

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

I34 Impactos das tecnologias na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-221-0
DOI 10.22533/at.ed.210192803

1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 690

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia civil.

A constante evolução na engenharia civil é movida pelo uso de novas tecnologias, que surgem a cada dia. Novos materiais, novas metodologias vão surgindo, viabilizando construções mais complexas e ocasionando uma maior produtividade nos canteiros de obras, trazendo impactos sociais relevantes.

O estudo de novas tecnologias na área de saneamento por exemplo, traz benefícios a diversas comunidades, impactando na área de saúde e consequente melhoria na qualidade de vida das pessoas atingidas.

A inovação no desenvolvimento de produtos se deve a necessidade de criação de materiais mais resistentes, proporcionando maior qualidade e segurança às obras. O desenvolvimento de materiais a partir de matéria prima reaproveitada ou de materiais que simplesmente eram descartados, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, proporciona benefícios ao meio ambiente e resultados econômicos satisfatórios. Nessa mesma linha de pensamento, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis.

O uso de tecnologias no controle e planejamento de obras permite a antecipação de diversas situações que poderiam impactar negativamente na execução das obras ou seu uso final, oportunizando seus gestores a tomada de decisões antes mesmo que elas ocorram.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, de modo que haja uma reflexão sobre os impactos que o uso de novas tecnologias proporciona à engenharia e que seu uso possa proporcionar melhorias de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA SOCIAL NO SERTÃO DO PAJEÚ: UM GANHO NA QUALIDADE DE VIDA COM A UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTORES	
<i>Lizelda Maria de Mendonça Souto</i>	
<i>Rafael Lucian</i>	
<i>Alexandre Nunes da Silva</i>	
<i>Avelino Cardoso</i>	
<i>Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani</i>	
<i>Sérgio Peres</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928031	
CAPÍTULO 2	7
CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Décio Leandro Amaral Miranda</i>	
<i>Renato da Silva Couto</i>	
<i>Ronildo Alcântara Pereira</i>	
<i>Siumara Rodrigues Alcântara</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928032	
CAPÍTULO 3	23
MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS COM A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	
<i>Humberto Mycael Mota Santos</i>	
<i>Bruno Balbino da Silva</i>	
<i>Anderson Ferreira de Oliveira</i>	
<i>Daniel Oliveira Procorio</i>	
<i>Gabriel Marcelo Bortolai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928033	
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISE DE ESTABILIDADE MARSHALL EM MISTURAS ASFÁLTICAS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA	
<i>Rodolfo Rodrigo Ferreira Severino</i>	
<i>Yane Coutinho Lira</i>	
<i>Rodrigo Mendes Patrício Chagas</i>	
<i>Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça</i>	
<i>Milton Bezerra das Chagas Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928034	
CAPÍTULO 5	41
MÉTODOS DE ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS CONFORME A NBR 15575-1/2013	
<i>Aniéli Thais de Souza</i>	
<i>Maria das Graças Monteiro Almeida de Melo</i>	
<i>Maryane Gislayne Cordeiro de Queiroz</i>	
<i>Geovani Almeida da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928035	

CAPÍTULO 6	53
OS SELOS DE CERTIFICAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	
<i>Marco Antonio Campos</i>	
<i>André Munhoz de Argollo Ferrão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928036	
CAPÍTULO 7	64
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
<i>Daniel Marcos de Lima e Silva</i>	
<i>Maísa de Castro Silva</i>	
<i>Marcelo Ferreira Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928037	
CAPÍTULO 8	80
PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DE VIGA E PILAR METÁLICO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
<i>Marcus da Silva Camargo</i>	
<i>Cleverson Cardoso</i>	
<i>José Raimundo Serra Pacha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928038	
CAPÍTULO 9	99
ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREDIAL APOIADA EM BIM: ESTUDO DE CASO EM COBERTURAS	
<i>Bárbara Lepca Maia</i>	
<i>Sérgio Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928039	
CAPÍTULO 10	118
INDICADORES DE PROJETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL NO PIAUÍ	
<i>Ailton Soares Freire</i>	
<i>Terciana Nayala Feitosa de Carvalho</i>	
<i>Carlos René Gomes Ferreira</i>	
<i>Araci de Oliveira Parente Sousa</i>	
<i>Ronildo Brandão da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280310	
CAPÍTULO 11	127
UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA MENSURAÇÃO DE DESPERDÍCIO EM OBRAS CIVIS	
<i>Evanielle Barbosa Ferreira</i>	
<i>Samuel Jônatas de Castro Lopes</i>	
<i>Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280311	

CAPÍTULO 12	139
O NÍVEL DE SERVIÇO E ÍNDICE DE QUALIDADE DA CALÇADA: ESTUDO DE CASO EST-UEA	
<i>Angra Ferreira Gomes</i>	
<i>Valdete Santos de Araújo</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280312	
CAPÍTULO 13	146
UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA	
<i>Diogo Wanderson Borges Lisboa</i>	
<i>Ana Beatriz Sena da Silva</i>	
<i>Anna Beatriz Aguiar de Souza</i>	
<i>Eliete Santana Chaves Barroso</i>	
<i>Márcio Murilo Ferreira de Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280313	
CAPÍTULO 14	156
CAUSAS E EFEITOS DA RESSONÂNCIA EM EDIFICAÇÕES URBANAS	
<i>Beth Luna Monteiro Moreira</i>	
<i>Biatriz Vitória da Conceição Moraes Custodio</i>	
<i>Juliana Silva de Oliveira</i>	
<i>Larissa Medeiros de Almeida</i>	
<i>Lucian Araújo da Silva</i>	
<i>Luciana de Oliveira Guimarães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280314	
CAPÍTULO 15	161
SISTEMA MINI TARP: UMA PROPOSTA PARA A ELIMINAÇÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELAS ENCHENTES E CONTAMINAÇÃO DO RIBEIRÃO ARRUDAS	
<i>João Carlos Teixeira da Costa</i>	
<i>Raíssa Ávila Nascimento</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280315	
CAPÍTULO 16	182
LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS NA ÁREA URBANA CENTRAL DE PATOS DE MINAS - MG	
<i>Roni Alisson Silva</i>	
<i>Douglas Ribeiro Oliveira</i>	
<i>Rogério Borges Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280316	
CAPÍTULO 17	189
NOVOS PARADIGMAS E DESAFIOS NO ENSINO DE DISCIPLINAS PROFISSIONALIZANTES DE ENGENHARIA CIVIL COM BASE NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	
<i>Henrique Clementino de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280317	

CAPÍTULO 18 201

**INICIANDO A VIDA ACADÊMICA POR MEIO DO ESTUDO DAS SECÇÕES CÔNICAS
E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL**

Raimundo Nonato de Oliveira Sobrinho

Gabriel Alves de Abreu

Paulo Henrique Teixeira da Silva

Paulo Rafael de Lima e Souza

DOI 10.22533/at.ed.21019280318

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREDIAL APOIADA EM BIM: ESTUDO DE CASO EM COBERTURAS

Bárbara Lepca Maia

UFPR – Engenharia de Construção Civil –
Curitiba/PR

Sérgio Scheer

UFPR – Engenharia de Construção Civil –
Curitiba/PR

RESUMO: As patologias na construção civil podem causar muitos transtornos aos seus ocupantes e em casos extremos, podem vir a causar a ruína da edificação. A problemática a ser resolvida com este estudo é como a manutenção em edificações pode ser facilitada através da gestão da informação apoiado pelo processo BIM (*Building Information Modeling*). O objetivo geral foi realizar a análise do fluxo de informações no processo de manutenção predial apoiada pelo conceito BIM, o qual propõe um formato definido para facilitar a exploração de todas as informações do ciclo de vida do projeto. Para atingir tal objetivo foi realizada a análise do fluxo, uso e formato das informações no processo de correção de não-conformidades (patologias) em sistemas de coberturas de fibrocimento especificamente. Essas análises são baseadas em referencial teórico e também em um estudo de caso, cuja unidade de análise é composta por catorze edifícios residenciais concluídos entre 2006 e 2015, todos executados pela mesma

construtora em Curitiba/PR. O produto final apresentado neste trabalho é um conjunto de quatro propostas de fluxos informacionais que visam a solução de dois terços das solicitações de manutenção estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção predial, gestão da informação, BIM, modelagem da informação da construção.

ABSTRACT: Pathologies in construction can cause a lot of inconvenience to the occupants and in extreme cases may come to cause the ruin of the building. The problem to be solved with this research is how the maintenance in buildings can be facilitated by information management supported by BIM (*Building Information Modeling*). The general objective is to analyze the flow of information on building maintenance process supported by the BIM concept, which proposes a set format for easy use of all the information of the project life cycle. To achieve this goal was accomplished the analysis of the flow, use and format of the information on non-compliances correction process (conditions) in fiber cement roofing systems specifically. These analysis are based on theory framework and also in a case study, whose analysis units are fourteen residential buildings completed between 2006 and 2015, all built by the same organization in Curitiba / PR. The final product presented in this work is

a set of four information flows proposals aimed at solving two-thirds of the studied maintenance requests.

KEYWORDS: building maintenance, information management, BIM, building information modeling.

1 | INTRODUÇÃO

O planejamento da vida útil de edificações, estudado desde a década de 70, é uma das estratégias utilizada em alguns países para o aumento do desempenho no setor da construção civil. O desenvolvimento de um método para o planejamento da vida útil, foi influenciado pelo trabalho dos comitês técnicos, pertencentes ao grupo Conseil International du Bâtiment - CIB W80 e International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials - RILEM, os quais estabeleceram a Norma ISO - International Organization for Standardization (ISO/TC59SC14) para efetivar métodos de previsão da vida útil de sistemas construtivos (LACASSE e SJÖSTRÖM, 2004). A ABNT conforme NBR 15.575/2013 que trata do Desempenho de Edificações Habitacionais, define como vida útil (VU) o “período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento aos níveis de desempenho previstos nesta norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção”.

As características construtivas do século XXI favorecem ao aparecimento de patologias nas edificações uma vez que são realizadas com o máximo de economia. Sendo assim, o mínimo erro gera patologias, que podem ser provenientes de material, mão de obra ou projeto. Partindo desse panorama, este artigo estuda o processo de manutenção predial, tendo como principal objetivo a análise do fluxo da informação ao longo deste processo apoiada pelo processo BIM. Como as edificações são compostas por um conjunto de sistemas construtivos, o presente trabalho tem seu escopo restrito à análise de sistemas de coberturas.

2 | METODOLOGIA

A presente pesquisa foi composta por seis etapas sendo elas: revisão bibliográfica, levantamento de dados, análise dos dados, estudo de caso, resultado do estudo de caso e por fim, apresentação de proposta.

Para realizar a etapa de levantamento de dados foi selecionado o sistema de cobertura de 14 edificações residenciais, situados em Curitiba, concluídas entre os anos de 2006 e 2015 e todos executados pela mesma construtora. Esta construtora atua na cidade de Curitiba desde o início dos anos 2000 com o diferencial de mercado no cumprimento do prazo de entrega. Os empreendimentos de estudo apresentam

em média de 200m² de área privativa, com acabamento de alto padrão (3 suítes, piso porcelanato, acabamentos em mármore e granito, piso laminado, esquadrias com vidro duplo e persiana integrada automatizada e etc) e situados em bairros considerados nobres da capital paranaense. Sendo todos eles com coberturas de características construtivas semelhantes: estrutura em madeira serrada, telhas de fibrocimento, coletores de águas pluviais em chapa galvanizada.

3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ciclo PDCA

Werkema (1995) define o ciclo PDCA como “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Considerando a definição de que um problema é um resultado indesejável de um processo, o PDCA pode ser visto como um método de tomada de decisões para a resolução de problemas organizacionais. Assim, o PDCA indica o caminho a ser seguido para que as metas estipuladas possam ser alcançadas. Neste ínterim é preciso empregar técnicas (ou ferramentas) para a obtenção, processamento e disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA.

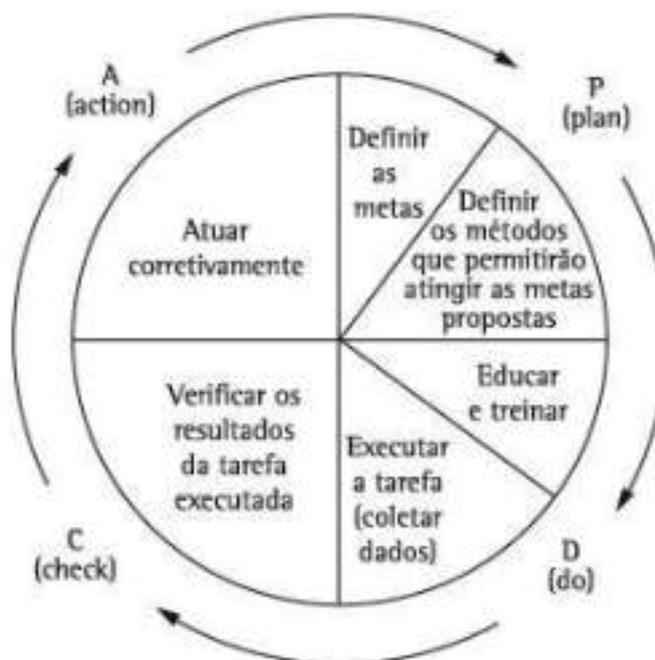


Figura 1 – Ciclo Pdca

Fonte:werkema (1995)

3.2 Melhoria Contínua

Caffyn (1999) conceitua melhoria contínua como um amplo processo concentrado na inovação incremental que envolve toda a organização. Por constituir-se num conceito simples, de fácil entendimento e de baixo nível de investimento, a melhoria

contínua tem se consagrado como uma das formas mais eficientes de aumentar a competitividade de uma empresa (BESSANT et al., 1994).

A idéia de melhoria contínua está relacionada à capacidade de resolução de problemas por meio de pequenos passos, alta freqüência e ciclos curtos de mudança. Esses ciclos de mudança são causados pela alternância de momentos de ruptura e de controle no desempenho (BESSANT et al., 2001).

A melhoria é sistemática porque utiliza uma abordagem científica, ou seja, o processo de resolução de problemas é estruturado em etapas como a identificação das causas, escolha, planejamento e padronização da solução. A melhoria é interativa porque o ciclo de resolução de problemas é realizado indefinidamente para buscar uma solução ou melhorar algo já atingido. O ciclo PDCA é um método que permite que esforços sistemáticos e interativos de melhoria sejam levados a cabo. Por sua vez, existem três tipos de melhoria: controle de processo, melhoria reativa e melhoria pró-ativa (SHIBA et al., 1997).

Shiba et al. (1997) também comparam rapidamente melhoria contínua e inovação, voltando-se para o operacional. Enfatizam bastante a gestão por processos, já citada por outros autores “... os gerentes devem ser capazes de ver o processo de melhoria como um processo, com o propósito de proporcionar direção e apoio aos subordinados engajados nas atividades de melhoria”. Isso significa enxergar a melhoria como um processo. É esse processo que diferenciará uma empresa da outra, o como fazer, o como chegar às competências essenciais para melhoria contínua e os comportamentos particulares de cada uma visando chegar a um resultado comum: a competência essencial para melhoria contínua (ATTADIA E MARTINS, 2003).

3.3 Gestão da Informação

Para Valentim (2010) a informação é insumo para qualquer fazer, seja no âmbito acadêmico, seja no âmbito empresarial. A geração de “novo” conhecimento somente é possível quando a informação é apropriada pelo indivíduo, por meio do estabelecimento de relações cognitivas.

Para que a informação resulte em um melhor desempenho para a organização é necessário que esta apresente algumas características e atributos como por exemplo formato, validade, conteúdo, usabilidade, clareza, imparcialidade, precisão e concisão (MARCHAND, 1990). Porém, essas características não podem ser estruturadas e definidas como certezas absolutas, pois variam conforme o perfil do usuário e as demandas do mercado no momento. Compreender que esses elementos constituem a base para diferentes ações, – tomada de decisão, planejamento, estratégias de ação e etc. – que resultarão no desenvolvimento de uma organização.

Como a informação deve seguir um fluxo, essa mediação ou trânsito da informação pode ser conceituada como toda ação de interferência – realizada pelo profissional da informação –, direta ou indireta, consciente ou inconsciente, singular ou plural,

individual ou coletiva, que propicia a apropriação de informação que satisfaça, plena ou parcialmente, uma necessidade informacional. (ALMEIDA JR., 2008)

Mais do que nunca, o século XXI será dominado por essa nova concepção de organização do trabalho, em que a produção, antes focada no processo, passa a se concentrar nas pessoas e no seu conhecimento, “o conhecimento tomou o lugar do capital como fator escasso de produção – a chave do sucesso corporativo. Aqueles que possuíam conhecimento e sabiam como aplicá-lo passaram a ser, a partir de então, os membros mais ricos da sociedade...” (GEUS, 1998).

Os Sistemas de Informação (SI) são definidos por Laudon & Laudon (1999) como “um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório de empresa e outras organizações”.

Consideram-se aqui algumas ferramentas tecnológicas, que tratam da informação no contexto dos fluxos formais da informação organizacional, sendo assim utilizadas para a gestão da informação, como: *Workflow*, *Business Intelligence (BI)*, *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *Customer Relationship Management (CRM)*, *Data Warehouse*, *Data Mining*, *Text Mining*, Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), *Database Marketing (DBM)*. As tecnologias de informação e conhecimento devem ser vistas como um recurso importante para coleta, tratamento e disseminação de dados e informação, assim como para a criação de conhecimento, por parte dos integrantes de uma determinada comunidade de especialidade. (VALENTIM, 2010).

No âmbito empresarial, informação e conhecimento podem ser considerados alicerces de suma importância para a gestão estratégica, pois permeiam todas as atividades empresariais, permitindo às pessoas uma bagagem informativa que propicia melhor compreensão das manifestações do ambiente externo, o qual está se modificando constantemente, caracterizando-se como complexo e dinâmico. É necessário saber interpretar o macroambiente para que as mudanças externas não afetem as organizações de forma negativa e, dessa forma, possibilitem adaptações de acordo com o contexto. (VALENTIM, 2010).

3.4 BIM

Para Succar (2009), BIM é um conjunto de regras, processos e tecnologias que integrados geram uma metodologia de gestão dos projetos do empreendimento e de suas informações, inseridos em um formato digital ao longo de todo o ciclo de vida do edifício. Para Manzione *et al.* (2011) é importante entender que o BIM vai além de uma ferramenta de elaboração de projetos ou de gestão de obra. Trata-se da integração de informações provenientes de pessoas, processos e tecnologia. O conceito BIM em sua íntegra exige mudança na organização do trabalho de um modelo tradicional para um formato colaborativo, que passa do individualizado, protegido e fragmentado

para o exposto, aberto e compartilhado.

A modelagem BIM é usada para recuperar as informações de determinado elemento de construção. Motawaet *al.* (2013) relatam que para um novo caso de manutenção, através da taxonomia dos trabalhos de anteriores serão recuperadas informações associadas na parte legal e administrativa do caso/elemento. O módulo também consulta e recupera a informação de contexto técnico em relação a este elemento específico e suas correlatas do BIM. Esta informação será utilizada mais tarde como caso de conhecimento, armazenadas na biblioteca de banco de dados para procurar uma solução para um novo caso que venha a surgir. Toda a informação recuperada será apresentada com a saída do módulo do banco de dados para fornecer um histórico de manutenção completo.

Manzione (2013) relata que há um esforço da comunidade técnica em busca da integração e desde 1994 um grupo de empresas se uniu para criar alguns padrões que possibilite a integração de informações de modelos diferentes. A atual buildingSMART foi responsável pelo desenvolvimento de alguns formatos padrões de linguagem computacional e protocolos para trocas e compartilhamento de informações: IFC, IDM e IDF.

O IFC (*Industry Foundation Classes*) define como trocar ou compartilhar as informações. O IFD (*International Framework for Dictionaries*) é um dicionário de dados que define qual informação será compartilhada. O IDM (*Information Delivery Manual*) é um manual que especifica quando e quais informações serão compartilhadas (MANZIONE, 2013).

IDM é uma metodologia destinada a mapear os processos que ocorrem na indústria da construção, os agentes envolvidos, os requisitos de informação destes e quais partes do modelo IFC dão suporte a tais requisitos.

Posto isso, o IDM procura proporcionar uma referência integrada entre processos e informação no contexto BIM. Ele identifica os processos que acontecem dentro da atividade construtiva, a informação indispensável para que aconteçam e os resultados que são gerados nessa atividade (BUILDINGSMART, 2015). O IDM deve especificar:

- a) Onde um processo se encaixa e por que ele é relevante;
- b) Quem são os atores criando, consumindo e se beneficiando das informações;
- c) Quais são as informações criadas e consumidas;
- d) Como tais informações devem ser suportadas por soluções de *software*.

Diferentemente do IFC, que faz referência a todas as informações do ciclo de vida do projeto, o IDM busca dar suporte a informações específicas relacionadas à uma fase particular do projeto.

O sistema integrado entre BIM e FM (*Facility Management*) é usado para planejar aprimoramentos na construção civil. As edificações estão em constante mudança: espaços são usados para funções diferentes, um equipamento é substituído, sistemas mecânicos são alterados, e assim por diante. Se o sistema BIM FM é mantido

atualizado na forma como essas mudanças ocorrem, ele serve como um registro preciso das condições atuais da edificação. A equipe de FM não precisará procurar por meio de desenhos e outros documentos ou ainda quebrar paredes ou tetos para determinar as condições reais. Manter a equipe de manutenção treinada para manter o sistema atualizado promove a disponibilização de dados que embasarão decisões de qualidade. O custo de projetos de renovação/reforma também será reduzido através da diminuição de incerteza que os empreiteiros têm de lidar com a interpretação de projetos. (TEICHOLZ, 2013)

Para Teicholz (2013) as vantagens do BIM para manutenção incluem: base de informações unificada, proporcionando um manual do proprietário de um edifício mais completo; apoio eficaz para análises, especialmente para iniciativas de energia e sustentabilidade; modelo ciente de localização de equipamentos, acessórios e mobiliário, repleto de dados; apoio à resposta de emergência e de gestão de segurança e planejamento de cenários.

3.5 Manutenção Predial

A ausência da manutenção adequada em edificações é responsável por anomalias das mais variadas, que por sua vez são causadoras de danos materiais e, às vezes, pessoais. Esses danos são significativos e atingem não apenas ao proprietário, mas também a sociedade em geral, já que é causa de deterioração urbana, o que, em longo prazo, favorece a criminalidade, afasta turistas e reduz a auto-estima do cidadão (IBAPE/SP, 2005).

Segundo Gomide *et al.* (2006), a manutenção predial pode ser definida em linhas gerais como “o conjunto de atividades e recursos que garanta o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível”. A manutenção predial não tem como finalidade principal a execução de reformas e/ou alterações de sistemas em resposta às anomalias de concepção, projeto ou execução dos empreendimentos. Outro conceito importante relacionado à manutenção é a *manutenabilidade*, definido por Gomide *et al.* (2006) como a facilidade de dar manutenção em um bem para que este possa executar as funções para as quais foi criado. Os fatores que influenciam a manutenabilidade de um edifício são, basicamente, de ordem física, ou seja, as características físicas do imóvel podem propiciar ou não a manutenção do mesmo, dependendo da facilidade ou não de se executar a manutenção. Esta facilidade passa por todas as fases do ciclo na construção civil.

Segundo Castro (2007) mais do que discutir a prática ou não da manutenção em edificações, é fundamental discutir sobre a dualidade Manutenção Preventiva *Versus* Manutenção Corretiva. É preciso que se entenda a manutenção preventiva como um investimento a ser feito em um bem. Esse investimento propiciará maior vida útil, maior durabilidade, e menores gastos com a manutenção corretiva do mesmo. Para Gomide *et al.* (2006) os custos com manutenção preventiva devem ser encarados

como investimento patrimonial da edificação, havendo, portanto, a necessidade de acompanhamento desses custos pelos gestores. Desse modo, os valores gastos com as atividades do plano e estratégia geral da manutenção adotada são facilmente justificados.

4 | RESULTADOS

4.1 Levantamento de dados

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) é de responsabilidade da construtora a garantia da funcionalidade dos sistemas da edificação por até 5 anos, variando conforme o componente. Sendo assim, a Construtora XY realiza apenas o atendimento às ocorrências de manutenção que são consideradas dentro das condições de garantia. Nesses casos não são solucionadas as ocorrências por mau uso ou falta de manutenção periódica. Foram coletadas as ocorrências de 14 edificações, sendo que cada uma apresenta características particulares (número de pavimentos, número de apartamentos, ambientes de lazer). Porém, apresentam sistemas construtivos semelhantes (estrutura em concreto armado com vedação em alvenaria de bloco cerâmico) e estas variações não foram consideradas nas análises desta pesquisa.

Para definição do escopo do levantamento de dados foram excluídos empreendimentos que envolviam telhas *shingle*, telhas metálicas e lajes impermeabilizadas. Sendo assim foram extraídos do ERP da Construtora XY os dados e detalhes das ocorrências de manutenção em coberturas de fibro-cimento. Essas informações são provenientes do ciclo de rotina de trabalho do SAC (Setor de Atendimento ao Cliente): 1. Receber por telefone ou portal on-line a solicitação do cliente com suas descrições e percepções da falha / defeito; 2. Abrir a solicitação no sistema de informação - *Enterprise Resource Planning* (ERP); 3. Encaminhar um colaborador técnico ao empreendimento para análise da falha e apontamento da correção necessária; 4. Realizar correção necessária com equipe própria; 5. Encerrar a solicitação no ERP indicando a correção realizada.

Com base nos dados preenchidos na ficha de solicitação de serviço é complementado o ERP. A partir da extração destes foi possível filtrar apenas as 42 solicitações relacionadas ao sistema de cobertura e assim compilar os dados. A primeira etapa de análise dos dados levantados foi realizada através da interpretação das informações descritas e da experiência da autora em manutenção, com a inclusão da coluna “causa”, com o objetivo de facilitar a classificação e formatação dos dados.

4.2 Análise de dados levantados

Foram levantadas também informações através de visita às instalações administrativas da construtora e de entrevista informal com os tomadores de decisão

do SAC (gerente regional e gerente de atendimento). A partir dessas informações foi possível elaborar um fluxograma com as etapas do processo de ciclo de vida de um empreendimento (Figura 2), contemplando desde a concepção do seu projeto, a execução do imóvel, a ocupação e suas manutenções. Através da análise deste fluxograma foi identificada uma ruptura entre as etapas de manutenção e planejamento, o que caracteriza uma quebra no ciclo PDCA entre as etapas *Act* e *Plan*.

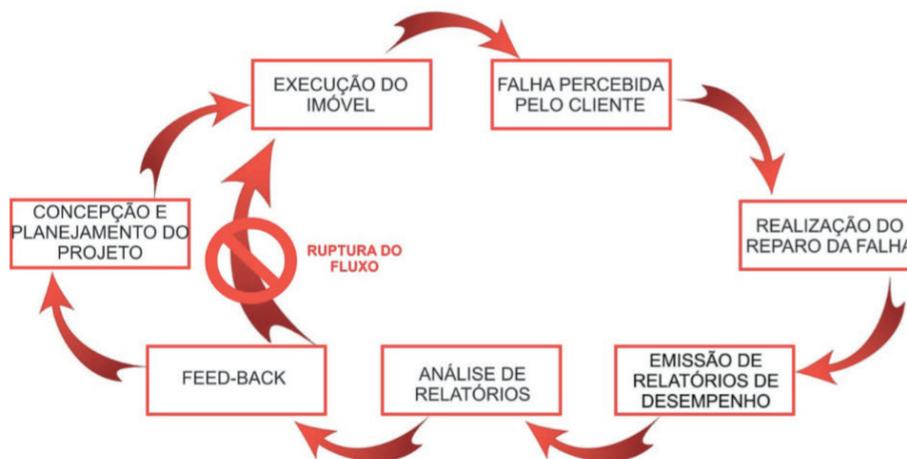


Figura 2: Fluxo de Informações no Ciclo De Vida do Empreendimento

FONTE: O autor (2015).

Essa ruptura fragiliza o uso da ferramenta de Melhoria Contínua, onde as falhas ocorridas formam um banco de dados e estas podem vir a embasar decisões em novos empreendimentos, como propostas de lições aprendidas e alternativas de medidas corretivas. Seguindo este raciocínio, foram realizadas análises mais aprofundadas de dois terços das ocorrências, visando formular uma proposta de fluxo de informações para eliminação dessa ruptura do processo de manutenção predial.

A análise do fluxo e formato das informações no processo de manutenção de coberturas foi realizada a partir das informações do banco de dados das solicitações de manutenção da construtora (ERP). A primeira análise realizada foi a classificação por tipologia de causa das solicitações, sendo elas: rufos, telhas, calhas e outro.



GRÁFICO 1 : INCIDÊNCIA X CAUSA

FONTE: O autor (2015).

As incidências de falhas ocorrem de forma equilibrada entre três causas, sendo necessária uma análise mais técnica/acadêmica das informações concedidas pela

construtora e assim organizar um diagrama de Ishikawa para esclarecer as causas com maior precisão (Figura 3). O Diagrama de Ishikawa, assim nomeado devido aos trabalhos do Professor Kaoro Ishikawa da Universidade de Tóquio, é ideal para descobrir as causas mais importantes de um problema, também é conhecido por diagrama espinha de peixe ou diagrama de causa-efeito. Segundo o Professor Hitoshi Kume (1993): “A saída ou resultado de um processo pode ser atribuído a uma grande quantidade de fatores, e uma relação causa-e-efeito pode ser encontrada entre esses fatores. Pode-se determinar a estrutura ou uma relação de causa-e-efeito múltipla observando o processo sistematicamente. É difícil resolver problemas complicados sem considerar esta cadeia de causas e efeitos, e o diagrama é um método simples e fácil de representá-la.” Nesta técnica, as possíveis causas podem ser agrupadas em temas principais, comumente utiliza-se o 6M: *Man* (mão de obra); *Method* (método de trabalho); *Machine* (máquinas e equipamentos); *Materials* (materiais); *Measurement* (medidas); Meio Ambiente

O diagrama elaborado destaca as quatro causas com maior incidência sendo elas: 1º Vedação em rufos; 2º Telhas quebradas; 3º Vedação em calhas; 4º Erro no dimensionamento de calhas.

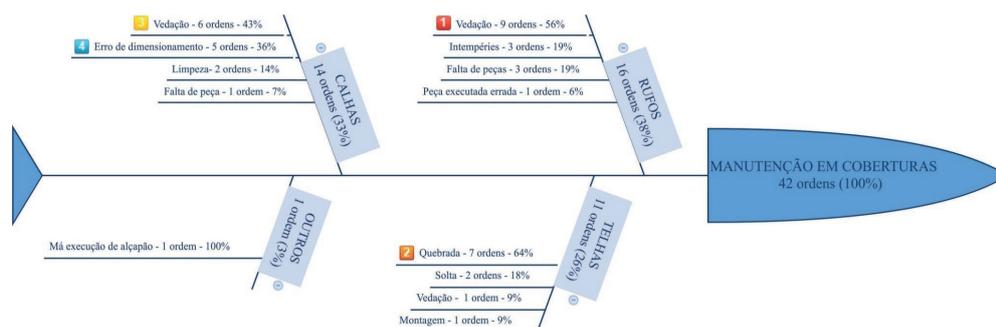


FIGURA 3 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA

FONTE: O Autor (2015).

4.3 Proposta de Fluxos Informacionais

Traçando um paralelo entre a teoria de gestão da informação e a prática apresentada neste trabalho, tem-se que as informações estão em constante trânsito entre transmissores e receptores, fazendo com que estas sofram mudanças tanto em formato quanto em conteúdo. As informações das solicitações devem ter seu uso explorado ao máximo. Portanto, foram criadas propostas de fluxogramas para atingir a solução para a causa principal de 65% das solicitações analisadas (Figuras 4, 5, 6 e 7).

O objetivo destes fluxos informacionais é traçar um roteiro para uso dos dados disponibilizados no ERP e que este uso venha a refletir na melhoria contínua dos produtos entregues, ou seja, os erros encontrados em empreendimentos já entregues não sejam cometidos novamente em novos projetos.

A formulação destes fluxos se deu através de quatro fontes: 1. Descrição técnica fornecida pelo levantamento de dados; 2. Experiência e know-how da autora; 3. Percepção da autora em visita às instalações da organização; 4. Recomendações técnicas e normas de execução de coberturas.

Essas propostas de fluxos visam atingir a causa específica da ocorrência de manutenção. Assim, foram organizados de tal forma que em cada ponta apresentasse uma solução. Os fluxos determinam também qual setor/área deve ser alertado ou receber aperfeiçoamento para evitar que a falha seja recorrente, fazendo assim um *feedback*, retro-alimentando o processo. Neste contexto, a meta principal foi a eliminação da ruptura identificada no processo que representa o ciclo de vida de um empreendimento na organização.

Como no exemplo da figura 4, para a eliminação das ocorrências provenientes de falha de vedação em rufos pode-se ter duas possibilidades: ou a vedação não foi nem sequer realizada ou, se realizada, não foi feita com qualidade. Seguindo o raciocínio de que haviam resquícios de material vedante no local da infiltração, esta foi mal executada. Sendo assim, a falta de qualidade pode ter sido por falha na mão de obra ou por falha do próprio material. A falha da mão de obra pode ter duas origens, ou a ferramenta utilizada era inadequada ou falta de qualificação do colaborador. Nesse caso é importante realizar a investigação com a equipe de produção para verificar qual ferramenta foi utilizada e quais os passos da instrução de trabalho foram executados.

A partir desta investigação é possível atuar na causa específica: em se constatando que a falha é oriunda de uso de ferramenta inadequada, a solução é a inclusão da especificação do utensílio correto na instrução de trabalho; em se constatando que a falha é oriunda de falta de qualificação do colaborador, a solução é a realização de treinamentos para as equipes que venham a realizar este mesmo serviço em outros empreendimentos. Esse raciocínio é semelhante na busca pela solução nos casos em que a vedação não foi sequer realizada e onde as possibilidades seriam: falta de instrução aos colaboradores, falta de fiscalização na execução ou, ainda, falta de projeto indicando este serviço.

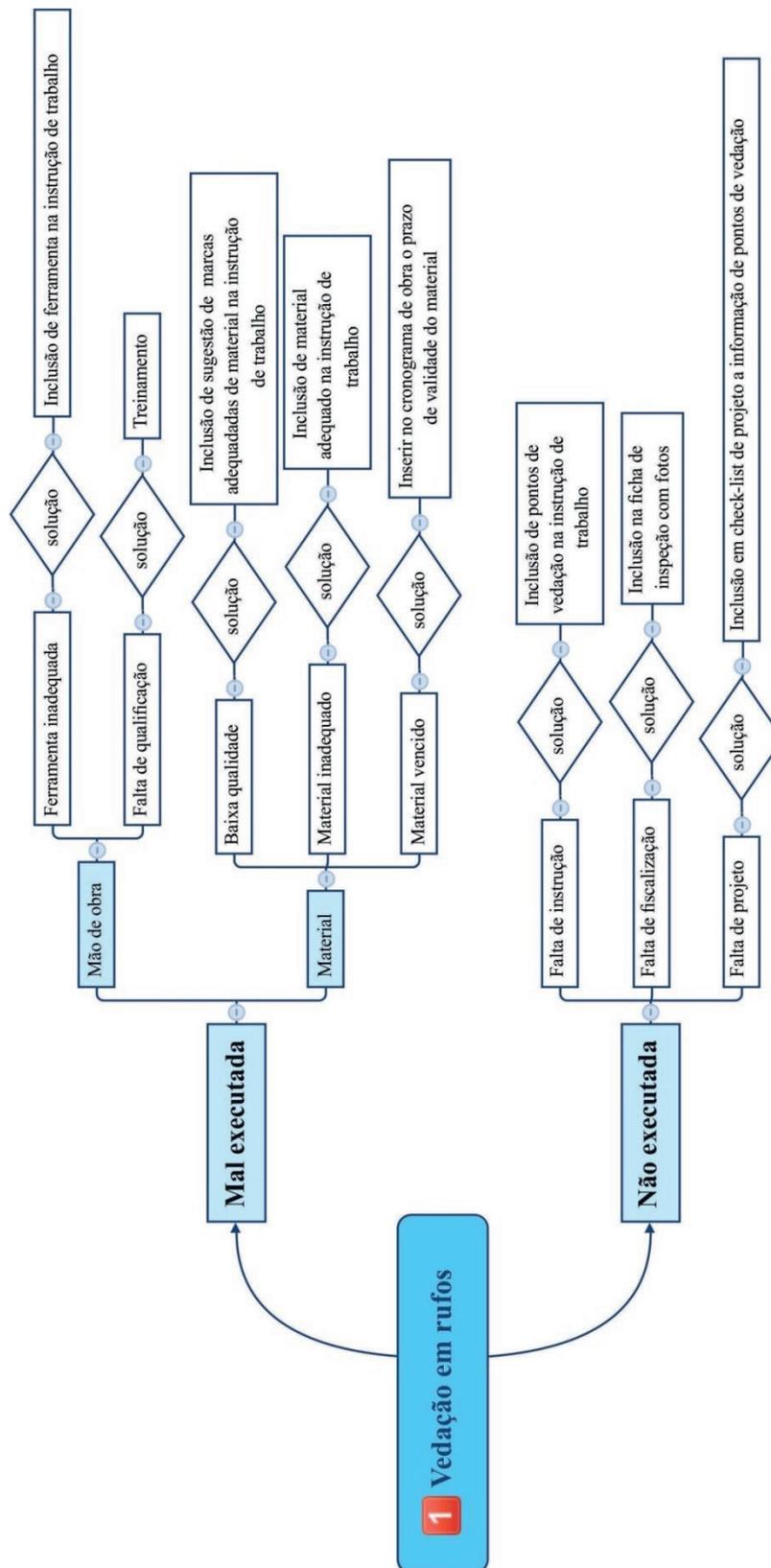


Figura 4 –Proposta De Fluxo Para Vedação Em Rufos

Foram elaboradas quatro propostas resultando em possíveis soluções para 65% das ocorrências de manutenção levantadas. Portanto, na sequência são apresentadas mais três propostas de fluxos informacionais, onde a linha de pensamento é semelhante para as ocorrências onde a causa da manutenção envolve: telhas quebradas, vedação em calhas e erro em dimensionamento de calhas. A proposta destes fluxos não configura

uma ferramenta fechada, isto é, como as causas específicas podem sofrer alterações ao longo do tempo, com a mudança de tecnologias e novos hábitos da sociedade, é necessário que a estratificação das informações seja refeita com periodicidade tal que venha a manter o ciclo PDCA sem ruptura e a busca por melhoria contínua.

Esses fluxos integram o IDM (Information Delivery Manual), onde as informações devem ser compartilhadas seguindo um formato determinado e também no momento correto do ciclo de vida da edificação. Trazendo essas informações em fases iniciais (planejamento e execução) e agregadas ao modelo BIM (conforme ilustrado na Figura 29), pretende-se obter uma melhor qualidade no produto final e por consequência a redução de solicitações de manutenção. A disponibilidade de documentos no conceito de um IDM também facilita a busca pela informação em caso de ocorrência de não-conformidade, uma vez que unifica informações que atualmente estão dispersas entre outros sistemas como ERP, emails, projetos, notas fiscais e demais documentos.

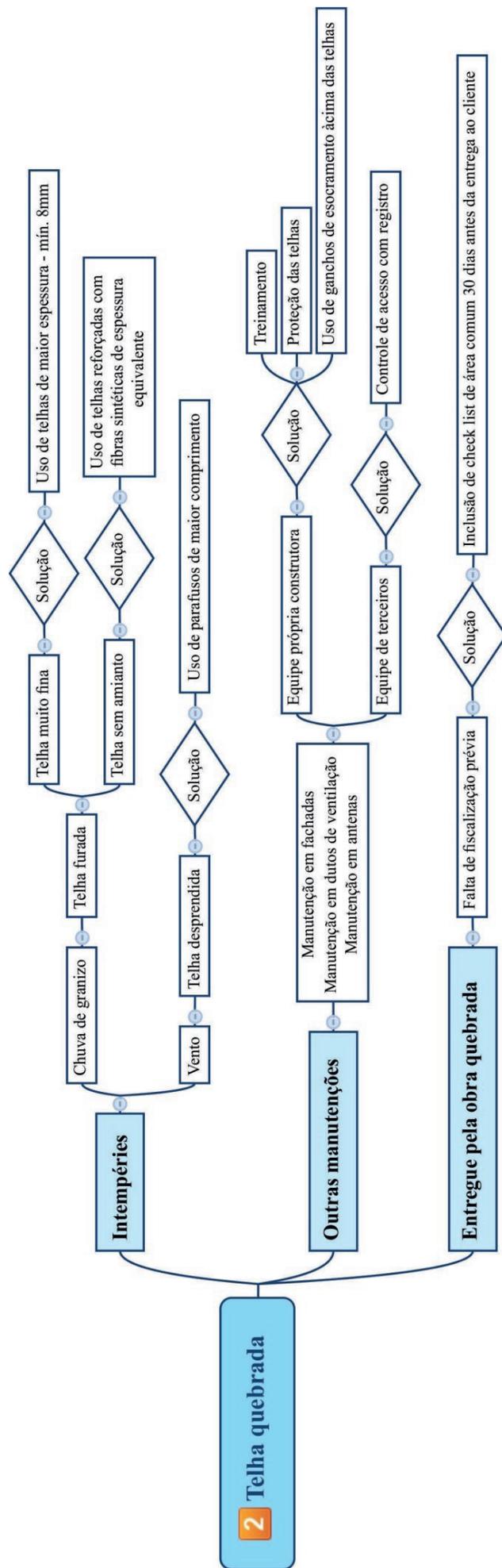


Figura 5 –Proposta De Fluxo Para Telha Quebrada

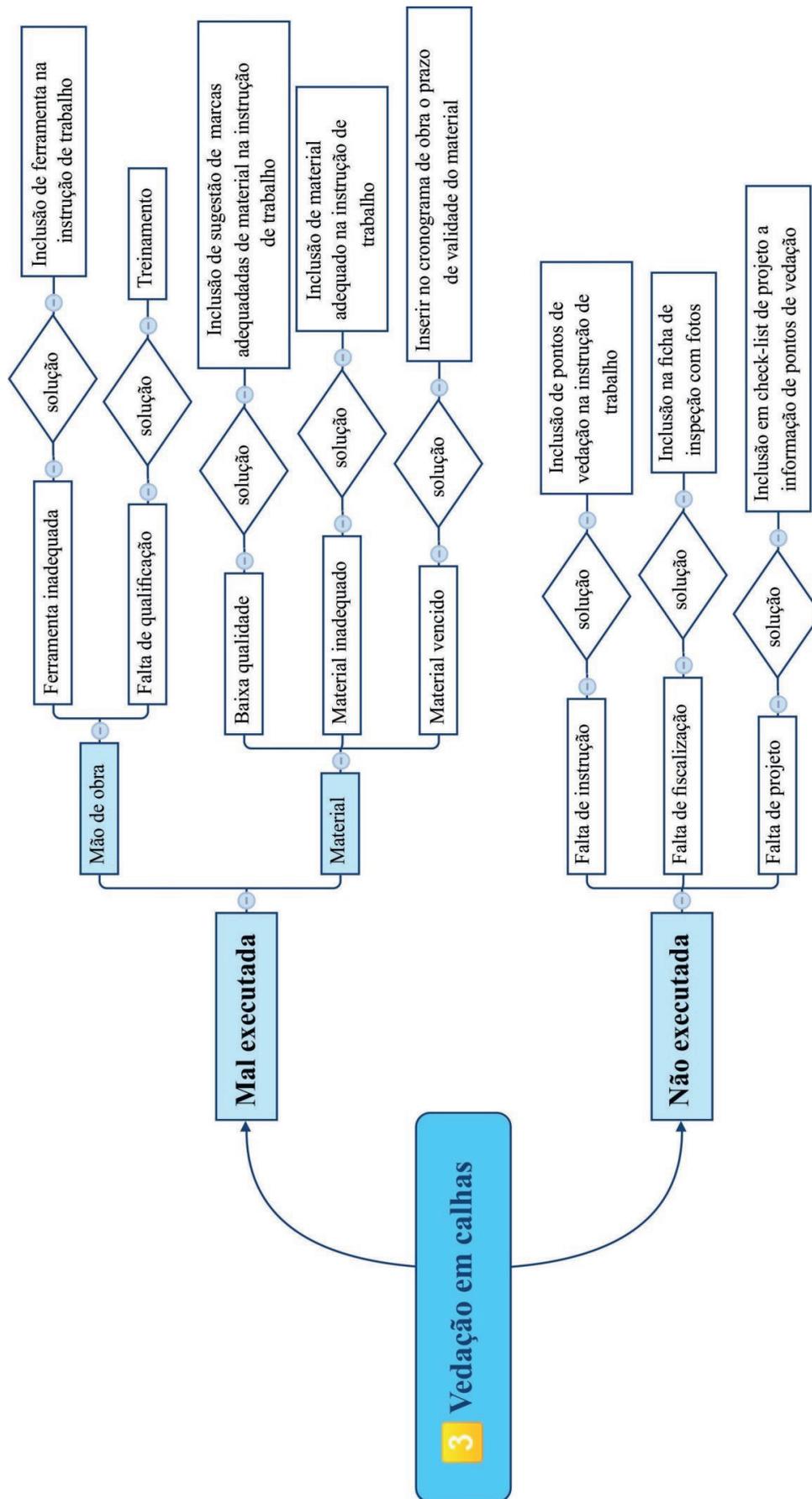


Figura 6 –Proposta De Fluxo Para Vedação Em Calhas

Fonte: O Autor (2015).

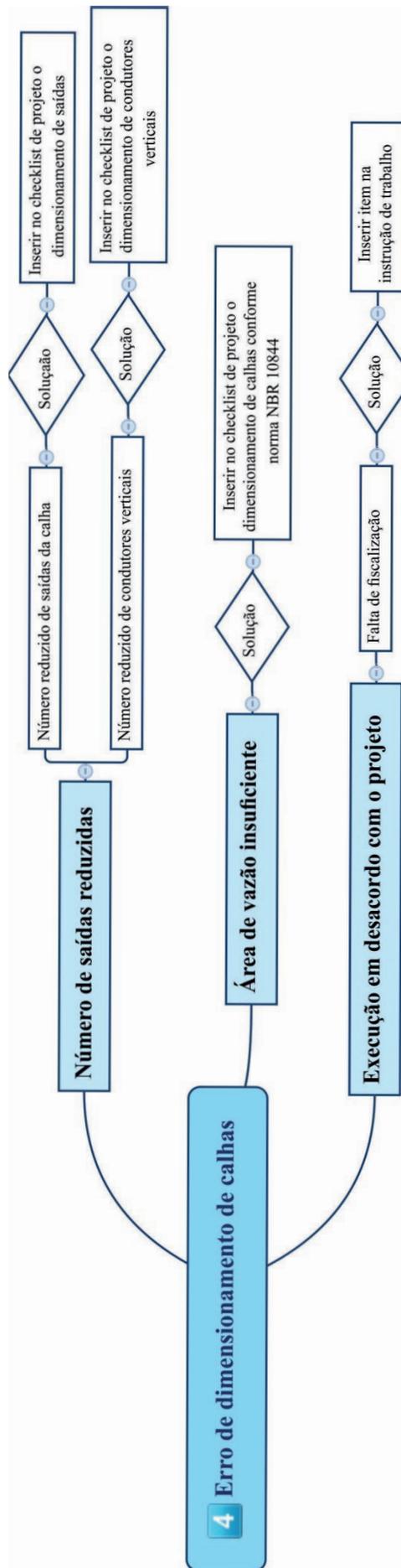


Figura 7 –Proposta De Fluxo Para Erro De Dimensionamento De Calhas.

Fonte:Autor (2015)

4.4 Resultado das análises

Após a análise do estudo de caso percebe-se que, com a posse das informações certas e no formato certo, pode-se desenvolver processos de melhoria contínua de qualidade do produto da construção civil, em muito com a valorização e uso do conhecimento tácito dos colaboradores. Não há valor agregado à informação, se esta não for usada para uma tomada de decisão ou a formulação de uma estratégia organizacional. Pode-se perceber também, através do estudo de caso, que com ações simples de análise das informações e correções pontuais é possível reduzir as causas de manutenção predial em 65%. O uso do processo colaborativo aplicado pelo processo BIM facilita o acesso e o cadastramento das informações ao longo do ciclo de vida da edificação, tanto na fase de execução quanto na fase de operação. Tendo o auxílio de software, o acesso e uso das informações é facilitado, resultando em produtividade e melhor qualidade nos processos executados.

A aplicação dos fluxos informacionais propostos teve como objetivo o reestabelecimento do ciclo PDCA dentro da organização estudada, onde a ruptura no fluxo de informações identificada provocava uma estagnação na qualidade do produto. Com a correção desta ruptura, o ciclo PDCA pode ser re-iniciado com periodicidade tal que favorece a melhoria contínua sem deixar que as solicitações de manutenção de mesma origem ocorram diversas vezes.

A proposta deste trabalho foi restrita a análise de sistemas de cobertura de fibrocimento, mas esta mesma linha de raciocínio pode ser aplicada à todos os demais sistemas construtivos que compõem uma edificação como por exemplo, ocorrências como tubulação hidráulica perfurada, curto circuito na rede elétrica, fissura na pintura, vidro quebrado e etc.

5 | CONCLUSÃO

De posse dos dados necessários, foi possível transformá-los em informações através da organização, interpretação e formatação destes, resultando assim, em um diagrama de causa e efeito (Ishikawa ou espinha de peixe) e no seu desdobramento em uma matriz de causas específicas. Após a classificação e quantificação das ocorrências de manutenção, foram elencadas as quatro causas com maior representatividade, somando cerca de dois terços (2/3) do total.

Seguindo o método de pesquisa proposto, foram elaborados quatro fluxos de informação visando à solução das causas específicas levantadas na matriz. Esses fluxos apresentam uma diversidade de ações, uma vez que a origem da causa é a carência de informações em setores variados, como setor de projetos, setor de compras, setor de qualidade de mão de obra ou outros. Assim estes fluxos visam o retorno da informação no departamento indicado para que a correção seja feita atuando na causa de não apenas no efeito das ocorrências.

Os resultados obtidos com esse trabalho mostraram que o uso de ferramentas de tecnologia de informação j

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JUNIOR, O. F. de. Mediação da informação: ampliando o conceito de disseminação. In: VALENTIM, M. (Org.) **Gestão da informação e do conhecimento**. São Paulo: Polis, Cultura Acadêmica, 2008. p.41-54.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- ATTADIA, Lesley Carina do Lago; MARTINS, Roberto Antonio. Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. **Revista Produção**, São Paulo, v. 13 n. 2, p. 33-41, 2003.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. An evolutionary model of continuous improvement behavior. **Technovation**, v. 21, n. 2, p. 67-77, 2001.
- BESSANT, J. *et al.* Rediscovering continuous improvement. **Technovation**, v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.
- BUILDINGSMART. **BIM**. Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em 05 ago. 2015.
- CAFFYN, S. Development of a continuous improvement self assessment tool. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 1, p. 1138-1153, 1999.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Tabela de garantias**. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventivas e as ferramentas para sua execução**. 2007. 44f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- GEUS, A. de. **A empresa viva**: como as organizações podem aprender a prosperar e se perpetuar. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; NETO, J. C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo: Pini, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **IBAPE/SP**. 2005 – Disponível em :<www.ibape-sp.org.br>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION. **About**. Disponível em: <www.ifma.org/>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- KUME, H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. 11 ed. São Paulo: Gente, 1993.
- LACASSE, M. A.; SJOSTROM C. **Recent advances in methods for service life prediction of buildings materials and components - an overview**. In: Proceedings. CIB WORLD BUILDING CONGRESS. Toronto:2004, p 1-10.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistema de informação com internet**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 325f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) –

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MANZIONE, L. *et al.* Desafios para a implementação do processo de projeto colaborativo: análise do fatos humano. In: **Anais...TIC**,5. Salvador: Escola Politécnica USP, 2011.

MARCHAND, D. **Managing information quality**. In...Proceedings. Wormell, 1, INFORMATION QUALITY: DEFINITIONS AND DIMENSIONS, 1990, London. Proceedings. London: Taylor Graham, 1990. p.7-17.

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. A knowledge-based BIM system for building maintenance. **Automation in Construction**, v. 29, p. 173–182, 2013.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SUCCAR, B. Building Information Modeling Framework: a research and delivery foundation for industry stake holders. **Automation Construction**, v. 18, n.3, p. 357-375, 2009.

TEICHOLZ, P. *et al.* (Ed.). **BIM for Facility Managers**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

VALENTIM, M. L. P. (Org.) **Gestão, mediação e uso da informação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

WERKEMA, M.C.C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-221-0

