado com a pesquisa documental, para melhor entender o caso, tendo como instrumento para a coleta de dados, realizada no período de 10 de Agosto de 2020 a 14 de agosto de 2020, fotografias, Laudo Técnico e tomada de preço apresentado pelo engenheiro que é responsável técnico do Condômino contratante, o Laudo técnico de resposta da AkzoNobel responsável pela fabricação da tinta Coral e a observação de cronograma da obra entre outros documentos apresentados pelo dono da empresa que executa a manutenção.

O estudo de caso foi realizado com mentoria de dois engenheiros, um responsável pelo condomínio e o outro pela empresa que executa a manutenção, no período de 10 de agosto de 2020 a 30 de outubro de 2020.

O Condomínio Atlântico Sul 1ª Etapa foi autorizado para funcionamento em 23/01/1981 conforme livro de Atas nº 01 pág. 16 fr, em uma área de 138.291,76 m² constituída por 130 prédios com 1040 apartamentos em 26 blocos e 04 pavilhões. O empreendimento tem destinação exclusivamente residencial, situado na Avenida Santa Leopoldina, n.º 1.200, Bairro Coqueiral de Itaparica, Vila Velha, ES, a primeira etapa do Parque Coqueiral de Itaparica.

Após 20 anos sem passar por qualquer tipo de manutenção, há diversas patologias existentes a serem sanadas. Diante do exposto, foi dado início a uma recuperação estrutural e de pintura em setembro de 2018, somente nas áreas externas como muros, pavilhões, portarias, cerimonial, oficina, almoxarifado, panos externos das edificações, casas de forças e central de correspondência, totalizando uma área de 79.899,70m², com programação de ser finalizado em maio de 2021.

Portanto, houve uma abordagem diferenciada mediante os problemas apresentados após a execução de cada etapa do serviço, onde existem manifestações patológicas que comprometem o desempenho da pintura, com isso o objetivo é de analisá-las, entender todo processo e propor possíveis soluções aos problemas encontrados.

Contudo, o Condomínio juntamente com seu Engenheiro Civil e Fiscal da obra, notificou a empresa contratada e a fabricante da tinta Coral, por não estar satisfeita com a pintura que apresenta diversas manchas e bolhas nas áreas da platibanda,

caixa de água e alguns panos de paredes, especificamente em baixo do peitoril das janelas antigas e áreas molhadas particulares.

Mediante a problemática, inicia-se uma investigação minuciosa para estudar e rever todo o processo, sendo assim realizada a análise de alguns aspectos que envolvem o procedimento de pintura no contexto global, pois estes dados deram subsídios para uma intervenção sistêmica do planejamento deste serviço de modo consistente, levando em consideração não apenas o serviço em si, mas todas as falhas desde o planejamento e contratação à fase final da pintura.

ENTENDENDO A PROBLEMÁTICA

No mês de julho de 2018, o Condomínio Atlântico Sul contratou os serviços de uma Empresa de Engenharia Civil especializada em consultoria e Laudo Técnico para o levantamento de todos os problemas a serem sanados, quantitativos, materiais a serem empregados, fiscalização e acompanhamento da obra.

No Laudo Técnico está descrito que a pintura externa das edificações apresenta a presença de algas, calcinadas, descascando, com fuligem impregnada, pontos com proliferação de mofo, umidade decorrente de infiltrações de unidades privadas e sua estrutura executada em parte com concreto aparente, trincas e fissuras, o qual posteriormente recebe o cobrimento da pintura, diversos pontos de deterioração decorrentes da falta de recobrimento, o relatório fotográfico, o levantamento de planilha com quantitativos e planilha com levantamento de todos os serviços a serem executados, como demonstra a seguir.

O Relatório fotográfico apresenta as condições e o detalhamento de todas as fachadas e objetos da Tomada de Preços. Na Fotografia 1, demonstra várias patologias, entre elas, descascamentos, trincas, fissuras e infiltrações nas unidades privadas e platibandas.

Fotografia 1- Patologias de descascamento, fissuras, trincas, infiltrações nas unidades privadas e platibanda.



FONTE: Laudo Técnico (2018).

A Fotografia 2 demonstra mais algumas patologias agravadas pelo prolongamento do tempo sem manutenção, como ferragens expostas, patologias na platibanda com infiltração na caixa d'água e com presença de mofo.

Fotografia 2 - Ferragens expostas e patologia na platibanda com infiltração na caixa d'água e presença de mofo.



FONTE: Laudo Técnico (2018).

O quadro 3 demonstra a planilha com a especificação de todos os serviços a serem executados.

Quadro 3 – Detalhamento dos serviços a serem executados e orçados.

SERVIÇOS	ÁREA	UND
Recuperação da estrutura: Correção dos pontos onde a ferragem está exposta, recomendamos a execução do recobrimento com metodologia adequada de acordo com a NBR 6118 - Projeto de estrutura de concreto, onde estabelece o comprimento mínimo para vigas, pilares e lajes, conforme segue: escareamento das áreas afetadas, tratamento de ferragem com o produto antioxidante e recomposição do concreto com argamassa de alta resistência	1	VB
Junta de dilatação: recomendamos a retirada do mástique que preenche a junta e a substituição do mesmo por outro, bem como a aplicação de um elastômero na camada superior da junta de forma a evitar a percolação de água pela mesma.	1	VB
Platibanda: correção de trincas e fissuras, recomendamos que as mesmas devam ser escareadas, aplicadas pela de fixação e recomposto o revestimento.	10.643,31	m ²
Preparação da superfície para pintura, recomendamos raspar e fixar as superfícies até a remoção completa das manchas, executar uma lavagem superficial e aplicaram 1 solução de água e água sanitária (1:1) em toda a superfície; aguardar 6horas. Nas áreas onde o reboco estiver deteriorado deverá ser feita a remoção do reboco, com a recomposição do mesmo. A guardar a cura da superfície.	79.896,70	m ²
Onde houver descascamento e rebocou desagregado, efetuar a raspagem com espátula e escova de aço. Esses pontos deverão ser restaurados com argamassa - recomposição do reboco. Deixar secar curar.	1	VB
Lixar todas as outras partes da superfície com lixa para ferro grana 150 a 180. Se a superfície apresentar brilho, lixar até o fosqueamento da mesma. Eliminar pó com pano umedecido em água e deixar secar completamente.	1	VB
Aplicar uma demão de fundo preparador de parede a base de água, sem diluição, utilizando rolo de lã ou pincel. Deixar secar 4horas.	71.762,30	m ²
Pintura: Sobre as áreas de concreto aparente (vigas e pilares), será aplicado com o fundo uma demão de tinta látex acrílica com rolo de lã e pincel na mesma cor da tinta a ser definida posteriormente. Após a secagem da mesma aplicar três demãos de tinta Coral Acrílico Total ou similar.	24.348,18	m ²
Pintura: Sobre as áreas de reboco, platibandas e vigas de base, será aplicado com o fundo uma demão de tinta látex acrílica com rolo de lã e pincel na mesma cor da tinta a ser aplicada posteriormente. Após a secagem da mesma aplicar três demãos de tinta Proteção Total Sol e Chuva (emborrachada) ou similar.	47.075,44	m ²
Muro, pavilhão 1, 2, 3, 4 e portaria: será aplicado com o fundo uma demão de tinta látex acrílico com rolo de lã e pincel na mesma cor da tinta a ser definida posteriormente. Após a secagem da mesma aplicar três demãos de Coral Acrílico Total ou similar.	8.134,40	m ²
Esquadilhas metálicas: caixas, portas de acesso ao condomínio e corrimão: recomendamos que as referidas esquadilhas recebam tratamento e pintura, de forma a perfeita manutenção das mesmas, no entanto, como cada um dos blocos possui diferentes tipos, recomendamos que o condomínio determine a forma mais justa de atender a tal recomendação.	1	VB

FONTE: Adaptado Laudo Técnico (2018).

Diante do processo de licitação realizada, constatou-se que a empresa contratada para realizar a execução do serviço possui referência no mercado, prestando serviço de qualidade, com grande responsabilidade e segue todos os procedimentos de recuperação estrutural e tratamento de trincas na fachada.

Analisando a tinta usada na pintura, percebe-se que é um produto nobre, de alto poder de proteção inclusive proteção térmica, acústica e impermeabilização, mas para ter a garantia do produto, o fabricante ressalva que o substrato deve ser devidamente tratado e cuidado para receber a pintura, pois ao contrário este tipo de tinta não aceita retoques e tem o seu desempenho comprometido.

Contudo, evidencia-se o fato de que não houve o cuidado do vendedor que vendeu a tinta em saber quais superfícies seriam aplicadas este tipo de produto, ou seja, não teve um conhecimento claro do substrato o qual a tinta seria aplicada, apenas focou em vender seu o produto e após a venda entregou a ficha técnica, a qual deve ser seguida, sem ressaltar ao cliente a importância de que o substrato estivesse adequadamente impermeabilizado e preparado para receber a tinta.

No entanto, o cliente mesmo com falta de conhecimento ou negligência, entre outros fatores, executa a manutenção tardia após muitos anos sem realizá-la, somado a não ter conhecimento de obra, nem de material e com um limite financeiro para a executá-la, contrata uma empresa especializada em diagnósticos a qual fica responsável por todas as etapas da obra, desde o planejamento, contratação da empresa a qual executa os serviços levantados por ela até a fase de acabamento, exceto a escolha da tinta ficando a cargo da gestora do condomínio.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Ao entender e analisar todos os fatos, percebe que o cliente foi negligente ao demorar 20 anos para fazer a manutenção, escolher a tinta apenas comparando preço, por ser uma tinta nobre, sem conhecer o produto acarretando um alto investimento.

A investigação constatou que o maior erro desencadearia por meio do Laudo Técnico, pois os levantamentos apontam que foi realizado uma vistoria superficial

especificando as patologias somente em pontos aparentes, não fazendo uma investigação minuciosa como deveria ser para identificar a raiz do problema e tratar de forma eficaz para só então receber a pintura. Além da falta de assessoria ao cliente, onde o responsável técnico, não reconhece o fato e prefere responsabilizar a empresa a qual está executando os serviços e a fabricante da tinta, os quais comprovaram documentalmente o porquê não se alcançou o resultado esperado.

As fotos abaixo demonstram as consequências do longo tempo sem manutenção e das falhas do laudo técnico na identificação de trincas e fissuras na área interna das platibandas que deveriam ter sido tratadas, janelas antigas ainda de madeira com peitoril em madeira que deveriam ter sido trocadas, infiltrações nas áreas particulares e caixa d'água que deveriam ter sido sanadas, o que compromete o desempenho da tinta e a execução do serviço não planejado que gera acréscimo financeiro.

Além dos serviços contratados, especificados na planilha orçamentaria e as recomendações técnicas da fabricante da Coral tinta, a empresa que executa a manutenção e pintura está agregando valores objetivando a melhoria dos serviços, como por exemplo o assentamento de pingadeira de granito na platibanda, que ameniza grande parte da problemática de escoamento da água da chuva diretamente na parede da platibanda, que apresentava comprometimento em sua estrutura e reboco.

A fotografia 3 demonstra claramente a consequência, no pano pós concluído, por causa da infiltração em janelas antigas de madeira com peitoril em madeira que deveriam ser substituídas antes da etapa de pintura.

Fotografia 3 – Janelas antigas de madeiras com peitoril de madeira apresentando infiltrações pós concluído a pintura



FONTE: Autoria própria (2020).

Na fotografia 4 demonstra as consequências de algumas fachadas pós concluídas, com infiltração na caixa d'água, pano onde fica a escada e na platibanda.

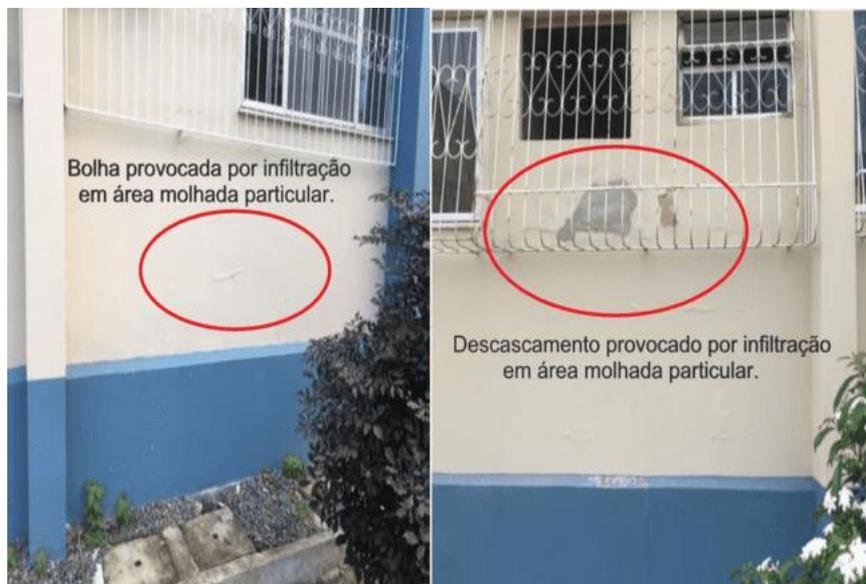
Fotografia 4 – Comprometimento da pintura por infiltrações na caixa d'água, área escada e platibanda



FONTE: Autoria própria (2020).

A fotografia 5 demonstra as consequências de alguns panos pós concluídos, com infiltração em unidade privada de área molhada.

Fotografia 5 – Comprometimento da pintura por infiltração em área molhada particular



FONTE: Autoria própria (2020).

A fotografia 6 demonstra algumas das fachadas pós concluídas, com manchas de retoque no pano causado por infiltração em áreas particulares, na platibanda e caixa d'água.

Fotografia 6 – Comprometimento da pintura com retoques e manchas causadas por infiltração



FONTE: Autoria própria (2020).

A fotografia 7 demonstra patologias que deveriam ser sanadas antes da pintura: platibanda com trincas tanto interno quanto externo, mas de acordo com o laudo técnico foi orçado e planejado a execução do reparo apenas na parte externa e com o limite financeiro, da contratante, não pode ser executados a manutenção com tratamento e impermeabilização na área interna das platibandas.

Fotografia 7 – Estado crítico das áreas externas e internas em maioria das platibandas do Condomínio Atlântico Sul



FONTE: Autoria própria (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o material revisado é então elaborada análise crítica da utilização das inspeções, manutenções preventivas e pintura na Construção Civil. Existem diversas possibilidades para o sucesso da pintura, que inclui o conhecimento do sistema no contexto global, que se inicia desde a fase do projeto da obra até a pintura propriamente dita. Uma boa pintura, com certeza, protege garantindo uma melhor durabilidade e valoriza muito mais a edificação ou construção.

Embora seja vista como uma fase de embelezamento dos edifícios, a pintura não deve ser usada como um meio para corrigir as falhas que possa vir apresentar. Assim, especificar, executar e controlar bem o sistema de pintura deve contribuir significativamente para a melhoria da qualidade na Construção Civil.

Portanto, diante da investigação e estudo realizado, são evidentes as falhas da empresa contratada para fazer o levantamento, diagnóstico, formulação do Laudo técnico, consultoria e esclarecimento técnico para o cliente. É importante chamar a atenção para a falha do cliente em contratar a primeira empresa, mesmo que por indicação, para fazer a vistoria e Laudo técnico das manutenções sem consultar outras empresas, pois ao contrário, a empresa contratada para executar o serviço passou por um processo de licitação com outras 20 empresas participantes.

Entretanto, a obra está com 72% concluída e apresentando muitas patologias, não especificadas em laudo, que não foram sanadas devido ao limite financeiro da contratante e patologias que foram sanadas, acrescidas durante a execução da manutenção, para tentar amenizar o impacto no resultado, ficando coerente que a empresa que executa a manutenção não deve ser responsabilizada por essas falhas, uma vez que não pode exigir que a contratante tenha verba para executar toda manutenção necessária para alcançar o resultado esperado.

Diante de tanta problemática, a fabricante não se responsabiliza pela durabilidade, proteção e garantia, pois o cliente não tem como seguir as exigências pedidas, no manual da tinta, gerando condições agressivas ao produto. A solução para essas patologias seria a troca de todas as janelas antigas e danificadas por janelas novas e com peitoril em granito, tratar e impermeabilizar as platibandas na parte interna, sanar as infiltrações particulares e impermeabilizar as caixas d'água, só assim o cliente obteria a garantia do fabricante, um serviço de qualidade com a satisfação desejada.

Objetivando melhorar a qualidade e a produtividade na execução de obras, deveria ser mais divulgada a importância da manutenção preventiva, pintura, inspeção criteriosa e todas as etapas necessárias para atingir o desempenho esperado. Não existe um trabalho de fiscalização educativa para levar esse assunto ao conhecimento a todos. Tanto que houve dificuldade em encontrar materiais mais atualizados para este estudo, encontrando bons autores dentro da nossa realidade em livros mais antigos e como ressalva as NBRs que apenas profissionais da área recorrem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13245** –Execução de pinturas em edificações não industriais. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037** – Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079** –Tintas para construção civil – Especificação dos requisitos mínimos de desempenho de tintas para edificações não industriais – Tintas látex econômicas nas cores claras. Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674** - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Projeto de Revisão ABNT NBR 5674, Rio de Janeiro, 2012.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. 8ª Reimpressão. São Paulo: Editora Edgard BLÜCHER LTDA, 2006. ISBN 85-212-0042-0.

BAUER, E. Recomendações para prevenção da penetração de chuva em fachadas, com o objetivo de aumentar a vida útil de seus componentes. in: **Anais Seminário sobre Manutenção de edifícios** – Escolas postos de saúde, prefeitura e prédios públicos em geral, Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988, p.52-64.

BREITBACH, Aécio de Miranda. **Avaliação da influência das cores sobre a biodeterioração da pintura externa**. Orientador: Janaíde Cavalcante Rocha. 2009. 99 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92387>. Acesso em: 14 ago. 2020.

BRITEZ, Alexandre Amado. **Diretrizes para especificação de pinturas externas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa**. Orientador: Professor Doutor Luiz Sérgio Franco. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-26072007-165123/pt-br.php>. Acesso em: 14 ago. 2020.

CUNHA, Andreza de Oliveira. **O Estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa**. Orientador: Prof. Abdias Magalhães Gomes. 2011. 129 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-9A5G8K>. Acesso em: 18 ago. 2020.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

LOPES, C. **Anomalias dos Revestimentos por Pintura** – Paredes Exteriores: técnicas de inspeção e avaliação estrutural. Construlink Press. 2004.

PUJADAS, F. Z. A. Inspeção Predial – Ferramentas de Avaliação da Manutenção. **XIV COBREAP**: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Bahia, 2007. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2013/02/Inspecao-Predial-Ferramenta-de-Avaliacao-da-Manutencao.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SHEBALJ, Vera Lúcia de Campos Corrêa. **Inspeção predial**: Série de cadernos técnicos. Paraná: assessoria de comunicação do CREA-PR, 2009. 30 p. *e-book* (30 p.).

UEMOTO, K.L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. 1. ed. São Paulo, S.P.: Editora O Nome da Rosa, 2002.

UEMOTO, Kay Loh, SILVA, Josias. **Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo**. Boletim Técnico. SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.

ADIÇÃO DE FIBRAS PARA PREVENÇÃO DE FISSURAS NO CONCRETO

ADDITION OF FIBERS TO PREVENT CRACKS IN THE CONCRETE

Demétrius Ribeiro Cária

Profº Raphael Pereira

Resumo

O CRF (concreto reforçado com fibras) pode ser definido como um material composto de cimento Portland, agregados, e reforçado com fibras, que vem sendo usado desde 1960 com o propósito de aprimorar as propriedades do concreto e combater patologias, evitar fissuras, tratar das fraquezas do concreto, um dos produtos mais utilizados na construção civil mundialmente falando. O objetivo deste trabalho é demonstrar as vantagens e desvantagens da agregação de fibras metálicas (aço) para reforço de concreto. Para elaboração do trabalho seguiu-se técnicas qualitativas de pesquisa, de revisão de literatura, explorando ideias e conceitos contidos em livros, artigos, catálogos técnicos, sites especializados e monografias, a principal finalidade é expor essa nova tecnologia que mesmo fazendo parte de obras na construção civil por mais de meio século, não é muito utilizada e conhecida no Brasil. O principal resultado do artigo foi destacar as vantagens na aplicação de fibras metálicas no concreto convencional, dentre elas o aumento de resistência mecânica na tração e no controle de fissuração. Como conclusão destacou-se as principais condicionantes para garantir o desempenho eficiente do Concreto reforçado com fibras de Aço (CRFA), explicar o processo de interação entre os componentes e a pouca utilização no Brasil de uma tecnologia que veio para melhorar o desempenho do concreto.

Palavras-chave: Tração, concreto reforçado com fibras metálicas, fissuração, vantagens e desvantagens, concreto convencional.

Abstract

Fiber reinforced concrete (CRF) can be defined as a material made with Portland cement, aggregates, and fiber reinforced, which has been used since 1960. The objective of this work is to demonstrate the advantages and disadvantages of the aggregation of metallic fibers (steel) for concrete reinforcement. To elaborate the work, qualitative research techniques made available by GIL (2002), of literature review, exploring ideas and concepts contained in books, articles, technical catalogs, specialized websites and monographs were followed. With the main purpose of exposing this new technology that even though it has been part of construction works for more than half a century, it is not widely used and known in Brazil. Highlight its advantages in the application in conventional concrete, among them, one of the main ones: increase of mechanical resistance in the traction and in the crack control. Main constraints that to guarantee the efficient performance of Concrete reinforced with Steel fibers (CRFA), explain the process of interaction between the components.

keywords: Traction, concrete reinforced with metal fibers, cracking, advantages and disadvantages, conventional concrete.

INTRODUÇÃO

O concreto convencional formado por agregados e aglomerantes (areia, brita, cimento, aditivos e água) possui características que lhe garante o posto de material estrutural mais utilizado do mundo e dos mais utilizados no setor de construção civil.

Conforme Figueredo (2011), esse fato se dá por conta do menor custo e facilidade para se emoldar as assinaladas condições de trabalho/produção. Contudo, ainda possui deficiências tais como, objeção de ocupar espaços em peças complexas e com armações fechadas, transpassar telas, apresenta também baixa ductilidade, baixa retração plástica, pouca impermeabilidade para ambientes úmidos, originando patologias tais como fissuras e trincas, desagregação, erosão e desgaste, dentre outros, e o agravante de ter sua qualidade aferida apenas depois da cura, depois da peça produzida. A amenização ou extinção destes desprovimentos viraram temas de pesquisa entre vários especialistas da área, resultando no surgimento de concretos com traços especiais, que trouxeram avanços significantes em relação ao tradicional com concreto simples tipo convencional.

Concretos especiais caracterizam-se como materiais específicos devido ao aperfeiçoamento de sua tecnologia, melhorando imperfeições do concreto simples tradicional em alguns casos incorporando propriedades não inerentes, além de suprir particularidades específicas de cada projeto/obra e serem aplicados em locais e circunstância onde o concreto convencional não é o indicado para ser aplicado (FIGUEIREDO *et al.* 2004).

Contudo, desenvolveram-se traços distintos, concretos leves, de cura rápida, autoadensáveis, concretos pesados, com retrações compensadas, com adição de polímeros, aditivados, com adição de fibras de aço ou metálicas ou fiber steel, com macro fibras, com microfibras, com polipropileno, dentre outros.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é demonstrar a viabilidade e importância da aplicação de fibras metálicas, criando-se assim o concreto reforçado com fibras de aço – CRFA, que consiste em uma mistura composta de 02 materiais distintos, concreto em sua composição tradicional (água, areia, cimento, brita) e fiber steel. O resultante, um material combinando características de apropriadas, visando melhorar o desempenho da estrutura. O concreto reforçado vem para prover as

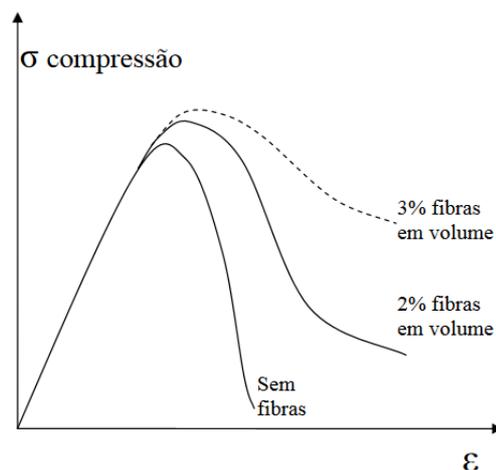
fragilidades do concreto simples convencional, porém seu uso exige estudos de compreensão e aperfeiçoamento em seu comportamento estrutural.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

PROPRIEDADE MECÂNICA

Conforme Prof. Sidney *Mindess da ASME – American Society of Civil Engineers* (2002), as fibras têm poucos resultados nas propriedades mecânicas estáticas, quando se usa pouca quantidade de fibras. A resistência à compressão, não aumenta mais que 25%, mesmo com grande volume de fibras de aço (2% em volume).

Figura 01: Resistência a compressão



Fonte: Ime,(2020)

Segundo Góis (2010), a mais enfatizada delimitação do concreto simples convencional é a baixa resistência para tração, podendo variar de 7 a 10% à compressão, o CRFA é uma das possibilidades mais utilizadas para melhorar o dinamismo à tração.

Mehta e Monteiro (2014) enfatizam que resistência a impacto é uma das deficiências graves do concreto, que tem sido elaborado pela utilização da micro armadura de reforço, no caso as fibras.

De forma geral, são classificadas como fibras naturais, fibras artificiais ou fibras sintéticas. As artificiais subdividem-se em orgânicas e inorgânicas. Dentro das inorgânicas encontramos as de carbono (CF), de vidro (GF), cerâmicas (CEF) e metálicas (MTF) (JÚNIOR E ROCHA, 2011).

Divergem entre si pela composição química e física, propriedades mecânicas e resistência quando expostas aos meios mais agressivos (VENDRUSCOLO, 2003).

Para Madeiro (2019), dentre os mais diversos tipos de fibras, como: amianto, acrílico, algodão, náilon, poliéster, polietileno, polipropileno, rocha, as fibras de aço são mais dispostos para aplicações estruturais tendo em conta em muitas aplicações não estruturais.

FIBRAS DE AÇO

Normatizadas pela ABNT: NBR 15530: 2007–Fibras de aço para Concreto:

As fibras de aço Dramix® para reforço de concreto são produzidas a partir de fios de aço treilados de primeira qualidade e têm ancoragem nas dobras das suas extremidades, em forma de gancho. Assim, elas apresentam maior resistência mecânica. Seus comprimentos variam de 30 mm a 60 mm e os diâmetros de 0,55 mm a 0,90 mm. A resistência à tração da Dramix® (Figura 2) é sempre superior a 1.000 MPa (ARCELOR MITTAL, 2016).

Figura 02: Fibras de aço

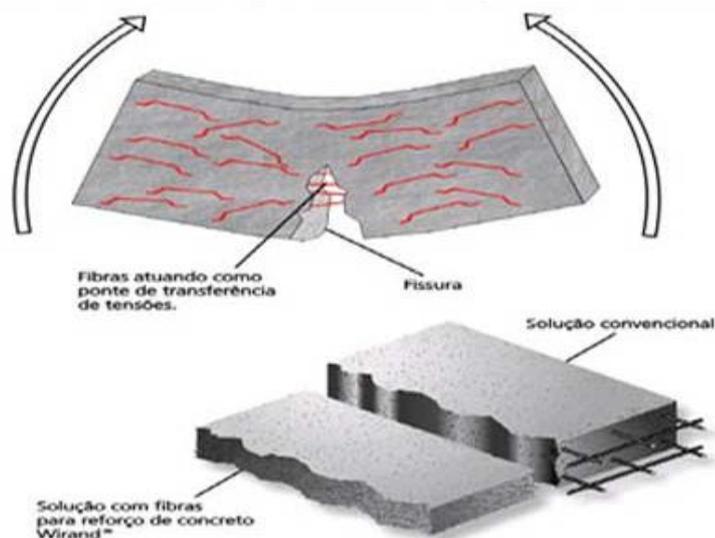


Fonte: Arcelor Mittal, (2016)

Sua aplicabilidade é para reforçar o concreto, podendo substituir completamente a armadura tradicional em várias aplicações como pisos e pavimentos, principalmente industriais, usar em revestimentos de túneis com aplicação de concreto projetado e

em anéis segmentados, elementos pré-fabricados como tubos de concreto, refratários, placas, cofres etc. (Figura 3).

Figura 3 – Ação da Fibra de aço



Fonte: Fórum da Construção (2018)

CONCRETO REFORÇADO COM FIBRA DE AÇO E A AÇÃO DAS FIBRAS NA MATRIZ CIMENTÍCIA

O concreto em sua composição convencional apresenta limitações relacionadas a seu comportamento, fragilidade, flexibilidade, dentre outros. Isso se deve as constantes ações das cargas externas, como a tração, mudanças extremas de temperatura, constante umidade do meio ambiente e pelo efeito da retração hidráulica no material.

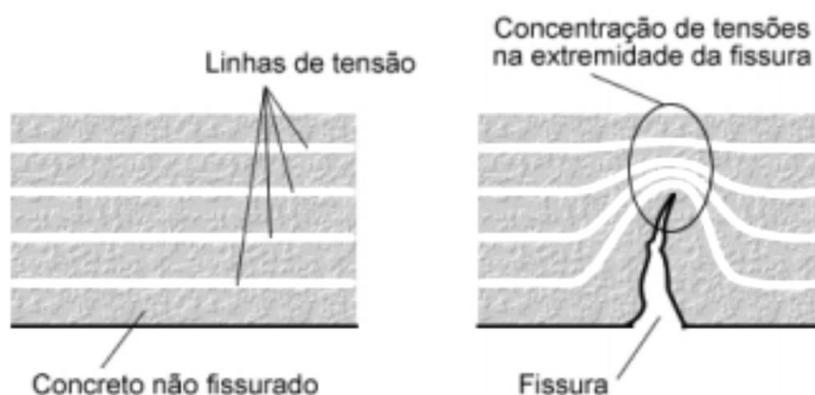
Segundo Góis (2010), é comum conter várias microfissuras entre a matriz e os agregados graúdos, bastando uma pequena quantidade de energia para que ocorra proliferação destas fissuras.

As fibras metálicas ou polímeros quando são inseridas em módulo e quantidade (teor) precisa, minimiza esse comportamento tratado como frágil do concreto convencional.

No meio do concreto simples, tensões de origem dos esforços propagam-se, e, conforme Figueiredo (2000), quando o concreto simples convencional apresenta fissura, representará barreira para propagação dessas tensões.

Conforme a figura 4 abaixo, a tensão em momento anterior atravessa aquele segmento de concreto mudará seu trajeto para outra região, onde ocorrerá sua propagação, isto é, passando a ser concentrada na extremidade da fissura, acarretando um crescimento desenfreado, e no momento que esta força mecânica vencer a resistência da matriz, ocorrerá rompimento abrupto (BARROS,2009).

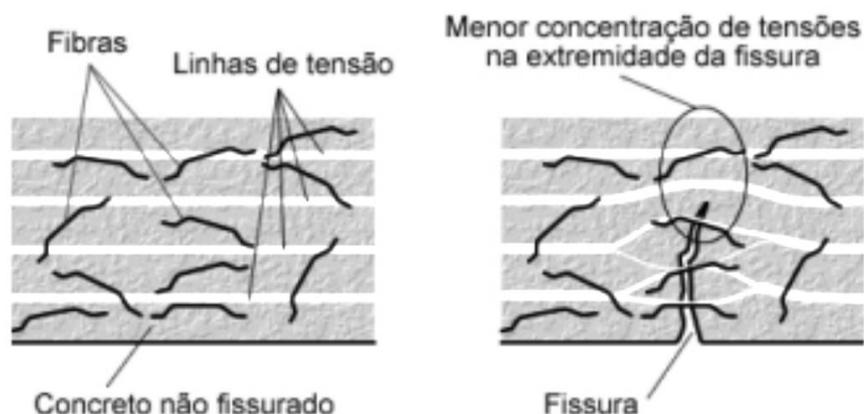
Figura 4: Esquema de concentração das tensões em concreto sem adição de fibras



Fonte: Barros, (2009).

No concreto aditivado com fibras ocorre o retardamento no alargamento dessa deficiência estrutural. As fibras metálicas trabalham como pontes, ligando e transferindo as solicitações de um lado a outro da matriz, reduzindo as tensões nas extremidades das fissuras (GOIS, 2010), conforme mostra na Figura 5.

Figura 5: Concentração de tensões para CRFA



Fonte: Barros, (2009).

Com isso, o tempo de propagação destas patologias do concreto é minimizada/sanada, tornando-se necessário uma quantidade muito maior de energia sobre o material para o crescimento das mesmas e passar a ter um comportamento pseudo dúctil.

Watanabe (2008), p.134 explica que:

Se as fibras forem resistentes e bem aderidas à matriz, em bastante quantidade, ajudarão mantendo estreita a abertura das fissuras. Permitirão ao CRFA resistir a tensões de tração elevadas e com grande capacidade de deformação no estágio pós-fissuração, chamado "strain softening".(WATANABE, 2008p.134).

Além de muito eficiente no controle das fissurações do concreto, as fibras metálicas contribuem no aperfeiçoamento das propriedades mecânicas do mesmo, pois de acordo com Johnston (1994), a aplicação das fibras em uma matriz cimentícia pode ter efeitos importantes, reforçar o compósito sobre todos os modos de carregamento que induzem a tração, e ter a retração restringida, tração direta ou na flexão e cisalhamento.

De forma secundária a presença de fibras ao concreto proporciona o aumento da ductibilidade e tenacidade e percebe-se, em alguns casos, ganho de resistência à tração, porém o aumento dependerá de uma série de fatores, tais como: volume de fibras, arranjo, comprimento da fibra e método de mistura (OLIVEIRA, 2016).

Necessário reforçar que as fibras não substituem o reforço convencional composto por malha de aço (Ca-50, Ca-60, dentre outros), pois estes arranjos

realizam papéis distintos. Existem algumas aplicações onde ambas são empregadas para elevar o desempenho das estruturas, como em grandes pisos, calçamentos de concreto.

FIBRA DE AÇO APLICADO EM PISO

No catálogo técnico de DRAMIX da Arcelor Mittal (2016), encontramos informações de que as fibras podem ser utilizadas como armadura principal em todos os tipos de pisos e pavimentos apoiados sobre o solo, tais como:

- Pisos industriais, para todos os segmentos (áreas de produção, estocagem, docas, etc.);
- Pisos comerciais (de shoppings, hipermercados, lojas, etc.);
- Radier (tanto em casas quanto prédios);
- Pavimentos rodoviários, portuários e aeroportuários;
- Pisos utilizados em câmaras frias;
- Pisos estaqueado, nos quais o solo praticamente não tem capacidade de suportar peso, porém esta é uma solução mista, em que a fibra atua em conjunto com uma armadura localizada (vergalhão CA).

Na aplicação poderá acontecer afloramento das fibras, isso está relacionado à elaboração do traço de concreto especificado para o piso (granulometria contínua, volume de argamassa e trabalhabilidades adequadas). Outro ponto fundamental é no cuidado na aplicação do concreto ainda na fase de cura. As fibras que afloram podem ser retiradas logo após o preenchimento com a argamassa.

Caso algumas fibras permaneçam em sua superfície, não haverá comprometimento estrutural, pois elas são armaduras descontínuas e não propagam oxidação. Além disso, como têm diâmetro da ordem de décimos de mm, sua expansão por oxidação não deteriora a estrutura do concreto (Catálogo Dramix, ARCELOR MITTAL, 2016).

NORMATIZAÇÃO

Visando a padronização foi publicado pela ABNT, em 2007, regras sobre a especificação de fibras de aço (NBR 15530: 2007). A norma, intitulada “Fibras de aço para concreto”, trata da classificação da fibra de aço e dimensiona os padrões mínimos de forma geométrica, tolerância aos defeitos de fabricação, resistência à tração e dobramento das fibras. Todavia, esta norma é estabelecida apenas ao produto final, não enfatizando o desempenho da mesma quando adicionada ao concreto, pois isso depende do consumo de fibras e da resistência da matriz.

Para obtenção de resultados satisfatórios nesses processos, é imprescindível a elaboração de um traço correto além de uma série de cuidados que deverão ser tomados durante seu lançamento, desde a vibração do concreto e até a cura do mesmo. Além da utilização de fibras em tamanho, proporção e forma correta, garantindo a qualidade do produto final.

Na NBR 15530 (2007) foram previstos três tipos básicos para fibras, em função de sua conformação geométrica:

- Tipo A – referente a fibra de aço com ancoragem nas extremidades;
- Tipo C – referente a fibra de aço corrugada;
- Tipo R – referente a fibra de aço lisa ou reta.

Existem também 03 classes para fibras de aço, segundo a norma 15530, as quais foram definidas segundo o aço que deu origem às mesmas:

- Classe I - Fibra de arames originadas do processo de trefilação a frio;
- Classe II - Fibra de chapa Laminada e cortada a frio;
- Classe III - Fibra de arame trefilado e escarificado (GÓIS, 2010).

METODOLOGIA

O estudo teve início a partir da pesquisa em sites de busca por palavras chaves relativas ao tema. As principais palavras utilizadas foram: Tração, concreto reforçado com fibras metálicas, fissuração, vantagens e desvantagens, concreto convencional. Após esta etapa foram baixados diversos arquivos e após a leitura de todos, realizou-se uma seleção, priorizando os autores que abrangeram melhor a área de estudo, mas, ainda assim, foram utilizados autores que complementaram alguns termos acessórios. A leitura dos arquivos despertou o interesse em consultar outras bibliografias pertinentes ao tema.

Para atingir os objetivos propostos utilizou-se como metodologia a revisão bibliográfica, ou revisão de literatura que segundo Trentini e Paim (1999) é a análise crítica meticulosa e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento. A revisão bibliográfica realizada foi de natureza descritiva e com uma abordagem qualitativa.

Na pesquisa bibliográfica foram consultadas várias literaturas relativas ao assunto em estudo, artigos publicados na internet e que possibilitaram que este trabalho tomasse forma para ser fundamentado. Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

A concepção de estudo ou metodologia apresenta e descreve os métodos, as técnicas e os instrumentos de coleta de dados

ANALISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS QUE GARANTEM O DESEMPENHO CRFA

O CRFA é controlado basicamente pelo seu teor de fibras, pelo fator forma, propriedades físicas da matriz e pelo grau de aderência entre duas fases (HANNANT, 1994).

Propriedades mecânicas na mistura, por definição, dependem do volume de fibra incorporado à mistura pois formam componente estrutural final.

Em princípio, quanto maior esse volume ou teor, melhor será o desempenho e maior será a quantidade de fibras que agirá em ponto de fissura, microfissura ou demais patologias, evitando sua propagação (GARCEZ, 2006).

Quando são utilizados baixos volumes ocorre mudança no comportamento de tenacidade e plasticidade do concreto, demonstrado pelo alongamento da curva TENSÃO X DEFORMAÇÃO. Utilizando-se teores altos, essa curva alonga-se para níveis maiores, e no estágio da pós-fissuração o valor da resistência à tração pode superar o encontrado na pré-fissuração da matriz.

Conforme Chanh (2005), para melhor atuação no resultado desse concreto, está em seu estado endurecido e referente com fibras de maior fator forma, deste modo melhora a aderência da fibra matriz. Compreendendo também o comportamento reforçado com fibras é controlado pela interação fibra x matriz, determina-se sua eficiência pelo processo de arrancamento das fibras.

O mecanismo de arrancamento das fibras metálicas é uma compleição muito investigado, dado que este processo demarca o comportamento do compósito num período após fissuração (GARCEZ, 2005, p.13).

De acordo com Bentur e Mindess (2007), o fundamental objetivo da adição de fibras ao concreto não é adulterar a resistência à compressão e que o decréscimo de resistência pode não ser causado pela adição de fibras e sim pela adição equivocada de água, alteração do slump do concreto, buscando maximização da trabalhabilidade.

Contudo, estudo idealizado por Williamson (1974) evidenciou um acréscimo aproximado de 23% de resistência na compressão, para concreto traçado com 2% de adição/teor de fibras e com quantidade correta de água. Foram moldados corpos de prova com formato cilíndrico, moldados com base no traço elaborado, com dimensão máxima do agregado (Brita 1) de 19 mm e fibras com um fator forma de 100, e ensaiados (rompidos) superaram as expectativas.

De uma forma distinta, na resistência a tração direta ou indireta, os aumentos são consideráveis importantes, visto que é um dos principais objetivos da adição da fibra, ganho de resistência a tração.

Góis (2010) afirmou que o comportamento à tração do CRFA é influenciado pela presença das fibras especialmente na fase de pós fissuração. No entanto, essa propriedade está sujeita a alguns condicionantes, dentre eles o volume de fibra aplicado. Utilizando altas dosagens (1,5% a 2,0% ou superiores em volume) pode-se obter incrementos relevantes.

O acréscimo de 5% de fiber steel no volume de concreto, direcionadas em direção à tração do concreto, pode causar ganho de resistência de até 130%, para uma distribuição de fibras metálicas o aumento é menor, atingindo em torno de 60%, para mesmo teor de 5% de fibras (BENTUR; MINDESS, 2007).

Também é crucial ao resultado final a elasticidade das fibras (TANESI E AGOPYAN, 1997). Fibras metálicas, por característica, tem um modulo de elasticidade elevada, com isso, quando a matriz enseja se romper, há transferência

de tensão para as fibras e apresentará capacidade de reforço, bloqueando grandes deformações ao concreto e elevação da fissura, mantendo o conjunto estável.

DESVANTAGENS E VANTAGENS DO CRFA EM RELAÇÃO AO CONCRETO CONVENCIONAL

Com base nestes fatores apresentados, percebe-se que uma grande desvantagem do CRFA é a trabalhabilidade. Como afirmam Mehta e Monteiro (2014),

É comum que, a adição de qualquer tipo de fibra em concreto convencional sintetiza a trabalhabilidade, independentemente do tipo de fibra a perda da trabalhabilidade é consideravelmente proporcional ao volume de concentração no concreto. Geralmente a condição de trabalhabilidade adequado de mistura contendo fibras pode ser atingido com o uso de ar incorporado, aditivos plastificantes, maior quantidade de pasta de cimento (com ou sem pozolana), e uso de fibras coladas em conjuntos tais como fibras de Polipropileno (MEHTA E MONTEIRO, 2014).

A diminuição deste condicionante de produtividade vem do fator da forma e pela geometria da fibra (plana), pela fração do volume somada, pelo traço definido do concreto, pela granulometria de seus agregados (brita, areia) e da aderência das fibras com a matriz. Geralmente fibras longas e em altos teores tendem a reduzir mais a trabalhabilidade no manuseio e aplicação do concreto. Esses concretos produzidos de forma simples convencional apresentam difícil dispersão das fibras, podendo-se observar o agrupamento de fibras e conseqüentemente a formação de “ninhos”. Nessa conjuntura, a produção de concretos fluidos reforçados com fibras proporciona a combinação do desempenho mecânico fornecido pelas fibras com uma boa dispersão, pela fluidez atingida nos concretos (VELASCO, 2008; MARANGON, 2006).

Para manifestar as suas vantagens em relação ao método convencional, Mehta e Monteiro (2014) apresentam algumas obras com êxitos com a sua aplicabilidade, onde em 1971, o primeiro uso estrutural do CFRA para a produção de painéis desmontáveis, foi em uma garagem de estacionamento do Aeroporto Heathrow de Londres. As dimensões mensuradas na espessura de 3250 m² por 65 mm. O concreto compreendia 3% em massa de fibra de aço formada a frio com 0,25 mm de diâmetro por 25 mm de comprimento. Após de 5 anos de uso, as lajes não apresentaram sinais de fissuração na época da última inspeção (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

No Brasil, o seu uso vem aumentando gradualmente. Em pesquisa com fabricantes e representantes nacionais de fibras para reforço do concreto, feita por Figueiredo (2011), foi verificado que as aplicações do CRFA são muito concentradas, tendo como principal local de aplicações obras industriais.

CONCLUSÃO

Diferentemente de outros segmentos, em via de regra, na construção civil ainda é presente a resistência para o que é novo, explicando o fato da tecnologia CRFA, que traz benefícios ao concreto, como: ganho de ductilidade, elevado controle de fissuração em toda a estrutura, aumento de resistência mecânica, aumento de resistência à fadiga, dentre outros, ainda não estar incorporada na rotina das grandes construtoras, principalmente as que estão atreladas diretamente a alguns grupos de construção: concreto projetado, pré moldado, e concreto para pavimentação. Contudo, a utilização do CRFA vem ganhando espaço ao longa dos anos.

Essa tecnologia surgiu a fim de minimizar as insuficiências do concreto, aperfeiçoando sua composição, e quando adequadamente preparado e aplicado, trazem enormes benefícios ao setor da construção civil, ao modo que não apresenta muita dissemelhança nas etapas de preparação do concreto convencional, não eleva em demasiada os custos, exige apenas uma atenção especial na dosagem, lançamento e vibração.

Quanto aos custos benefício, é muito peremptório, entretanto recomenda-se apenas em obras de grande porte e em projetos industriais, para se justificar os custos com aquisição, transporte, aplicação, dosagem e controle. Um grande empecilho é a diminuição na trabalhabilidade, importante condicionante da produtividade de uma obra, entretanto o mercado já possui técnicas que minimizam este problema, como o concreto fluido reforçado com fibras metálicas, de aço, e super plastificantes. Todavia, notou-se que a aplicação é mais alastrado em países da Europa, onde a tecnologia é mais aceita por conta da cultura. Entretanto, o CRFA é uma ótima chave para países tropicais como o Brasil, visto que mudanças de temperatura, intempéries, é um dos fatores que originam patologias como fissuras por exemplo.

Portanto concluímos que o CRFA se justifica, suas vantagens sobressaem sobre a desvantagens, a conclusão que se tem é, concreto que recebe o aditivo de fibras

tem sua via útil prolongada, acabamento melhorado, resistência a tração comprovadamente maior, restando apenas o mercado nacional da construção civil olhar para esta tecnologia de forma mais centrada.

REFERENCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Design considerations for steel reinforced for steel fibers on concrete.** (ACI 544-4R-88). v.85, Ano de 1988.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **NBR 15530:** Fibras de aço para concreto. Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

ARCELOR MITTAL. **Catálogo Técnico DRAMIX.** 2016. Disponível em: <<http://www.belgobekaert.com.br/Produtos/Documents/Catalogo-Dramix.pdf>> Acesso em 20 de Agosto de 2020.

BARROS, A. R. **Avaliação do comportamento de viga de concreto autoadensável reforçado com fibras de aço.** 155p. Dissertação (Pós-graduação– Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

BENTUR, A; MINDESS, S. **Fiber reinforced on cementious composites.** London and New York: Modern Concrete Technology Series, 2.ed. 2007.

CHANH, N.V. **Steel fiber reinforced on concrete.** In: Joint seminar on concrete engineering. Ho Chi Minh City University of Technology, 2005. p.108-116.

CRF - **Concreto Reforçado com Fibras - Mito e Realidade, 1994.** Concreto com fibras incorporadas. Resumo dos artigos do Prof. Sidney Mindess. Fibre Reinforced Concrete – Myth and Reality” Advances in Cement and Concrete - ASME – American Society of Civil Engineers – 1994/Fiber reinforced concrete” – capítulo 22 do livro – “Concrete”- Prentice Hall-2002. Disponível em: <<http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/crf.pdf>>. Acesso em: Nov. de 2020.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com fibras de aço.** Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

FIGUEIREDO, A. D. *et al.* **Concretos especiais.** São Paulo: Escola Politécnica – USP, 2004. 14p.

Fórum da Construção: **Concretos Especiais-004rev.PDF.** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/empresas/maccaferri_prod_wirand.php>. Acesso em: Ago. 2020.

GARCEZ, E. A. **Análise teórico-experimental do comportamento de concretos reforçados com fibras de aço submetidos a cargas de impacto.** 2005. Dissertação(Mestrado em Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, PPGEC, UFRGS, Porto Alegre. p.13.

GÓIS, F. A.P. **Avaliação experimental de comportamento do concreto fluído reforçado com fibras metálicas**: Influência do fator de forma e fração volumétrica das fibras nas propriedades mecânicas do concreto. 2010. 156p. Dissertação (Mestrado) – UFAL, 2010.

HANNANT, **Fiber reinforced cements and on concretes**. 2. Edition, London, Ano de 1994. 518 pag.

JOHNSTON, C. D. **Fiber reinforced cement and concrete**: Advances concrete technology. 2.ed. London, Ano 1994.

JUNIOR, E.S.D; ROCHA, L.F.S; **Estudo de concreto com adição de fibra de polipropileno para controle da fissuração**. 110p. Monografia (Graduação) – Universidade da Amazônia. 2011.

MADEIRO, F. I. A. **Estudo da aderência entre concreto e argamassa**. UERJ. Faculdade de Engenharia. RJ. 2019.p.29

MARANGON, E. **Desenvolvimento e caracterização concretos auto adensáveis reforçados com fibras de aço**. Ano 2006. 142f. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – UFRJ, 2006.

MEHTA & MONTEIRO: **Concreto, estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Ibracon, 2008. 751p.

METHA, P.K; MONTEIRO, P. J.M. **Concreto, estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2014.

OLIVEIRA, G. C. **Análise das propriedades mecânicas das fibras adicionadas ao concreto**. UNIVAP. São José dos Campos. 2016. p.16

REALMIX. **A importância do controle de qualidade do concreto fresco**. Informativo Técnico 2. 2010. Disponível em: <www.realmixconcreto.com.br> Acesso em: ago. 2020.

SANTANA, J. A. **Viabilidade de uso dos resíduos de britagem em concreto de estruturas pré-fabricadas**. Salvador 2008. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental Urbana - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008).

TANESI; AGOPYAN, V. **Compósitos reforçados com fibras plásticas para construção civil**. Ano 1997, São Paulo. **Anais**. São Paulo: EPUSP, 1997.

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em enfermagem**. Uma modalidade convergente assistencial. Florianópolis: UFSC, 1999.

TOLEDO FILHO, R.D, FAIRBAIRN, E.M.R; VELASCO, R.V. **Análise experimental/numérica de comportamento térmico do concreto reforçado com fibras de aço**. Congresso Brasileiro de Concreto, 50. 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: 2008. p.17.

VENDRUSCOLO, M. A. **Estudo comportamentos materiais compósitos fibrosos, aplicação como reforço de base de fundações superficiais.** 2003. 224f. Tese (Doutorado) – PPGEC/UFRGS, Porto Alegre, RS. 2003.

WATANABE, P. S. **Concretos especiais:** propriedades, materiais e aplicações. Bauru. Relatório final de pesquisa – Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2008. p.134

WILLIAMSON, GR **The effect of steel fibers on the compressive strenght on concrete.** Ano de 1974. Pág. 195-207.

INSERÇÃO DO BAMBU NA PRODUÇÃO DE CONCRETO E CONCRETO ESTRUTURAL

BAMBOO INSERTION IN THE PRODUCTION OF CONCRETE AND CONCRETE STRUCTURAL

Adriano de Souza Rodrigues da Silva

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

Pelo fato de o concreto ser o material mais utilizado na construção civil, o seu uso exacerbado acaba causando uma exaustão das jazidas naturais de agregados. Uma alternativa para a redução do extrativismo, é o uso do bambu. Por ser um material renovável, o bambu tem se demonstrado um material alternativo, podendo ser utilizado na construção civil, tanto no concreto convencional, quanto no estrutural. O objetivo da pesquisa foi a de estudar a viabilidade da utilização do bambu como substituto do aço na armação de concreto estrutural e não estrutural. O estudo propõe averiguar, por meio de revisão bibliográfica, os conceitos técnicos do uso do bambu, estabelecendo suas principais características, para que esse material seja usado na substituição do aço na armação de concreto estrutural e não estrutural, contribuindo assim na preservação de jazidas naturais. A partir da revisão bibliográfica, foi possível constatar que, após a secagem, o bambu atinge entre 10% a 15% da sua umidade, provendo o aumento da sua resistência mecânica. Mostrou-se que, algumas espécies de bambu tiveram seus resultados à compressão em torno de 67 MPa e 79MPa. Em relação a tração, pesquisas mostraram que em algumas espécies, sua resistência pode chegar a 370 MPa. Diante dessa análise bibliográfica, pode-se observar que o bambu é um substituto viável do aço em armaduras de concreto armado, possibilitando estruturas ecologicamente sustentáveis e com características próximas ou melhores quando comparado ao aço.

Palavras-chave: *Bambu. Agregado natural. Substituição do aço.*

Abstract

Because concrete is the most used material in civil construction, its exacerbated use ends up causing an exhaustion of natural aggregate deposits. An alternative for reducing extraction is the use of bamboo. Because it is a renewable material, bamboo has been characterized as an alternative material, which can be used in civil construction, both in conventional and structural concrete. The objective of the research was to study the feasibility of using bamboo as a substitute for steel in the concrete frame made and not used. The study studies to investigate through bibliographic review the technical concepts of the use of bamboo, establishing its main characteristics, so that this material is used in the substitution of the steel in the concrete frame applying and not applying, thus contributing to the preservation of natural deposits. From the literature review, it was possible to verify that, after drying, bamboo reaches between 10% to 15% of its moisture, providing an increase in its mechanical resistance. It was shown that, some bamboo species had their compression results around 67 MPa and 79MPa. In relation to traction, researches researched that in some species, its resistance can reach 370 MPa. Given this bibliographic analysis, you can see that bamboo is a viable substitute for steel in reinforced concrete reinforcement. Enabling in ecologically sustainable structures and with characteristics, close or better when compared to steel.

Keywords: Bamboo. Natural aggregate. Steel replacement.

INTRODUÇÃO

Consumido na grandeza de 11 bilhões de toneladas no ano de 2011 (PEDROSO, 2009) o concreto é o principal material utilizado na indústria construtiva (TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011). Contudo, a exaustão das jazidas de agregados naturais e de qualidade próximas dos centros urbanos conforme a demanda crescente, associada à legislação mais rígida para o transporte nos centros urbanos (MENOSSI, 2004) e os impactos no ciclo hidrológico, mananciais aquíferos e leitos de rios com a extração constante de material (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2014) sugerem o encarecimento da produção de concreto, impactando diretamente no desenvolvimento da indústria construtiva.

A demanda por processos construtivos com menor impacto ambiental é um dos principais focos da atualidade, tendo em vista o grande consumo de materiais não renováveis e de alto consumo energético na construção civil. O tema já foi acordado em convenções internacionais como o protocolo de Kyoto e a agenda 21 (PEREIRA, 2018). Além disso, a construção civil é responsável por grande parte dos resíduos sólidos gerados no mundo anualmente, produzindo cerca de 400Kg de entulho por habitante, na construção e reforma de edificações (CEOTO, 2008, apud PEREIRA, 2018).

A respeito da sustentabilidade aplicada na construção civil, o uso de fibras naturais é um conceito muito aplicado. Em seus estudos, Tutikian (2016), sustenta que as fibras naturais são ótimos materiais para o reforço estrutural das matrizes cimentícias, pelo fato de terem uma boa resistência aos esforços de tração quando inseridos ao concreto.

Diante dessa situação, as fibras de bambu aparecem como uma ótima opção construtiva. Dentre as alternativas para redução do extrativismo crescente e redução do consumo de materiais naturais, se encontram materiais orgânicos, como a aplicação de bambu tanto como fibra para reforço do concreto convencional quanto como armação ou exoesqueleto no concreto estrutural para edificações com poucos pavimentos (GHAVAMI; MARINHO, 2005).

Segundo Beraldo (1987), as resistências a compressão axial de algumas espécies de bambu estão em torno de 67 MPa e 79 MPa, sendo os valores mais elevados observados em colmos com idades de 5 anos. A norma brasileira NBR 6118 (ABNT, 2014) afirma que, para concretos com armaduras ativas, a classe do concreto tem que ser C25 ou superior. Ou seja, inicialmente, o bambu como elemento estrutural, pode ser uma opção de uso nas estruturas de concreto armados.

Esta pesquisa tem como objetivo estudar a viabilidade do bambu em substituição ao aço na armação de concretos estruturais. Realizar levantamentos de referenciais teóricos sobre as características biológicas e mecânicas do bambu para aplicabilidade no concreto estrutural, bem como conceitos teóricos e normatizações técnicas aplicadas da dosagem de concretos como material para a finalidade estrutural. Levantar estudos desenvolvidos com foco na prática da dosagem de concreto associado com bambu e analisando os respectivos resultados. Comparar a aplicabilidade do bambu em substituição ao aço na armação de concreto estrutural.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O USO DO BAMBU

O bambu é uma planta lenhosa, sua constituição é feita por colmo, rizoma e um sistema radicular fasciculado, essas características o classifica como uma planta monocotiledônea. Antes do uso do aço, as funções atribuídas a esse material eram desempenhadas pelo bambu, isso era possível pelo fato das fibras do bambu serem longas e arrançadas paralelamente na direção longitudinal do colmo, fornecendo uma alta resistência físico-mecânica aos esforços internos (FERREIRA, 2002).

O uso do bambu vem desde os primórdios do homem, quando o mesmo utilizava o bambu para confeccionar artigos para seu uso próprio tais como abrigos, ferramentas, armas, decoração, pontes e, inclusive alimento. Na China, o bambu é usado a mais de 5 mil anos como material arquitetônico, ele era usado na fabricação de pontes e residências (SANT'ANA; VAZ FILHO, 2013).

Os bambus só devem ser usados na sua forma madura, pois sua resistência é máxima quando ele se encontra nesse estágio (FERREIRA, 2002).

O quadro 1 mostra os estudos realizados por Ghavami em 1992, onde foi comprovado que a relação entre a resistência à tração e o peso específico do bambu, é mais favorável para a construção quando comparado ao aço CA-50, alumínio e ao ferro fundido.

Quadro 1 - Relação entre resistência à tração e peso específico.

Material	Res. tração σ (N/mm ²)	Peso específico γ (N/mm ³ . 10 ⁻²)	R= $\sigma/\gamma \cdot 10^2$	R/ RAÇO =1,00
Aço (CA 50 A)	500	7,83	0,63	1,00
Bambu	140	0,80	1,75	2,77
Alumínio	304	2,70	1,13	1,79
Ferro fundido	281	7,20	0,39	0,62

Fonte: GHAVAMI (1992, *apud* FERREIRA, 2002, p. 13)

Ferreira (2002) citou a pesquisa que foi realizada por Ghavami em 1994 na PUC-RIO, onde foram encontrados valores de resistência diferentes, entre as regiões de nó e entrenó do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*.

Foi observado nessa espécie que ela pode crescer até 21 metros, sendo até 32 cm por dia num período de 2 meses após sua brotação. O bambu dessa espécie se encontra apto a ser usado na construção civil após 3 a 5 anos.

Os quadros 2 e 3 apresentam os resultados obtidos referente aos estudos realizados sobre as características físicas e mecânicas do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*.

Quadro 2 – Características físicas do *D.giganteus*

Umidade natural (%)	Comprimento (m)	Distância entre nós (m)	Diâmetro (m)	Espessura (mm)	Peso específico (KN/ m ³)
17,60	21,00	0,50	0,10	11,00	9,00

Fonte: GHAVAMI (1994, *apud* FERREIRA, 2002, p. 14)

Quadro 3 – Características mecânicas do *D.giganteus*.

	Resistência à compressão (Mpa)	Resistência à tração
Zona do entrenó	80	150
Zona do nó	38	119
Módulo de elasticidade	4020	14500

Fonte: GHAVAMI (1994, *apud* FERREIRA, 2002, p. 15)

Segundo Beraldo e Freire (2003), o bambu apresenta vantagens e desvantagens quando se trata do seu uso na construção civil, como por exemplo sua característica física que proporciona seu uso em diversos tipos de estruturas, ou ainda o fato da sua seção ser oca e de ter o formato circular, proporcionam ao bambu a facilidade de transporte e armazenamento, sem contar que o bambu pode ser usado em combinações com qualquer tipo de material de construção.

Quando se trata de suas desvantagens, Beraldo e Freire (2003) citam que o bambu se mostra frágil quando é exposto de forma permanente com a umidade do solo, podendo assim apodrecer e ser atacado por fungos e insetos, outro ponto negativo é o fato do bambu ser altamente inflamável no seu estado seco, é recomendável recobri-lo com uma substância ou material à prova de fogo, outro fator que interfere no uso do bambu na construção, é o fato dele não ter um diâmetro igual em todo o seu comprimento, muito menos possuir uma espessura constante de suas paredes, dificultando assim seu uso em obras civis.

Para solucionar alguns desses problemas e o bambu ser usado na construção civil, deverão ser tomados alguns cuidados com o bambu, como por exemplo, o seu corte deve estar de acordo com a idade do colmo, ele deve estar seco e principalmente receber os tratamentos tradicionais e químicos adequados contra fungos e insetos, para assim conseguir garantir sua durabilidade (PEREIRA; BERALDO, 2007).

TERMOS DO CONCRETO ARMADO

Criado no século XIX no continente europeu, o concreto armado veio para solucionar uma problemática bem agravante daquela época. O problema era causado pela resistência precária que o concreto possuía em relação a sua tração (BOTELHO, 2006; *apud* COUTO et al., 2013, p.52).

Quando se trata de materiais mais usados na execução de estruturas de edificações e de obras de portes maiores como passarelas, viadutos, represas, pontes e outras edificações, o concreto armado é o material mais utilizado. Conhecido mundialmente, umas de suas peculiaridades é o fato de sua estrutura durar mais de um século em ambientes não agressivos, sem precisar de manutenção (BOTELHO, 2006; *apud* COUTO et al., 2013, p.52).

Como instrumento de construção, o concreto armado apresenta uma gama de vantagens, como por exemplo o fato de seus materiais possuírem um valor mais econômico e de ser encontrado em fartura no planeta, sua capacidade de se moldar facilmente, sua facilidade de se adaptar a qualquer tipo de forma, uso de mão de obra não especializada e de equipamentos comuns, resistente ao efeito do fogo, sua resistência à ruptura cresce com o tempo entre outras (ANDOLFATO,2002; *apud* COUTO et al., 2013, p.52).

Porém, o concreto armado esbarra em algumas desvantagens, como por exemplo o fato de possuir peso próprio elevado, uma proteção térmica baixa, reparos e demolições difíceis e de alto valor, disposição das armaduras de forma rigorosa, fissuras nas regiões onde ocorre as trações e outros fatores (COUTO et al., 2013).

CONCRETO COM ADIÇÃO DE BAMBU (BAMBUCRETO)

O termo “bambucreto” foi usado por Pereira e Beraldo (2007) para denominar o uso do bambu com o concreto. Conforme estudos realizados por Lopez em 2003, o bambu, sendo de origem vegetal, é o material mais pesquisado em relação ao seu uso no concreto. Devido a sua alta resistência a tração, Salgado Neto (2018) citou Ghavami (1995) que recomendou o uso do bambu como um material alternativo, substituindo o aço, como reforço em peças de concreto.

Ghavami (1995 *apud* SALGADO NETO, 2018) diz que as melhores espécies para este fim são *B. vulgaris* e *D. giganteus*, respectivamente, com 170 MPa e 135 MPa de resistência a tração. Um dos primeiros estudos realizados utilizando o bambu como reforço em vigas de concreto armado no Brasil, foi conduzido por Culzoni em 1985 (citado por PEREIRA, 2018).

Em sua pesquisa, Culzoni comparou o comportamento de duas vigas de concreto utilizando o bambu como reforço com uma viga de concreto armada com aço. Essa comparação levou a um resultado de que a rigidez e a capacidade de carga das vigas com bambu foram inferiores às do aço. Contudo, não foi observado qualquer critério para o dimensionamento tanto do bambu quanto para as barras de aço, fato que pode ter interferido no resultado (CULZONI, 1985 *apud* PEREIRA, 2018).

Utilizando de seis vigas com dimensões de 12 cm de largura, 40 cm de altura e 300 cm de comprimento, Oliveira e Vito (2012) realizaram ensaios a tração e a flexão dessas vigas. Sendo que, do total das vigas, três eram armadas com aço CA-50 e as outras três armadas com 5,26 cm² de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*. Através de sua pesquisa, eles observaram que as vigas armadas com bambu tiveram sua resistência em torno de 30% da do aço, em relação ao mesmo ensaio (OLIVEIRA; VITO, 2012).

A associação bambu-concreto é dificultada pela baixa aderência entre os mesmos. Ghavami diz que esse fato acontece por causa das características hidrocópicas do bambu, esse fator ocorre quando o bambu, ao entrar em contato com a água de amassamento do concreto, absorve parte da água e incha; após o endurecimento do concreto o bambu se contrai, provocando assim o deslocamento do bambu do concreto endurecido, comprometendo sua aderência por adesão e por atrito entre esses materiais (GHAVAMI, 1995 *apud* SALGADO NETO, 2018).

METODOLOGIA

A pesquisa é classificada como uma abordagem qualitativa de cunho exploratório, onde se pretendeu conhecer mais sobre assunto a partir de um levantamento bibliográfico de artigos científicos, dissertações e teses já publicados em base de dados de pesquisas, uma vez que o objetivo é o de realizar um estudo que mostra o uso do bambu como substituto do aço na armadura do concreto estrutural.

Para a realização do levantamento, recorreu-se ao Google Acadêmico, revista eletrônica RBES (Revista Brasileira de Engenharia, e Sustentabilidade), revista Ibracon concreto e construções e normas técnicas emitidas pela associação brasileira de normas técnicas (ABNT). Os principais termos usados para a pesquisa são: bambu, concreto com bambu, concreto sustentável, substituição do aço e agregado natural.

A pesquisa é fundamentada principalmente sobre os estudos de Tutikian, Beraldo, Ferreira e Salgado Neto, realizados entre as décadas de 1980 a 2020, sendo levantadas cerca de 30 referências relativos ao assunto proposto e filtrados até 17 trabalhos que foram selecionados para uma pesquisa mais aprofundada dos dados,

em virtude de proximidades referentes ao assunto, sendo que os outros 13 não tratavam na íntegra sobre o tema proposto.

Após a leitura e compreensão das ideias abrangidas nos materiais selecionados, foi realizada comparação das propriedades do bambu com as do aço, bem como a estabilidade global das estruturas, utilizando os dados dos ensaios realizados nas pesquisas levantadas para alcançar a conclusão deste estudo.

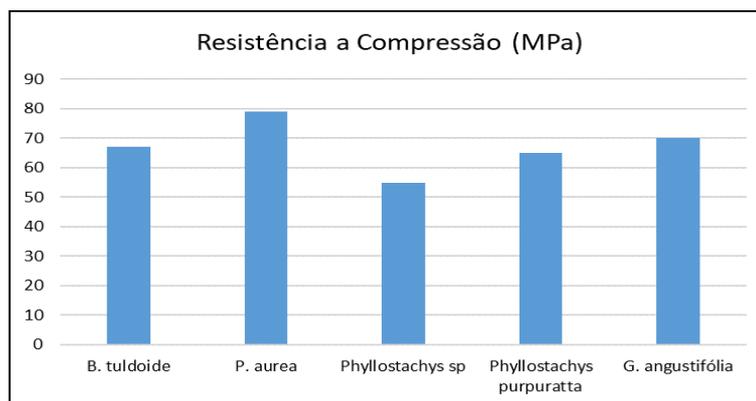
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Levando em conta a sustentabilidade e a redução do extrativismo, as pesquisas sobre como amenizar os danos causados a natureza vem crescendo. Diante desse fato, buscam-se alternativas de substituir alguns materiais de cunho extrativistas por materiais renováveis. Os pesquisadores expostos nesta pesquisa apresentaram como alternativa de substituição do aço o uso do bambu como armação ou exoesqueleto.

No ano de 1987, Beraldo demonstrou através de pesquisas que, algumas espécies como por exemplo, a *B. tuldoides* e *P. aurea*, obtiveram valores referentes a suas resistências à compressão simples em torno de 67 MPa e 79 MPa, respectivamente. Já nas amostras de *Phyllostachys sp* e *Phyllostachys purpuratta*, ele encontrou os valores de 55 MPa e 65 MPa, respectivamente. Analisando a espécie *G.angustifólia*, Beraldo obteve o valor de resistência a compressão dos colmos com idade de 5 anos, na faixa de 70 MPa, diferente dos colmos da mesma espécie com a idade de 1 ano, onde foram encontrados os resultados de 26 MPa de resistência média.

No gráfico 1 são comparadas as diferentes espécies de bambus em relação a sua compressão.

Gráfico 1 – Resistência a compressão em MPa.



Fonte: O autor, 2020.

Comparando os resultados obtidos, pode ser observado que a espécie *P. aurea* possui a maior resistência a compressão quando comparado as outras espécies, valor esse que é maior do que os apresentados pelo concreto convencional, que se encontram entre 15 a 20 MPa.

Quando o assunto é a tração, Pereira (2012) citou o trabalho realizado pelo pesquisador Schiniewind em 1989, o qual demonstrou que o bambu pode atingir valores de até 260 MPa, esses valores foram encontrados nos tecidos da sua região externa. O pesquisador verificou em seus resultados que a resistência de tração supera a de compressão em até 3,5 vezes no bambu.

Mas Beraldo, em 2003 verificou que em outras espécies a sua resistência pode chegar a 370 MPa, ou seja, valores maiores podem ser encontrados dependendo da espécie do bambu. Beraldo ainda demonstrou que a razão entre a resistência à tração do bambu e sua massa específica (s/g) é, 2,34 vezes maior que aquela obtida para o aço CA-50, e que, em geral, a resistência à tração do bambu encontra-se entre 40 MPa e 215 MPa, e seu módulo de elasticidade varia entre 5,5 GPa e 18 GPa.

Referente à resistência ao cisalhamento, o pesquisador Beraldo em 2003 demonstrou que, referente a direção transversal das fibras, os valores encontrados foram cerca de 30% em relação os da flexão, enquanto que na direção longitudinal, esses valores se encontram em torno de 15% da sua resistência à compressão.

Em relação a umidade do bambu, alguns pesquisadores possuem opiniões diferentes. Beraldo et al, em 2003 afirmou que a umidade ideal é entre 10% e 15%, porém o colmo tem que ficar entre 1 a 4 meses esperando esse processo, esse fato acaba invalidando o uso do bambu por causa da demora.

Para um uso mais rápido e eficiente do bambu, já que o fato dele está seco aumenta sua resistência, a melhor opção seria a usada por Ferreira em 2002, que indicou o uso de secagem em estufas. Com esse procedimento o bambu pode atingir uma porcentagem entre 15% a 20% e assim podendo ser usado mais rápido. O quadro 4 demonstra os valores das porcentagens supracitados.

Quadro 4: Relação da umidade do bambu e seus estágios

Estágio do bambu	Umidades
Verde	de 100% a 125%
maduro	de 70% a 95%
seco em estufas	de 15% a 20%

Fonte: Autor 2020

Diante desses resultados, podemos dizer que o bambu é uma provável opção de substituto do aço em algumas construções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa bibliográfica alcançou o seu objetivo de estudar a viabilidade da utilização do bambu em substituição ao aço na armação de concretos estruturais e não estruturais. Pelo fato de que estudos demonstraram que sua resistência a tração e compressão superaram a do aço em alguns testes, e que o fato de ser um material que possui uma vantagem econômica viável entre outras qualidades, o bambu pode ser uma ótima opção de uso na construção civil.

Durante o estudo do assunto, foi possível observar que a utilização do bambu pode acarretar a uma redução considerável no custo final da obra, sem contar o fato do seu plantio e colheita terem um tempo menor, facilitando assim o seu uso mais rápido na construção.

Com isso, podemos dizer que o bambu é um material ecologicamente renovável, pois não agride a natureza com poluentes durante a sua manipulação. O aumento da utilização de materiais que não agredem a natureza, faz com que cresça o uso de técnicas menos agressivas ao meio ambiente. Essa característica proporciona ao bambu uma possibilidade de inserção no ramo da construção civil de uma maneira considerável.

Portanto, o bambu se mostra uma ótima opção de substituto ao aço em obras de construção civil, porém suas estruturas só devem ser projetadas e calculadas por profissionais qualificados, com um conhecimento avançado no assunto.

Diante disso, sugere-se mais pesquisas sobre o assunto para poder conhecer melhor suas tecnologias para propagar a utilização dessa gramínea nas obras civis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2014). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>. Acesso em: 21 maio 2020.

BERALDO, A. L. Bambucreto – o uso do bambu como reforço do concreto. **Anais do XIX CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Piracicaba, SP, 1987.

BERALDO, A. L.; FREIRE, W. J. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Ed. Unicamp: Campinas, SP, 2003. Disponível em: <http://files.rodrigoprofessor.webnode.com.br/200000185-bea8cbfa2c/Apostila%20materiais%20alternativos.pdf> Acesso em: 9 abr. 2020

COUTO, J.A.S *et al.* O concreto como material de construção. **Caderno de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, ano 2013, v. 1, ed. 17, p. 49-58, Out. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/552-Texto%20do%20artigo-3674-1-10-20131029.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020

FERREIRA, G.S.F. **Vigas de concreto armadas com bambu**. Orientador: Prof. Dr. Armando Lopes Moreno Jr. 2002. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Faculdade de engenharia civil da Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258714/1/Ferreira_GisleivaCristina dosSantos_M.pdf. Acesso em: 9 abr. 2020.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, A.B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**: Construções rurais e ambiência, Campina Grande, PB, ano 2005, v. 9, n. 1, jan/ mar 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016. Acesso em: 20 mar. 2020.

GONÇALVES, André Bertoletti; OLIVEIRA, Rafael Henrique de. **Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a Drenagem**. Escola Politécnica de São Paulo - PHA, São Paulo, 2014. Disponível em:

file:///C:/Users/User/Downloads/Pavimentos%20Perme%C3%A1veis%20e%20sua%20Influ%C3%Aancia%20sobre%20a%20Drenagem%20(1).pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

MENOSSE, Rômulo Tadeu. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto**. Orientador: Prof. Dr. Jefferson Sidney Camacho. 2004. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90740>. Acesso em: 19 mar. 2020.

OLIVEIRA, C.S.; VITO, M. **Substituição total do aço, usando o bambu como armadura de combate a flexão em vigas de concreto**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia civil) - Universidade do extremo sul catarinense, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1535/1/Claiton%20Sommariva%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 13 maio 2020.

PEDROSO, Fábio Luis. Concreto: As origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. **Revista concreto e construções**, São Paulo, ed. 53, p. 14-19, jan/ mar 2009. Disponível em: http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf. Acesso em: 11 mar. 2020.

PEREIRA, Beatriz Oliveira. **Estudo de concretos com adição de bambu**. Orientador: Prof.^a Dr.^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira. 2018. 67 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Paraná, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12572/1/concretosadicaobambu.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PEREIRA, M.A.R. **Projeto bambu**: Introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações. 2012. Livre-docente (Design e Construção com Bambu.) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106710/pereira_mar_ld_bauru.pdf?sequence=1. Acesso em: 26 maio 2020.

PEREIRA, M.A.R.; BERHALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru, SP: Editora Canal 6, 2007.

SALGADO NETO, F.S. **Análise mecânica e microestrutural da interação do bambu com o concreto**. 2018. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade federal do Pará, Belém, PA, 2018. Disponível em: <http://ppgec.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2018/francisconeto.pdf.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SANT'ANA, R.R.; VAZ FILHO, H.F. E-RAC - Reunião anual de ciências. **Bambu na arquitetura: Potencial construtivo e suas vantagens econômicas**, Uberlândia, MG, v. 3, n. 1, 2013. Disponível em:

<http://www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/e-rac/article/view/132>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TUTIKIAN, B.F; EHRENBRING, H.Z. Concretos reforçados com fibras naturais e fibras recicladas. **Anais do 7º Fórum internacional de resíduos sólidos**, Porto Alegre, RS, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/69-Texto%20do%20artigo-136-1-10-20170309.pdf>. Acesso em: 21 maio 2020.

TUTIKIAN, B.F; ISAIA, G.C; HELENE, Paulo. Concreto: ciência e tecnologia. **Concreto de alto e ultra-alto desempenho**, São Paulo, v. 2, ed. 1, p. 1283-1326, 2011. Disponível em: <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc53.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

GESTÃO DA QUALIDADE: A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES DE TEMPO DE ATENDIMENTO E CONFIABILIDADE DE PROCESSO

QUALITY MANAGEMENT: THE IMPORTANCE OF SERVICE TIME INDICATORS AND PROCESS RELIABILITY

Dryelle Marrane Henrique

Prof^o Raphael Pereira

Resumo

O artigo tem como objetivo mostrar a importância do uso dos indicadores Tempo de Atendimento e Confiabilidade de Processo para medir e avaliar a qualidade do serviço de atendimento e a sua confiabilidade de acordo com as metas estabelecidas pela área de Controle e Prontidão de Cargas, dentro de um terminal portuário localizado no município de Vila Velha. Foram enfatizados os benefícios gerados com a utilização da ferramenta, que possibilitou a obtenção da qualidade em atendimento e impulsão de experiências satisfatórias para os clientes em um mercado cada vez mais competitivo e exigente. Metodologicamente, o artigo apoiou-se em informações de pesquisa documental. Com os indicadores é possível identificar a agilidade no atendimento, redução de desvios de processos e dinamismos entre os colaboradores que executam a atividade. O estudo desenvolvido permitiu concluir que com a medição, análise e monitoramento dos indicadores, foi possível ofertar ao cliente um serviço de excelência, atingimento das metas definidas e atendimento dos requisitos legais da organização, item necessário para manter a certificação da ISO 9001 que é essencial para a funcionalidade operacional do Terminal Portuário.

Palavras-chave: Indicadores. Gestão da qualidade. Medição de desempenho.

Abstract

The article aims to show the importance of using the Service Time and Process Reliability indicators to measure and evaluate the quality of the service and its reliability according to the goals established by the Control and Load Readiness area, within a port terminal located in the municipality of Vila Velha. The benefits generated with the use of the tool were emphasized, which made it possible to obtain quality service and drive satisfactory experiences for customers in an increasingly competitive and demanding market. Methodologically, the article was based on documentary research information. With the indicators, it is possible to identify agility in service, reduction of deviations in processes and dynamism among the employees who carry out the activity. The developed study allowed to conclude that with the measurement, analysis and monitoring of the indicators, it was possible to offer the customer an excellent service, reaching the defined goals and meeting the legal requirements of the organization, an item necessary to maintain the ISO 9001 certification, which is essential for the operational functionality of the Port Terminal.

Keywords: Indicators. Quality management. Performance measurement.

INTRODUÇÃO

Este artigo científico delimitou-se em colher informações sobre o uso dos indicadores Tempo de Atendimento e Confiabilidade de Processo, utilizados para medir o tempo de atendimento de retirada via portal de serviços e a confiabilidade desse processo tendo como referência a área de Controle e Prontidão de Cargas de um terminal portuário localizado no município de Vila Velha\ES. O presente artigo busca mostrar a forma que o uso desses indicadores simples e objetivos impulsiona a melhoria na entrega do serviço prestado ao cliente e disponibiliza um serviço eficiente. Para a gestão empresarial, a avaliação e monitoramento de metas e desempenho é uma atividade necessária para garantir o sucesso dos resultados, objetivando uma maior competitividade e melhorando continuamente seu Sistema de Gestão. Expor os objetivos em forma de indicadores deixa a comunicação entre setor, gerência e diretoria mais clara e precisa, além de motivar a busca por novos objetivos.

Devido à importância de utilizar os indicadores de Tempo de Atendimento e Confiabilidade de Processo para a melhoria no atendimento, essa pesquisa mostra que através da medição dos indicadores transcorre a contribuição para o seu público alvo, com ganhos na excelência de atendimento e obtenção de resultados estabelecidos pela área e conseqüentemente o pagamento de bonificação no final do ano para os colaboradores pelos resultados alcançados da empresa. Esses indicadores de desempenho caracterizam como ferramentas capazes de fornecer informações valiosas para a avaliação de desempenho e metas da área e da organização.

De acordo com Van Bellen (2002, p.5):

O objetivo principal dos indicadores é o agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação.

Segundo Tocchetto e Pereira (2004, p.1), os indicadores: "São medidas utilizadas para avaliar, mostrar a situação e as tendências das condições de um dado ambiente".

A pesquisa mostra que as ferramentas, além de medir a produtividade, são utilizadas para diagnóstico e implementação de ações corretivas. Permite visualizar de forma clara o entendimento do processo e o que se espera da realização das funções, podendo interferir ou mudar os procedimentos para alcançar os objetivos determinados. Para o artigo será realizada a análise de relatórios mensais extraídos dos sistemas utilizados para o atendimento, análise de tendência com base histórica, ferramentas da qualidade, como plano de ação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

CONCEITOS DE INDICADOR E MÉTRICAS

O conceito de indicador e métricas dado por Geisler (2000, p.48, 69) define o termo de indicador como medidas quantitativas aplicadas para medir atividades, insumos, resultados de pesquisa, desenvolvimento e inovação; já o termo métricas é definido como um sistema de medidas que abrangem o item objeto da medida (o que medir), a unidade de medida (como medir) e o valor da unidade (por que medir). Todos são influenciados por três fatores: a cultura da organização, conjunto disponível de métricas e o tipo de atividade a ser medida. Geisler (2000) destaca que indicadores diversificados são indispensáveis para conceder uma ampla dimensão e aspecto do processo, desempenho e resultados, e que uma métrica pode abranger vários indicadores.

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), organização internacional com publicações referente ao assunto, define indicadores como uma série de dados estabelecidos para responder perguntas sobre um fenômeno ou um sistema de dados (OCDE, 2001). A International Organization for Standardization (ISO), estabelece que indicadores sejam expressões numéricas, simbólicas ou verbais, aplicadas para caracterizar atividades ou eventos, em termos qualitativos, com o objetivo de determinar seu valor (ISO, 1998, p. 3).

Observa-se que os conceitos apresentados transmitem a ideia de que indicadores são mecanismos que permitem medir – para base quantitativa ou verificar para base qualitativa, se as metas ou as modificações previstas estão sendo atingidos. Também possibilita identificar melhor os progressos em termos de resulta ou de impactos. Um indicador é, antes de tudo, um mecanismo de mensuração, utilizada

para apontar aspectos quantitativos e/ou qualitativos de uma dada manifestação, com intenção de analisar e ajudar na tomada de decisão. Uma vez estabelecido o que medir, passa-se a firmar qual melhor mecanismo para desempenhar o papel de mensurar o que deseja.

Os indicadores podem ser construídos para medir ou evidenciar os aspectos relacionados a níveis individuais, coletivos e associativos. Podem ser instrumentos para mensurar a disponibilização das atividades e bens. Os indicadores são importantes ferramentas de gestão, pois permitem ao administrador monitorar situações que podem ser mudadas, incentivadas ou potencializadas desde o início do monitoramento até o alcance do que foi previsto como resultado, mas é necessário que a utilização seja normalizada, aplicando de forma constante o mesmo modo de medir, e que o gestor atue para resolução dos problemas que surgirem. Sem a atuação, as ferramentas tornam-se inúteis.

Aspectos e importâncias dos indicadores

Os indicadores são ferramentas implementadas para monitorar e avaliar o desempenho e metas estabelecidas. Mostram a dimensão do problema, fundamentam diagnósticos e possibilitam a demonstração de resultados. A escolha dos indicadores deve ser feita em função dos aspectos que queremos analisar.

Uma análise vital é saber qual é a combinação mais aquedada entre os indicadores quantitativos e qualitativos e que em alguns contextos eles podem ser utilizados como complementares.

Para Minayo & Sanches (1993, p. 247):

No ponto de vista epistemológico, nenhuma das duas abordagens é mais científica do que a outra. De que adianta ao investigador utilizar instrumentos altamente sofisticados de mensuração quando estes não se adequam á compreensão de seus dados ou não respondem a perguntas fundamentais? Ou seja, uma pesquisa, por ser quantitativa, não se torna “objetiva” e “melhor”. Da mesma forma, uma abordagem qualitativa em si não garante a compreensão em profundidade.

A investigação quantitativa atua em níveis de realidade e tem como objetivo trazer dados, indicadores e tendências observáveis. A investigação qualitativa

trabalha com valores, crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões (MINAYO & SANCHES, 1993).

As experiências da pesquisa mostram uma combinação das duas metodologias, atingindo ótimos resultados, como o indicador para medir o tempo médio de atendimento e o quanto é confiável esse processo de atendimento.

Nesse contexto, o artigo terá como foco o indicador quantitativo Tempo de Atendimento de Importação e o qualitativo, Confiabilidade no Processo para a medição de desempenho de processos que são ligados diretamente às metas da área e da corporação.

Conforme Correa e Correa (2013, p.140):

A medição de desempenho consiste em um processo de quantificação da eficiência e da eficácia das ações tomadas por uma operação e as medidas podem ser definidas como as métricas usadas para quantificar a eficiência e eficácia de ações.

Para os autores pesquisados Furlan (2013), Correa e Correa (2013), Muller (2003), Davis (2001) e Slack (2012), há uma concordância sobre as dimensões das medidas:

Tempo: ligado à duração do processo e compreendido como velocidade. Medido por lead time interno, entendimento do cliente entre a necessidade e a entrega, respostas a solicitações de clientes e urgências e resposta a dúvidas de clientes.

Confiabilidade, considerada por Correa e Correa (2013): conformidade das previsões de demanda, aderência aos planos de operação, aderência ao plano de distribuição, percentuais de entregas no prazo (pedidos, linhas e unidades), entregas totais no prazo.

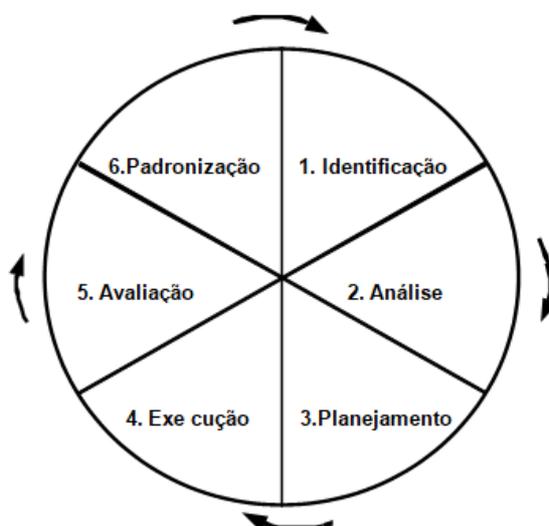
Neste sentido, rapidez no atendimento como indicador deve-se relacionando a celeridade com o tempo que o pedido feito foi atendido. Entretanto, a rapidez por si própria não representa qualidade - esta deverá ser relacionada com a eficácia do serviço.

O uso desses indicadores tem como plano principal, verificar a qualidade na execução da tarefa e processos aplicados na produção de produtos e serviços, ou seja, analisar se de fato existe evoluções significativas no que tange aos parâmetros estabelecidos.

De acordo com Albrecht (1998, p.15), a apatia, inflexibilidade no atendimento, não cumprir ao prazo de entrega, morosidade e a desorganização no atendimento são algumas das queixas comuns dos clientes em relação aos serviços. Para prevenir ou eliminar a aparição de problemas desta natureza, é importante que as organizações tenham uma estrutura direcionada para a Qualidade de Serviços.

Para Cobra e Rangel (1993, p.68) para que o gerenciamento proporcione melhorias contínuas, é fundamental que exista um procedimento bem estruturado para resolução dos desvios – metodologia esta que deve ser entendido por todas as pessoas envolvidas na atividade. Resumidamente, este processo pode ser ilustrado na figura 1.

Figura 2 - Processo para melhoria da qualidade em serviços.



Fonte: Freitas (2001, p.15)

Identificação: etapa que problemas e/ou oportunidades de melhorias são definidas, buscando aumentar as experiências positivas do cliente. Podendo ser priorizados os que causam grande impacto ao cliente e os que não são resolvidos de maneira fácil e rápida.

Análise: baseada em dados e fatos sobre as dificuldades e oportunidades escolhidas, visando identificar as causas destes problemas e analisar suas consequências sobre as melhorias desejadas.

Planejamento: etapa para relacionar ações que resolvam as causas origem dos problemas ou uma relação de ações para aumentar a satisfação do cliente. Para essas ações, os riscos, os custos e recursos devem ser avaliados, para evitar

possíveis efeitos colaterais.

Execução: nesta fase as ações planejadas são implementadas de acordo com os procedimentos previamente determinados.

Avaliação: com o monitoramento das ações que foram efetuadas é possível ponderar se elas realmente estão sendo eficazes na resolução dos problemas ou nas melhorias.

Padronização: se as ações implementadas estão realmente sendo eficazes, elas devem ser padronizadas, de maneira que os problemas ocorridos não venham mais acontecer e que os clientes continuem satisfeitos. Do contrário, o problema deve ser solucionado.

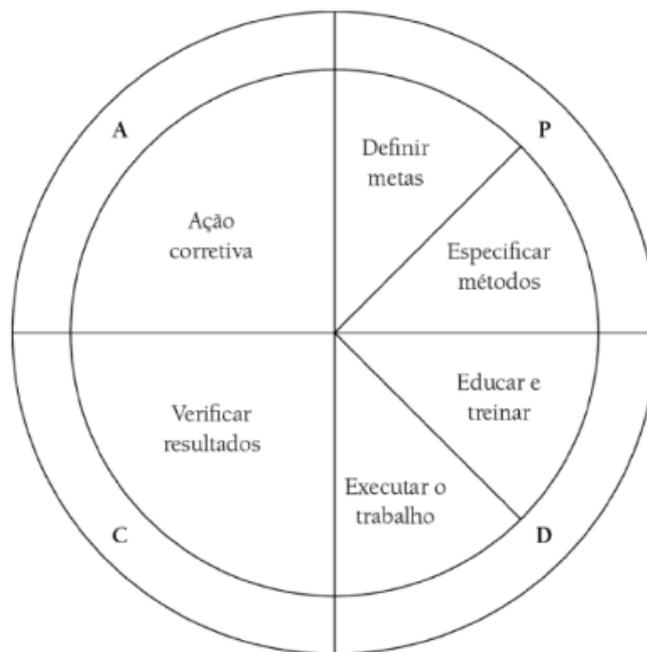
Ferramentas para análise dos indicadores

São indispensáveis à utilização de ferramentas apropriadas para a identificação, análise, solução dos problemas e apresentação de melhorias. Algumas ferramentas também possibilitam a implantação de planos de ação que geram informações necessárias para verificar se a qualidade do serviço está sendo realmente alcançada ou não.

Há uma grande quantidade de ferramentas que podem ser utilizadas para a resolução de problemas, contudo, para este trabalho serão apresentadas as ferramentas pertinentes para o objeto de estudo. Vale ressaltar que não é necessária a utilização de todas as ferramentas, pois cada problema em análise pode precisar de um conjunto diferente de informações e dados.

Ciclo PDCA: Conforme Lobo (2020), é um ciclo de melhorias contínuas, com o objetivo é identificar e organizar as atividades do processo que busca soluções para os problemas, de maneira a garantir de modo eficaz, o desenvolvimento das atividades planejadas.

Figura 3 – Fases do ciclo PDCA



Fonte: Lobo (2020, p.15)

Diagrama de Causa e Efeito: Também pode ser chamado de Diagrama de Ishikawa e mostra visualmente as possíveis causas de um determinado problema. De acordo com Possarle (2014), essa ferramenta tem como alvo obter a causa raiz do problema e extrair a maior quantidade de informações.

Brainstorming (tempestade de ideias): Conforme Maranhão e Macieira (2004), uma dinâmica para que um grupo de pessoas crie o maior número de ideias possíveis sobre um tema escolhido. Podemos usar o Brainstorming para detectar problemas e análise de causa e efeito.

Histograma: Uma forma gráfica de apresentação dos dados em que são agrupados por classes ou categorias e sua representação são dadas em barras que refletem a frequência de ocorrência dos dados no intervalo definido (classe).

Importância da Gestão da Qualidade

O conceito de qualidade é algo conhecido e evidente, está relacionando com tudo aquilo que nos atende e agrega. Para tanto, é necessário entender o que é Gestão da Qualidade e sua importância.

Na década de 1980, com o aumento na preocupação com a qualidade e a crescente globalização dos mercados, manifestou-se à necessidade de se criar um padrão internacional de qualidade, de forma que o conceito fosse uniforme e compreendido nas organizações em âmbito mundial. Assim a International Organization for Standardization¹⁶, ISO, cria a família de normas ISO 9000 com o foco em equalizar normas de gerenciamento da qualidade. No Brasil, esse organismo internacional é representado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que, entre suas atribuições, traduz e distribui as normas ISO.

Complementando a norma, surgiu a ISO 9001 que define os requisitos para a implantação do sistema. Seu objetivo é trazer confiança ao cliente nos produtos e serviços criados, de modo que seja repetitivo e consistente, a fim de obter uma qualidade de acordo com o que foi definido pela empresa. É necessário ressaltar que esta norma específica atua em conjunto com a família das normas ISO 9000, pois se acrescentam características técnicas à gestão da qualidade.

Estas certificações formam um caminho racional para as empresas que se preocupam com a globalização do mercado e suas competitividades.

Para Pinto e Soares (2010, p: 25) a certificação:

Pode ajudar a organização a definir, implementar, manter e melhorar estratégias” e também “evidência, inequívoca, junto dos colaboradores, dos clientes, e de outras partes interessadas dos esforços desenvolvidos pela organização ao nível da qualidade.

Conforme Junior, Rocha, Mota e Varanda (2012), os benefícios da certificação são: Redução de não conformidades, eliminação de retrabalho, redução de custos operacionais, aumenta da participação no mercado nacional e internacional, aumento da competitividade, aumento da confiabilidade e segurança dos bens e serviços e melhor relacionamento com cliente.

Para Maranhão (2000), os benefícios para o colaborador são as melhorias na empregabilidade, qualidade de vida, autodesenvolvimento com progressos profissionais e estabilidade no emprego, visto que a empresa será mais sólida no mercado.

Atualmente, a qualidade é considerada um fator importante de mercado. Pois cada vez mais os clientes desejam segurança e credibilidade e procuram produtos e serviços de qualidade técnica elevada e preços competitividade, exigindo excelência dos serviços.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse artigo foi realizada uma pesquisa documental em uma área dentro do terminal portuário localizado no município de Vila Velha no estado do Espírito Santo. Tal área compreende atividades de liberação documental e de cargas para embarque e descarga no terminal. A área interage com outras áreas, importadores, transportadores, agentes marítimos e órgãos fiscalizadores. A estrutura da equipe é composta por um supervisor, analistas, assistentes administrativos e assistentes operacionais.

Para a coleta de dados foram selecionados 02 indicadores de processo e foram utilizados como fonte, planilhas de monitoramento dos indicadores de metas de ano de 2019 e primeiro semestre de 2020 e planilhas de monitoramento de plano de ação.

Durante a pesquisa, foi utilizada uma abordagem qualitativa uma vez que esse artigo toma por base a análise estatística dos dados com a aplicação de dados numéricos para interpretação dos resultados com contexto de potencializar o desenvolvimento.

Para Godoy (1995, p. 21):

Hoje em dia a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

As ferramentas da gestão da qualidade são utilizadas para processar melhorias contínuas nos produtos e serviços. A interpretação dos resultados dos indicadores requer uma análise crítica, que conforme a NBR ISO 9001:2015, deve avaliar a conformidade, adequação, eficácia e eficiência do que está sendo analisado.

Mediante as observações diretas nos indicadores coletados, conforme relatados anteriormente, foi formulada a seguinte comparação com os resultados obtidos no ano de 2019 e no primeiro semestre de 2020.

Construíram-se dois indicadores resultantes da média mensal e a meta estabelecida pela área. O Tempo de Atendimento Importação compreende o processo do tempo médio de atendimento entre o envio da retirada para análise documental até a efetiva liberação. O quadro 01 apresenta o tempo médio e o tempo de crédito no período de 2019. Observa-se que em 12 meses não há período que ultrapassa a meta estabelecida de 01h, em 09 meses o tempo de atendimento foi inferior a 00h40min e em 03 meses o tempo foi superior a 00h40min, assim com aproveitamento de 100% da meta estabelecida, obtendo tempo médio anual de 00h35min, bem inferior ao que foi previsto, representando os principais benefícios percebidos pela empresa.

Quadro 1 - Informações referentes ao indicador Tempo de Atendimento Importação no ano de 2019.

Tempo de atendimento Importação			
Período	Previsto/hora	Realizado/hora	Crédito
Janeiro	01:00	00:44	00:16
Fevereiro	01:00	00:36	00:24
Março	01:00	00:41	00:19
Abril	01:00	00:38	00:22
Mai	01:00	00:55	00:05
Junho	01:00	00:36	00:24
Julho	01:00	00:34	00:26
Agosto	01:00	00:26	00:34
Setembro	01:00	00:24	00:36
Outubro	01:00	00:27	00:33
Novembro	01:00	00:29	00:31
Dezembro	01:00	00:38	00:22
Média		00:35:40	
Fórmula de cálculo: Tempo entre o horário do envio da retirada para análise documental no portal até a efetiva liberação pelo analista da área			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O **quadro 02** apresenta os dados do indicador Confiabilidade nos Processos de Importação, que consiste na segurança que as liberações são feitas, com o cálculo de quantidade de retiradas liberadas por quantidade total de falhas do colaborador nas liberações. O quadro apresenta o número de liberações por mês, quantidade de desvios, a meta estabelecida e o realizado em porcentagem. Identifica-se que no período de 01 ano ocorreu apenas 01 desvio na liberação e apesar da falha, atingiu-

se a média de 99,99% de confiabilidade no processo, porcentagem superior à meta estabelecida, de 99,91%.

Quadro 2 - Informações referentes ao indicador Confiabilidade nos Processos Importação no ano de 2019.

Confiabilidade nos processos de Importação				
Período	Qtde de liberações	Qtde desvios	Previsto	Realizado
Janeiro	1183	0	99,91%	100%
Fevereiro	2232	0	99,91%	100%
Março	957	0	99,91%	100%
Abril	827	1	99,91%	99,98%
Mai	904	0	99,91%	100%
Junho	834	0	99,91%	100%
Julho	726	0	99,91%	100%
Agosto	1017	0	99,91%	100%
Setembro	1022	0	99,91%	100%
Outubro	972	0	99,91%	100%
Novembro	830	0	99,91%	100%
Dezembro	967	0	99,91%	100%
Média				99,99%

Fórmula de cálculo: Qtde total de falhas do analista na liberação das retiradas / qtde total de programações de retirada liberadas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os **quadros 03 e 04** são referentes aos mesmos indicadores dos **quadros 01 e 02**, porém os dados estão relacionados ao primeiro semestre de 2020.

Quadro 3 - Informações referentes ao indicador Tempo de Atendimento Importação no primeiro semestre de 2020

Tempo de atendimento Importação			
Período	Previsto\minutos	Realizado\minutos	Crédito
Janeiro	00:40	00:39	00:01
Fevereiro	00:40	00:37	00:03
Março	00:40	00:34	00:06
Abril	00:40	00:33	00:07
Maio	00:40	00:29	00:11
Junho	00:40	00:37	00:03
Média		00:34:50	
Fórmula de cálculo: Tempo entre o horário do envio da retirada para análise documental no portal até a efetiva liberação pelo analista da área			

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quadro 4 - Informações referentes ao indicador Confiabilidade nos Processos Importação no primeiro semestre de 2020.

Confiabilidade nos processos de Importação				
Período	Qtde de liberações	Qtde desvios	Previsto	Realizado
Janeiro	966	0	99,95%	100%
Fevereiro	740	0	99,95%	100%
Março	832	0	99,95%	100%
Abril	483	0	99,95%	100%
Maio	648	0	99,95%	100%
Junho	621	0	99,95%	100%
Média				100,00%
Fórmula de cálculo: Qtde total de falhas do analista na liberação das retiradas / qtde total de programações de retirada liberadas.				
Obs: Notar que a quantidade de liberações reduziram em comparação ao ano anterior, devido a queda nas importações por motivo da pandemia mundial do Covid-19 no ano de 2020.				

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

É possível notar que as metas estabelecidas para o ano de 2020 foram alteradas devido à eficiência no atendimento do ano anterior. O indicador Tempo de atendimento passou de 01h para 00h40min, com redução no tempo, e Confiabilidade nos Processos de Importação de 99,91% para 99,95%, com aumento na porcentagem

de segurança, que possuiu o objetivo de gerar maior credibilidade nas liberações. Essas alterações foram realizadas conforme análise nos resultados do ano anterior, que se observou que a média do tempo de atendimento foi de 00h35min e a confiabilidade 99,99%, margem bem maior ao que foi estabelecido, sendo assim admissível mudar os alvos, tornando as metas mais agressivas.

Como pode ser observado no Quadro 02, no mês Abril o indicador não comportou conforme o previsto devido a uma falha na liberação, impactando na confiabilidade do processo. Visando direcionar a empresa na busca de melhorar o desempenho, foi elaborado um plano de ação. As propostas contidas no plano de ação estão relacionadas ao desvio no procedimento como mostra a Figura 01.

Figura 2 – Plano de ação para o desvio do mês de Abril

DATA DO PLANO	ÁREA	META	PRAZO
15/04/19	-	Não ocorrer liberações incorretas	30/11/19

PROBLEMA
No momento da liberação foi informado pelo colaborador o valor incorreto da carga, gerando a emissão da nota fiscal e cobrança para o cliente com valor errado.

CAUSA	AÇÃO CORRETIVA	COMO	RESPONSÁVEL	PREVISTO	OGRAM	REALIZADO	STATUS
Falta de atenção do colaborador ao informar no portal o valor da carga a ser liberada	Alinhar junto a equipe a necessidade de informar o valor correto da carga	Reforçando que todas as informações inseridas no sistema devem ser revisadas antes das liberações	Supervisor da área	30/04/2019		22/04/2019	Concluído no Prazo

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O plano de ação inclui a determinação dos prazos, pessoa responsável, a causa e ação corretiva. O Plano foi monitorado para determinar o resultado ou alterá-lo e definir novas estratégias, se necessário.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, a norma ISO 9001:2015, requisito 9.1.1 Generalidades:

A organização deve determinar:

- a) o que precisa ser monitorado e medido;
- b) os métodos para monitoramento, medição, análise e avaliação necessários para assegurar resultados válidos;
- c) quando o monitoramento e a medição devem ser realizados;
- d) quando os resultados de monitoramento e medição devem ser analisados e avaliados.

(ISO 9001, 2015).

Avaliar e analisar tem relação a comparar os resultados, com o propósito de compreender a evolução de um processo. Basicamente é pegar o resultado de um processo e compará-lo com a meta estabelecida e identificar quais pontos foram favorecidos, de forma positiva ou negativa.

Muller (2003, p. 115 e 116) enfatiza a importância dos indicadores:

A medição de desempenho deve se dar em vários níveis da organização. Esta sistemática não é exclusiva da alta administração, muito menos deve se restringir ao chão-de-fábrica: deve permear toda a empresa, partindo das definições estratégicas da alta administração e procurando garantir que o desempenho operacional esteja de acordo com as metas traçadas. Muitas empresas cometem o erro de querer medir tudo ou ter muitas medidas. O bom uso de poucos indicadores críticos traz mais resultado do que o excesso. A medição de desempenho é um processo contínuo, não um evento. A essência da melhoria contínua deste processo está no feedback do sistema, proporcionando estabelecimento de novas metas e ajuste da estratégia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou a apresentar dois indicadores de medição de desempenho já existentes em uma organização. O atual sistema de medição demonstrou ser feito a presença da supervisão e ligação com a estratégia, pois as informações foram analisadas de maneira crítica, gerando poucos desvios, ações corretivas e melhorias contínuas, que proporcionaram novas metas.

Conforme a revisão da literatura, o objetivo do trabalho foi atingido, visto que os indicadores são uma autocritica, com acompanhamento das informações, das atividades e de tomadas decisões. A medição aplicada de forma correta proporcionou identificar os problemas, entender melhor o processo, identificar as oportunidades, torna o trabalho realizado visível e melhora o controle das atividades. Com o propósito de buscar melhorias na qualidade dos serviços, a partir da premissa da crescente competitividade no ambiente empresarial, a implantação e o acompanhamento dos indicadores favorecem na economia de recursos da organização ao se evitar retrabalho e desperdício de recursos humanos, assim como potencializa ações que favorecem o sucesso da adequação dos resultados aos objetivos estratégicos, já que

dispõe de um instrumento e informações capazes de promover maior precisão à tomada de decisões.

Acredita-se, que em longo prazo, as organizações que forem mais eficazes na entrega constante dos resultados desejados pelos clientes garantindo níveis compatíveis de eficiência, serão as mais competitivas, uma vez que a aplicação da metodologia propõe uma mudança na cultura organizacional para com a qualidade, mostrando que é possível com a colaboração de todos obterem ganhos significativos a curto, médio e longo prazo.

Outro objetivo atingido foi a demonstração de um sistema de indicadores, caracterizado por métricas qualitativas e quantitativas que auxilia na melhor compreensão dos fenômenos para os gestores direcionarem os esforços de melhoria dos processos bem como as iniciativas de projetos novos. É importante destacar nas contribuições do trabalho, que as empresas que tenham interesse em implantar a metodologia de indicadores devem buscar adaptar seus sistemas, compreender o esforço necessário para adaptar sua estrutura e cultura para futuras alterações a fim de evitar a perda de credibilidade dos indicadores.

A proposta dos modelos de indicadores, vão além de medidas, eles apresentam uma visão do futuro e do desdobramento operacional e estratégico. Confirmando-se como um sistema de gestão da qualidade pode ser um apoio para a tomada de decisões e solução de problemas.

Por fim, futuras pesquisas poderão ser elaboradas com base na utilização de ferramentas para a identificação dos indicadores mais relevantes a serem utilizados na metodologia, como indicadores de comprometimento e satisfação dos colaboradores e aplicação dos modelos de indicadores com outros instrumentos de controle da organização.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, Karl. **Revolução nos serviços** – como as empresas podem revolucionar a maneira de tratar os seus clientes. 5. ed. Editora Pioneira, 1998.

BELLEN, Van. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

COBRA, M., RANGEL, A. **Serviços ao Cliente** - Uma Estratégia Competitiva. 2. ed. São Paulo: Editora Marcos Cobra, 1993.

CORREA, Henrique L.; CORREA, Carlos A. **Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços. Uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

DAVIS, Mark M; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

FURLAN, Jose Davi. **Guia para o gerenciamento de processos de negócio corpo comum de conhecimento abmpm bpm cbok v 3.0**. 1. ed. Brasil: ABPMP, 2013.

GEISLER, Eliezer. **The metrics of technology evaluation**. Westport: Greenwood, 2000.

GODOY, Arilda S. Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 12 nov. 2020.

JUNIOR, Isnard Marshall; MOTA, Edmarson Bacelar; ROCHA, Alexandre Varanda. **Gestão da Qualidade e Processos**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2012.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020.

MARANHÃO, Mauriti. **ISO série 9000**: manual da implementação. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editoria, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de S. **Quantitativo-qualitativo**: oposição ou complementaridade? Trabalho de conclusão de curso - Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1993.

MULLER, Claudio José. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. Trabalho de conclusão de curso Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Knowledge and Skills for Life. Paris: OECD; 2001.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2012.
The International Standard Organization. The ISO Standards Glossary/ISSO, 1998.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes; PEREIRA, Lauro Charlet. Seleção de indicadores ambientais para indústria com atividade galvânica. In: **Encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em administração**, 2004, Curitiba: Anpad, 2004.