

REVISTA

ISSN: 2595-6531

BOLETIM DO GERENCIAMENTO
REVISTA ELETRÔNICA



Politécnica
UFRJ



SUMÁRIO

1 UMA ANÁLISE DOS MÉTODOS ÁGEIS E SUA IMPORTÂNCIA NO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DOS BANCOS TRADICIONAIS.	
SILVA, Jéssica Rodrigues da; MARIZ FILHO Marcus Vinícius Arruda Plaisant	01
2 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS	
NEVES, Moisés Balenga José; VÁZQUEZ, Elaine Garrido.....	12
3 ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
LOPES, Anderson Bueno; PERTEL Monica	22
4 REVISÃO DOS MODELOS DE COMPATIBILIZAÇÃO BIM PRESENTES NO MERCADO	
SOUZA, Phelipe ¹ ; FIGUEIREDO Karoline.....	34
5 A APLICAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS NO PROCESSO DE INOVAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES UTILIZANDO A QUALIDADE DA COMUNICAÇÃO COMO DIFERENCIAL.	
CALUMBY, Paloma; JANNY, Vanessa	46
6 A GESTÃO DE RISCOS EM BARRAGENS DE REJEITOS NO BRASIL	
CAMPOS, Nathalia Neves; POZNYAKOV, Karolina.	55
7 PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	
NOVAES, Isabella M. M; POZNYAKOV, Karolina.	75



SUMÁRIO

1 AN ANALYSIS OF AGILE METHODS AND THEIR IMPORTANCE IN THE TRANSFORMATION PROCESS OF TRADITIONAL BANKS..	
SILVA, Jéssica Rodrigues da; MARIZ FILHO Marcus Vinícius Arruda Plaisant	01
2 STRUCTURE PATHOLOGIES	
NEVES, Moisés Balenga José; VÁZQUEZ, Elaine Garrido.....	12
3 ALTERNATIVES FOR REDUCING THE ENVIRONMENTAL IMPACT CAUSED BY CONSTRUCTION WASTE	
LOPES, Anderson Bueno; PERTEL Monica	22
4 REVIEW OF BIM COMPATIBILIZATION MODELS PRESENT ON THE MARKET	
SOUZA, Phelipe ¹ ; FIGUEIREDO Karoline.....	34
5 THE APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT IN THE INNOVATION PROCESS IN ORGANIZATIONS USING THE QUALITY OF COMMUNICATION AS A DIFFERENTIAL.	
CALUMBY, Paloma; JANNY, Vanessa	46
6 RISK MANAGEMENT IN TAILINGS DAMS IN BRAZIL	
CAMPOS, Nathalia Neves; POZNYAKOV, Karolina.	55
7 PATHOLOGIES IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES	
NOVAES, Isabella M. M; POZNYAKOV, Karolina.	75



Uma análise dos métodos ágeis e sua importância no processo de transformação dos bancos tradicionais

An analysis of agile methods and their importance in the transformation process of traditional banks

SILVA, Jéssica Rodrigues da¹; MARIZ FILHO, Marcus Vinícius Arruda Plaisant²

¹Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos

²Eng^o Civil, e mestrando em Engenharia Civil, UFF

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gestão de Projetos
Métodos Ágeis
Inovação

Key word:
Project Management
Agile Methods
Innovation

Resumo:

O avanço tecnológico vem alterando o perfil do cliente bancário e motiva o setor a se adaptar às suas novas necessidades e pretensões, proporcionando frequentes alterações em seu modelo de negócios, bem como pelas inovações em seus produtos, serviços, canais de distribuição, sistemas de informação, atendimento ao cliente, dentre outros, revelando a permanente aplicação de conceitos de marketing e inovação para buscar a fidelização do cliente e resultados financeiros positivos e crescentes. A busca pela diferenciação impulsionou a implantação do atendimento bancário digital, que é uma tendência mundial também observada nos bancos de varejo nacionais. Mas como usar a Gestão de Projetos na implantação destas mudanças? Esse estudo tem como objetivo identificar, analisar e descrever o processo de implantação de Metodologias Ágeis para a digitalização de instituições financeiras tradicionais, focando sua prática e repercussão junto ao cliente. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica baseada em artigos sobre Gestão de Projetos utilizando estas metodologias e casos de sucesso que exemplificam as vantagens e desvantagens desta ferramenta

Abstract

Technological advancements are changing the profile of banking customers and motivating the sector to adapt to their new needs and expectations. This results in frequent changes to their business models, as well as innovations in their products, services, distribution channels, information systems, customer service, among others. This reveals the continuous application of marketing and innovation concepts to seek customer loyalty and positive, growing financial results. The quest for differentiation has driven the implementation of digital banking services, a global trend also observed in national retail banks. But how to use Project Management in the implementation of these changes? This study aims to identify, analyze, and describe the process of implementing Agile Methodologies for the digitalization of traditional financial institutions, focusing on their practice and impact on the customer. To achieve this, a literature review was conducted based on articles about Project Management using these methodologies and success cases that exemplify the advantages and disadvantages of this tool.

1. Introdução

A indústria bancária brasileira atravessou 200 anos de história, representada pela intensa transformação e adaptação aos mais diversos ambientes econômicos, sociais, políticos e comportamentais da sociedade, o que vem garantindo a sua perpetuidade neste sistema onde os mais ágeis e competitivos sobrevivem e alcançam o sucesso almejado [1].

Nas duas últimas décadas o sistema bancário brasileiro passou por diversos ajustes, como fusões, aquisições e absorções de instituições financeiras, como a que ocorreu no final de 2008, quando o Santander adquiriu o Real e com isso se tornou o terceiro maior banco do Brasil, e logo após esse acontecimento o Itaú anunciou sua fusão com o Unibanco, além da chegada e saída de alguns bancos estrangeiros. Esse aumento na concorrência é extremamente benéfico para os consumidores e clientes dos bancos, pois impulsionam a demanda por inovações nos produtos e serviços bancários para uma parcela mais ampla da população, além de aumentar a eficiência nas operações e na parte estrutural a do atendimento das instituições financeiras [2].

O estudo “Global Banking and Capital Markets Outlook 2019”, realizado globalmente pela Deloitte, aponta os pontos mais críticos a serem observados pelas instituições financeiras que querem usufruir o momento para realizar essas transformações essenciais em prática. Uma década depois da eclosão da crise financeira global, é possível fazer um balanço de seus impactos na estrutura de compliance dos bancos, que se tornaram mais flexíveis e melhor preparados para lidarem com os riscos [3].

E para que estas funções sejam agregadas com maestria e eficiência há a utilização das Metodologias Ágeis na Gestão de Projetos, e no caso destas instituições o foco no cliente se tornou destaque em meio às estratégias de marketing para atender suas demandas mercadológicas e agregar valor para o cliente e mante-los fiéis e rentáveis [4].

O objetivo deste trabalho é mostrar a importância dos Métodos Ágeis no processo feito pelo gestor de projetos, apresentando suas vantagens e desvantagens na cultura organizacional destas instituições financeiras.

Esta pesquisa possui finalidade básica estratégica, com objetivos descritivo e exploratório com abordagem qualitativa e quantitativa executada com levantamento de informações bibliográficas e documentais publicadas sobre o assunto, além de uma pesquisa virtual realizada com profissionais da área para desta forma fundamentar o mesmo.

2. Referencial Teórico

Este Referencial Teórico conterá conceitos importantes sobre gestão de projetos, métodos ágeis e o PMBoK, incluindo um breve histórico das instituições financeiras brasileiras e seus dilemas quanto a tecnologia e atendimento ao cliente.

2.1. A importância da Gestão de Projetos

A área de Gestão de Projetos vem ganhando uma grande parcela de participação nas organizações. Devido ao processo de transformação, as organizações buscam responder as exigências de forma eficaz e ágil, a fim de dar uma opinião realista aos questionamentos do ambiente em que atua. Os projetos são geralmente usados para introduzir uma nova ferramenta operacional, o lançamento de um produto no mercado ou até mesmo um novo modelo organizacional. Eles têm seu início e fim determinados, não podendo ser comparados a operação de uma empresa, pois apesar de alguns de seus processos serem repetitivos, o resultado gerado será único, exclusivo.

Para este estudo o gerenciamento de projetos será voltado para as seguintes áreas: administração empresarial; programação de software; marketing e publicidade; pesquisa e desenvolvimento em inovação de produtos e serviços. O intuito da Gestão de Projeto é mudar a visão das organizações quanto aos

procedimentos estabelecidos e corriqueiros do dia-a-dia, identificando e diferenciando suas tarefas, mudando sua postura das tarefas relacionadas para realizadas.

A definição de projeto, segundo o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBoK do Project Management Institute – PMI [5] é um esforço temporário realizado para a criação de um produto, serviço ou resultado único. A sua natureza temporária indica um início e um término definido. Temporário não significa necessariamente que um projeto tem curta duração. O fim de um projeto só é obtido quando os objetivos são alcançados ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de existir [6].

Compreende-se que a Gestão de Projetos abrange todos os processos (setores) de uma organização, como as gestões de integração, escopo, cronograma, recursos, custos, qualidade, partes interessadas, comunicação, riscos e aquisições, sendo de suma importância a interface entre toda equipe para a conquista da meta estabelecida. Não descaracterizando a interdependência de cada gestão, pois cada uma de forma específica administra seu processo de modo particular. O objetivo deve ser algo único entre todos da organização de forma que tenham a direção no mesmo foco e meta. Os parâmetros de prazo, custo e qualidade servem como guias durante o desenvolvimento do projeto, por isso todos devem estar conscientes da importância destes [7].

Um projeto pode ser reconhecido e analisado através dos processos que o compõem, que basicamente consistem em: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. Para se gerir um projeto de forma estratégica, deve-se utilizar uma sequência de passos encadeados para organizar e coordenar estas atividades:

O primeiro passo consiste na análise dos recursos internos da organização, de seu ambiente externo e dos grupos de poder dentro e em torno da organização;

O segundo passo inclui a geração, a avaliação e a seleção de opções estratégicas; e

O terceiro passo, geralmente mais problemático, corresponde à implementação, quando é necessário realizar mudanças de pessoal, atitudes e de sistemas, adequar a estrutura organizacional e adotar novas formas de gerência, dentre outros [6].

2.2. Conceito e Usabilidade das Metodologias Ágeis

As metodologias ágeis de desenvolvimento, também conhecidas por métodos ágeis, são um conjunto de processos projetados para o desenvolvimento rápido de um software. Estes processos costumam ser iterativos, alternando as tarefas de especificação, projeto, desenvolvimento e teste [8].

Cada iteração é como um projeto de software em miniatura de seu próprio, e inclui todas as tarefas necessárias para implantar o mini incremento da nova funcionalidade: planejar, analisar os requisitos, projetar, codificar, testar e documentar. Os métodos ágeis diferem largamente no que diz respeito a forma de serem gerenciados. Alguns métodos são suplementados com guias para direcionar o gerenciamento do projeto, mas nem todos são adaptáveis. Há inúmeros frameworks de procedimentos para desenvolvimento de software.

Os métodos ágeis de desenvolvimento de software surgiram quando dezessete especialistas elaboraram um conjunto de regras que contemplam as melhores maneiras de se desenvolver o programa, assim concebendo a *Agile Alliance* e organizando o Agile Manifesto, no ano de 2001 [9]. E esse Manifesto estabeleceu os 12 princípios do desenvolvimento ágil que são os seguintes:

- Garantir a satisfação do cliente;
- Até mesmo mudanças tardias de escopo no projeto são bem-vindas;
- Software funcional é entregue frequentemente, no menor intervalo de tempo possível;

- Cooperação constante entre as pessoas que entendem do 'negócio' e os desenvolvedores;
- Projetos surgem por meio de indivíduos motivados, devendo existir uma relação de confiança;
- A melhor forma de transmissão de informação entre desenvolvedores é através da conversa 'cara a cara';
- Software funcional é a principal medida de progresso do projeto;
- Novos recursos de software devem ser entregues constantemente. Clientes e desenvolvedores devem manter um ritmo até a conclusão do projeto;
- Design do software deve prezar pela excelência técnica;
- Simplicidade é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de equipes auto organizáveis;
- Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficaz e então refina e ajusta seu comportamento [10].

Estes desenvolvedores propuseram métodos ágeis de desenvolvimento, devido à insatisfação que possuíam em utilizar as metodologias inadequadas no desenvolvimento de pequenos projetos, pois o tempo gasto com o desenvolvimento era menor que o tempo utilizado para a elaboração do projeto e documentação do sistema [8]. Com isso, os dezessete signatários do manifesto ágil definiram os quatro valores do desenvolvimento ágil:

- Os indivíduos e suas interações acima de procedimentos e ferramentas;
- O funcionamento do software acima de uma documentação abrangente;
- A colaboração com o cliente acima da negociação e contrato;
- A capacidade de resposta a mudanças acima de um plano pré-estabelecido [9].

As metodologias ágeis de desenvolvimento proporcionam respostas rápidas aos ambientes de negócios em constante mudança, pois possuem diversas práticas que as tornam mais leves em relação às metodologias tradicionais e de fácil adaptabilidade durante o desenvolvimento de um projeto. A ideia da metodologia ágil é de que os recursos tenham uma boa comunicação com toda a equipe no projeto.

Com o passar dos anos e com as experiências de grupos de projetos várias metodologias ágeis foram adaptadas para melhor adequá-las a realidade da gestão de projetos. Dentre as quais se podem ressaltar: XP, SCRUM, *Adaptive Software Development* (ADS), *Feature Driven Development* (FDD), *Lean Software Development* (LSD) e o Crystal [7].

Para este estudo serão utilizados os conceitos do *Guia PMBoK®* que contém o padrão para gerir grande parte dos projetos, independentemente se é de tecnologia ou não, e em muitos setores econômicos, sendo usados para gerenciar um projeto visando um resultado bem sucedido. Este padrão é exclusivo ao campo de gestão de projetos e se relaciona com outras disciplinas dentro do tema, os quais não abordam todos os detalhes de todos os tópicos. Este padrão limita-se a projetos individuais e aos processos de gerenciamento de projetos extremamente aceitos como boa prática [5]. "Boa prática" representa que existe um consenso geral de que a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas podem aumentar as chances de sucesso de muitos projetos, ou seja, não quer dizer que todo conhecimento descrito deva ser sempre aplicado da mesma forma a todos os projetos, a equipe de gerenciamento do projeto é responsável por determinar o que é apropriado para um projeto específico.

O PMBoK apesar de sua complexidade contribuiu e serviu de inspiração para que novas definições metodológicas fossem repensadas, visando contribuir na entrega de valor ao cliente com menos artefatos e mais resultados. O problema é que certas

metodologias tradicionais não se aplicam adequadamente ao projeto apresentado e para diminuir os impactos que isso traz foram propostas as metodologias ágeis [11].

2.3. Breve Histórico das Instituições Financeiras no Brasil

Uma das mais importantes discussões na atualidade é sobre a grande transformação que o mundo vem passando, a revolução digital. Esta transformação impacta todos os segmentos, como a indústria, o comércio e o sistema financeiro, que engloba os grandes bancos de varejo multiproduto como Itaú Unibanco, Bradesco, Santander, Banco do Brasil, Caixa Econômica, entre outros. A concorrência não é mais somente entre si, concorrentes tradicionais, mas também envolve novos bancos totalmente digitais e *fintechs* (empresas financeiras de tecnologia) que proporcionam aos clientes uma experiência agradável no seu relacionamento, conquistando-os pela praticidade, simplicidade, flexibilidade, autonomia para a gestão da conta, soluções personalizadas e economia nos serviços.

As últimas cinco décadas foram marcadas por inovações nos processos e produtos bancários, que permitiram aos bancos uma redução significativa de gastos sobre transações bancárias, conforme o volume de clientes se mostrou crescente. A inovação bancária pode ser dividida na história em ondas evolutivas que ocorreram durante os últimos 50 anos no Brasil. A grande evolução em tecnologia que os bancos nacionais passaram, com grande estímulo do governo, a partir de 1960, ocorreu com a introdução dos primeiros computadores, e em 1965 realizou-se uma grande reforma bancária e criou-se o Banco Central Brasileiro, onde ocorreu a 1ª onda, cresceu o número de clientes e, com isso, a importância do backoffice. A década de 80 foi marcada por avanços tecnológicos, com atendimento a clientes e processos em tempo real, marcando a chegada do banco eletrônico, esta foi a 2ª onda que se concentrou na agência bancária onde passou a processar transações dos clientes de forma online. Logo depois surgiu a 3ª onda onde

cresceu a demanda dos clientes a máquinas de autosserviço e foi criado o caixa eletrônico de autosserviço. Nos anos 90, surgiu a 4ª onda onde se passou a utilizar internet banking, trazendo comodidade e liberdade aos clientes para acessar suas contas de qualquer computador. Em 1999, foi implementado o sistema de pagamentos nacional, o que trouxe mais segurança ao sistema financeiro e mitigando riscos sistêmicos, inadimplência entre instituições financeiras.

Após 2010, surge o *Mobile Banking* trazendo ainda mais comodidade, facilidade e rapidez aos clientes e logo após, foram inauguradas as chamadas Agências Digitais, onde não é mais preciso ir a uma agência física abrir uma conta ou fazer uma aplicação, tudo é realizado por meio do *mobile*, com isso surgiu a 5ª onda que se caracterizou pela integração com parceiros como operadoras de celular, TV digital, grandes redes varejistas e outros tipos de provedores de rede [12].

A quinta onda trouxe o interesse dos bancos pela ampliação da carteira de clientes com benefícios para clientes das faixas C e D, e com isso, estas instituições passaram a desenvolver novos canais de distribuição, ganhando em escala com custos reduzidos. Com esse objetivo, inicialmente, os bancos procuraram parceiros como correspondentes bancários, estabelecimentos de varejo, agências dos correios, lotéricas, etc., para atuarem como pontos de distribuição de serviços bancários.

Em uma segunda etapa, procuraram por parcerias com as operadoras de telefonia móvel, para facilitar o uso de aparelhos celulares para acessar os serviços bancários [13].

A praticidade, a segurança e a conveniência oferecidas pelos canais digitais fizeram com que as transações bancárias registrassem, mais uma vez, um crescimento consistente e significativo. As transações financeiras via *mobile* aumentaram 80% em 2018 em relação a 2017, mantendo a trajetória ascendente do canal para pagamentos de contas, transferências (incluindo DOC e TED), investimentos e aplicações. Em 2018

foram abertas 2,5 milhões de contas pelo celular – um aumento de 56% em relação a 2017. O número de contas abertas por internet banking também saltou de 26 mil em 2017 para 434 mil em 2018.

O crescimento na oferta de serviços digitais ocorreu por causa da preocupação dos bancos em ampliar e facilitar o acesso dos consumidores aos serviços bancários. O número de contas que usam mobile banking saltou de 57 milhões em 2017 para 70 milhões em 2018, enquanto os clientes que fazem pelo menos 80% das transações por esse canal passaram de 16,3 milhões em 2017 para 26,8 milhões em 2018 [3].

Em 2018, R\$19,6 bilhões foram aplicados em tecnologia pelas instituições financeiras, para melhorar o atendimento às necessidades dos clientes em um mundo de rápida transformação tecnológica; um crescimento de 3% em relação a 2017. Houve um aumento nas despesas com tecnologia, que subiram de R\$ 13,2 bilhões para R\$ 13,9 bilhões. Os investimentos mantiveram-se no mesmo patamar, indo de R\$ 5,8 bilhões para R\$ 5,7 bilhões – reflexo do esforço dos bancos em acompanhar a evolução da tecnologia, de forma eficaz, para oferecer serviços de qualidade aos seus clientes [3].

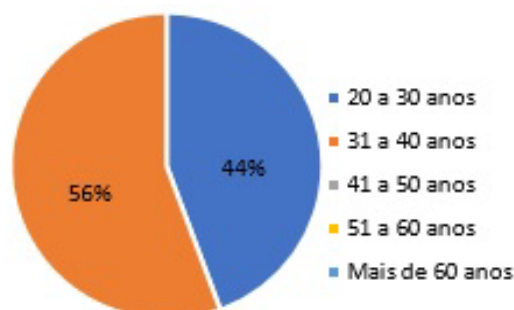
3. Análise e Discussão dos Dados

Juntamente com a revisão bibliográfica sobre os Métodos Ágeis e a importância da tecnologia para uma mudança de paradigma para os bancos tradicionais, foi feita uma pesquisa online que ficou aberta durante o período de 24/03/2020 a 24/05/2020, onde nove profissionais que trabalham com gestão de projetos em instituições bancárias espalhadas pelo Brasil responderam a seguinte questão principal: como os Métodos Ágeis auxiliam no processo de transformação dos bancos tradicionais e como eles utilizam estas tecnologias. Ao todo foram 14 questões, onde 6 foram de múltipla escolha e 8 foram dissertativas. As identidades e o gênero dos respondentes foram mantidos em

sigilo por não terem relevância para esta pesquisa [14].

Pergunta 1: “Qual sua Idade?”

Gráfico 1 – Idade dos entrevistados?



Fonte: Autoria Própria,2020.

Pergunta 2: “Trabalha com Gestão de Projetos em qual instituição financeira?”

Tabela 1 – Instituição Financeira

Instituição Financeira	Respostas
Banco do Brasil	2 Entrevistados
Banco Santander	1 Entrevistado
BV	2 Entrevistados
Banco Safra	2 Entrevistados

Fonte: Autoria Própria,2020.

Pergunta 3: “Trabalha há quanto tempo nesta função? Mesmo que seja em diversas empresas, favor informar o tempo estimado.”

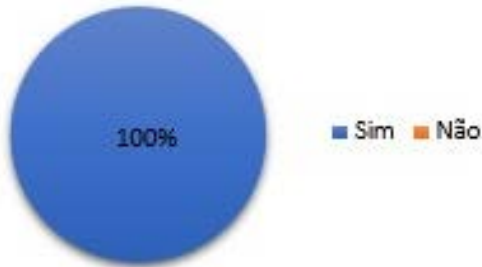
Gráfico 2 - Tempo como gestor de projetos



Fonte: Autoria Propria,2020.

Pergunta 4: “Já utilizou os Métodos Ágeis em algum de seus projetos na Instituição Bancária mencionada?”

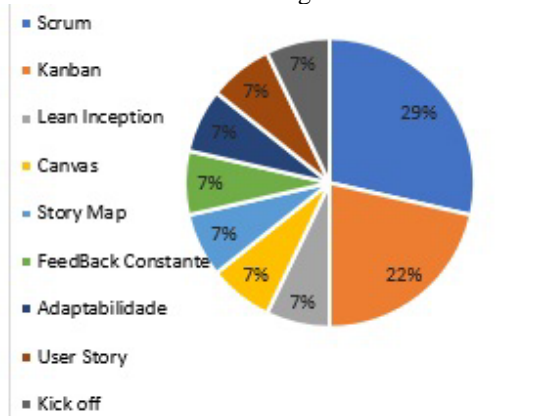
Gráfico 3 – Utilizou de métodos ágeis
Resposta positiva unânime com 100%.



Fonte: Autoria Própria,2020.

Pergunta 5: “Se respondeu "Sim" na questão anterior, as próximas questões serão complementares a ela. Qual ou quais Métodos Ágeis você utilizou?” (Gráfico 2).

Gráfico 4 – Métodos ágeis X entrevistados



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 6: “Estes Métodos Ágeis que uso foram para facilitar o processo de digitalização dentro da instituição?” (Gráfico 4).

Gráfico 5 - Métodos Ágeis e digitalização da empresa



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 7: “Qual impacto a utilização dos Métodos Ágeis trouxe para o processo de digitalização?”.

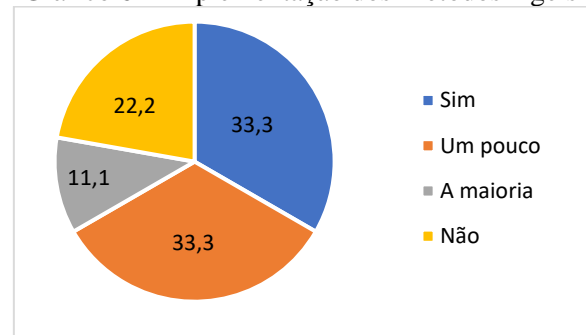
Tabela 2 - Quais Métodos Ágeis utilizou?

Entrevistados	Respostas
A	Maior assertividade na entrega ao cliente e correção de erros.
B	Velocidade na entrega e teste de hipóteses de negócios, engajamento do time envolvido mudança cultural.
C	Scrum (Não é método, é um framework), Kanban (Não é método, é sistema), Lean (Não é método, é conceito)
D	Total. Foi a base de tudo
E	Agilidade

Fonte:Autoria Propria,2020

Pergunta 8: “Após a implementação dos Métodos Ágeis houve redução no número de erros?” (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Implementação dos Métodos Ágeis



Fonte: Autoria Propria, 2020.

Pergunta 9: “Após a implementação dos Métodos Ágeis houve redução no número de atrasos?” (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Redução de atrasos



Fonte: Autoria Propria, 2020.

Pergunta 10: “Qual ou quais Métodos Ágeis obteve mais resultado em seu projeto? E porquê?” (Tabela 3).

Tabela 3 – Métodos com obtenção de resultados.

Entrevistados	Respostas
A	Lean Inception, testa rápido e aprende rápido
B	Feedback constante
C	Scrum, fomos capazes de dimensionar o esforço de desenvolvimento e prazos de forma mais assertiva
D	Usamos "métodos ágeis" para que as mudanças sejam bem vindas, que possamos melhorar o produto alinhado com o mercado, para que possamos dar ênfase nas pessoas e nas interações entre elas e com isso, construir produtos mais interessantes, para errar e aprender com software rodando e não descobrir, depois de um tempo, que tudo que especificados não se aplica mais ao mercado. Usamos "métodos ágeis" para responder às mudanças mais rapidamente, para que o cliente possa participar da construção do produto. Não usamos para reduzir atrasos e erros. Se nosso concorrente entregar um produto melhor que o nosso dia antes da nossa entrega, não faz sentido entregar o que está pronto simplesmente para não atrasar. Voltamos para melhorar tudo e aprender com os erros.
E	Os dois, Kanban e Scrum

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 11: Qual ou quais Métodos Ágeis obteve menos resultado em seu projeto? E porquê?

Tabela 4 – Métodos com menos resultado.

Entrevistados	Respostas
A	Não teve
B	Não há. Todos tiveram retorno satisfatório
C	Kanban, pois a falta de previsibilidade as datas geravam ansiedade na diretoria, que não tinha tanto a mentalidade ágil
D	Mesma razão da resposta acima.
E	Mantemos as duas do início até agora
F	Preparação técnica

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 12: “Utilizaria outra metodologia ou ferramenta para auxiliar no processo de digitalização nos próximos projetos? E porquê?” (Tabela 5).

Tabela 5 – Métodos alternativos.

Entrevistados	Respostas
A	Kanban para projetos com prazos agressivos
B	Desing Thinking, Scrum
C	Não
D	Sou fã do Scrum e aconselho sempre o Jira/Trelo e seus dashboards para dar visibilidades aos stakeholders
E	Não, não damos importância a registros e documentações. A documentação de hoje se torna obsoleta em dias
F	Não, tudo está ok
G	Não

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 13: “Qual a principal lição é possível tirar da utilização nos Métodos Ágeis?” (Tabela 6).

Tabela 6 - Lições.

Entrevistados	Respostas
A	É preciso entender que nem sempre utilizar 100% de métodos ágeis funcionará para todos os projetos. O objetivo das metodologias é auxiliar no processo, as vezes misturar diversas metodologias garante uma melhor entrega.
B	Erre rápido para aprender rápido.
C	Segurança nos resultados, entrega acertada e satisfação do cliente
D	Nada é mais forte do que um grupo de pessoas de diferentes áreas em busca de um objetivo comum
E	Resposta rápida a mudanças. Errar muito e corrigir rápido. Entregar o que realmente traz valor e não o que foi combinado.
F	Não adianta você ser ágil e a empresa não. Ágil é organizacional
G	Organização e agilidade

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Pergunta 14: “Quero agradecer pela sua atenção em responder esta pesquisa que será de grande valia para minha formação

acadêmica. Há alguma observação, sugestão ou comentário que gostaria de acrescentar?” (Tabela 7).

Tabela 7 - Sugestões

Entrevistados	Respostas
A	Não
B	Na prática a teoria é outra, mas sem teoria a prática é só um chute
C	Nada a declarar
D	Não.
E	O ágil é um caminho sem volta, e o mais difícil é mudar a mentalidade da empresa e sua cultura
F	Não no momento, obrigada!!
G	Mudar a cultura e a mente - top down - é o que fará a diferença, utilizar um núcleo de práticas Ágeis foi o nosso diferencial.
H	Boa sorte na formação!

Fonte: Autoria Própria, 2020.

4. Considerações Finais

Ficou comprovado o conceito estabelecido pelo PMBoK, onde o intuito da Gestão de Projeto é mudar a visão das organizações quanto aos procedimentos rotineiros estabelecidos, identificando e diferenciando suas tarefas, mudando sua postura das tarefas relacionadas para realizadas, ou seja, percebeu-se que o foco da Gestão de Projetos é criar a melhor forma de execução de um projeto, e para isso pode-se utilizar os conceitos de uma metodologia, uma ferramenta, do PMBoK ou simplesmente obter o *feedback* constante de seu cliente sobre a funcionalidade de seu produto ou serviço.

As vantagens e desvantagens da aplicação de uma metodologia ágil ou tradicional devem ser consideradas segundo a complexidade do projeto e a necessidade do cliente. As vantagens identificadas com a

aplicação da metodologia ágil são: liberdade no planejamento, flexibilidade, equipe integrada, atribuições divididas conforme habilidades dos recursos, participação ativa do cliente.

Já as suas desvantagens podem ser atribuídas por dificuldade de entendimento do método por parte da equipe, pois como foi dito por alguns entrevistados a organização precisa ter uma cultura ágil, ou seja, que encare o erro como um aprendizado e não como um fracasso.

O autor Kim Heldman mencionou no decorrer deste estudo que a ideia da metodologia ágil é de que os recursos tenham uma boa comunicação com toda a equipe no projeto, ou seja, se a comunicação for falha ou estiver em discordância se torna uma desvantagem no projeto, o que comprova as falas dos entrevistados quanto à cultura e comunicação organizacional. Há uma mudança de mentalidade, de paradigma, onde não existe uma só forma de trabalho, uma só forma de implementação de um projeto, podem existir várias maneiras para se resolver um problema, onde só o que importa é o valor que é proporcionado ao cliente.

Constatou-se pelas respostas dos gestores de projetos entrevistados que os métodos ágeis estão sendo utilizados em todo projeto de tecnologia ou em uma parte dele nas instituições bancárias, o que comprova sua eficiência no processo e na mudança de mentalidade da empresa. A busca por um resultado mais assertivo e por aprendizado constante deve fazer parte da cultura da empresa, sendo sua base estrutural numa busca pela excelência na geração de valor para o cliente. Essa base, como foi percebida no resultado da entrevista, pode ser estruturada de diversas maneiras, onde seu foco principal está voltado para a humanização dos processos, com uma equipe mais integrada e aberta para opiniões, desempenhando suas funções da melhor forma possível com o mesmo objetivo e para alcançar a mesma meta

5. Referências

- [1] BARRAS, R. *Towards a theory of innovation in services*. Research Policy. v. 15, nº3, p. 161-173, 1986.
- [2] PAIVA, J. C. N., BARBOSA F. V.; RIBEIRO, A. H. P. *Proposta de escala para mensurar o valor percebido no varejo bancário brasileiro*. Revista de Administração Contemporânea, v. 13, n. 2, p. 310-327, 2009.
- [3] FEBRABAN. *Pesquisa Febraban - Federação Brasileira De Bancos - de tecnologia bancária*. 2019, São Paulo SP. <https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Pesquisa-FEBRABAN-Tecnologia-Bancaria-2019.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2020.
- [4] KOTLER, P. *Administração de marketing: a edição do novo milênio*. São Paulo: Prentice-Hall, 2000. Título original: Marketing management: millennium edition.
- [5] PMI. Project Management Institute. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBoK)*. 6ªed. Pennsylvania, 2017.
- [6] CLEMENTE, Ademir (Org.). *Projetos empresariais e públicos*. São Paulo: Atlas, 2002.
- [7] HELDMAN, Kim. *Gerência de projetos: fundamentos: um guia prático para quem quer ter certificação em gerência de projetos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [8] SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 8ª Edição. São Paulo: Pearson, 2007. 568 p.
- [9] BECK, K.; BEEDLE, M.; VAN BENNEKUM, A.; COCKBURN, A.; CUNNINGHAM, W.; FOWLER, M.; GRENNING, J.; HIGHSMITH, J.; HUNT, A.; JEFFRIES, R.; KERN, J.; MARICK, B.; MARTIN, R. C.; MELLOR, S.; SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J.; THOMAS, D. *Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software*. 2001. Disponível em:

<http://www.agilemanifesto.org/iso/ptbr/>.

Acesso em: 14 mai. 2020.

- [10] HIGHSMITH, J. *Princípios por trás do Manifesto, Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software*, 2001. <http://agilemanifesto.org/iso/ptbr/principles.html/>. Acesso em: 14 mai. 2020.
- [11] TELES, V. *Extreming Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. Novatec, 2004.
- [12] FONSECA, C.E.C.; MEIRELLES, F.S.; DINIZ, E.H.E. *Tecnologia bancária no Brasil: uma história de conquistas, uma visão de futuro*. FGVRAE, 2010.
- [13] CERNEV, Adrian; DINIZ, Eduardo; JAYO, Martin. *Emergência da quinta onda de inovação bancária*. AMCIS 2009 Proceedings, p. 4, 2009.
- [14] SILVA, J.R. *Pesquisa Acadêmica voltada para Gestores de Projetos realizada no período de 24/03/2020 a 24/05/2020*. https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScz9A8IEGZdDX15c19FXUP2fP0C391AduPFhjYVVrYJKTPIMw/viewform?usp=sf_link. Acesso em: 25 mai. 2020.



Patologias das estruturas

Structure pathologies

NEVES, Moisés Balenga José¹; VÁZQUEZ, Elaine Garrido²

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, Rio de Janeiro – RJ.

²Engenheiro Civil, Escola politécnica NPPG, UFRJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
*Construção Civil,
 Engenharia,
 Estruturas.*

Key word:
*Civil Construction,
 Engineering,
 Structures.*

Resumo:

A definição de edificação está relacionada a construção de casas, apartamentos, galpões, prédios, aeroportos, viadutos, igrejas, ginásios de esportes, fortes, torres de comando, postos de gasolina, estações de treinamento de água, e etc. A gestão destes procedimentos construtivos e o desenvolvimento progressivo através do controle de qualidade de novas tecnologias e técnicas é desafio frequente na engenharia civil. Contudo, se mesmo desta forma existir ocorrências de manifestações patológicas, seu reconhecimento e saída se dão por meio de aplicações de procedimentos de análise de falhas. Dessa forma, essa pesquisa justifica-se pela necessidade de criar um material bibliográfico inovador que possa contribuir com a comunidade acadêmica. Estes entendimentos desenvolvem-se essencialmente desde os conhecimentos teóricos e práticos dos profissionais e através da divulgação e planejamento de procedimentos aplicados no tratamento das falhas apresentadas por meio de coletas de informações e dados fundamentais. Da mesma forma, a construção de patologia envolve o estudo metódico de edifícios, seus componentes e meio ambiente, para abordar as falhas. Dessa forma, essa pesquisa possui o seguinte problema: Como compreender o processo pelo qual se formam as trincas e patologias? Assim obtêm-se a seguinte Hipótese: É fundamental que as estruturas sejam analisadas de forma consistente e detalhadas para a sua compreensão. A metodologia de pesquisa empregada nesse Artigo caracteriza-se por uma revisão bibliográfica onde foram utilizados livros, artigos e sites especializados da internet.

Abstract

The definition of building is related to the construction of houses, apartments, warehouses, buildings, airports, viaducts, churches, sports gyms, forts, control towers, gas stations, water training stations, etc. The management of these construction procedures and the progressive development through quality control of new technologies and techniques is a frequent challenge in civil engineering. However, if pathological manifestations occur even in this way, their recognition and resolution are achieved through the application of failure analysis procedures. Thus, this research is justified by the need to create innovative bibliographic

material that can contribute to the academic community. These understandings essentially develop from the theoretical and practical knowledge of professionals and through the dissemination and planning of procedures applied in the treatment of failures presented through the collection of fundamental information and data. Similarly, the construction of pathology involves the methodical study of buildings, their components, and the environment to address failures. Therefore, this research poses the following problem: How to understand the process by which cracks and pathologies form? Thus, the following hypothesis is obtained: It is essential that structures are analyzed consistently and in detail for their understanding. The research methodology employed in this article is characterized by a bibliographic review where books, articles, and specialized websites were used.

1. Introdução

A definição de edificação condizente com as diferenciações de casas, apartamentos, galpões, prédios, aeroportos, viadutos, igrejas, ginásios de esportes, fortes, torres de comando, postos de gasolina, estações de treinamento de água, e etc. [1]

Afinal, é o modo genérico de se fazer referência a determinadas instalações que como sua finalidade final, sirva de acolhimento para exercer as mais diversas funções do homem.

O procedimento produtivo de uma edificação funciona do seguinte modo: de princípio, o planejamento antecedente, concepção, produção dos materiais para a utilização no canteiro de obras, cumprimento das partes dos elementos das edificações e uso. Durante determinados procedimentos, podem acontecer problemas ou erros de diversas formas, que acabam por provocar problemas e falhas construtivas das etapas anteriormente citadas. A gestão destes procedimentos e o desenvolvimento progressivo através do controle de qualidade de novas tecnologias e técnicas é desafio frequente na engenharia civil. [4]

Melhorias construtivas no processo podem ocorrer através de um controle de características mais criteriosas no canteiro de obras, com o objetivo de melhorar a matéria prima usada nas constituições e os procedimentos construtivos em si, fazendo

assim com que não se torne regressivo o aparecimento de fenômenos patológicos nas edificações. [5]

Contudo, se mesmo desta forma existir ocorrências de manifestações patológicas, seu reconhecimento e saída se dão por meio de aplicações de procedimentos de análise de falhas. Dessa forma, essa pesquisa justifica-se pela necessidade de criar um material bibliográfico inovador que possa contribuir com a comunidade acadêmica.

Estes entendimentos desenvolvem-se essencialmente desde os conhecimentos teóricos e práticos dos profissionais e através da divulgação e planejamento de procedimentos aplicados no tratamento das falhas apresentadas por meio de coletas de informações e dados fundamentais, onde é capaz de existir análises de aprofundamento dos processos e tecnologias utilizadas ao longo do procedimento de resolução de falhas [1]

Patologia de construção é uma abordagem holística para estudar e compreender edifícios, e em particular, defeitos de construção e medidas corretivas associadas. [5]

Num contexto médico, a patologia é o estudo de doenças para determinar as suas causas e prescrever o tratamento. [6]

Da mesma forma, a construção de patologia envolve o estudo metódico de

edifícios, seus componentes e meio ambiente, para abordar as falhas. Dessa forma, essa pesquisa possui o seguinte problema: Como compreender o processo pelo qual se formam as trincas e patologias?

Os defeitos de construção são aspectos do edifício que não foram concluídos de acordo com o contrato ou que falharam. [3]

Os defeitos podem ser "patentes" ou "latentes". Os defeitos de patente são aqueles que podem ser descobertos por uma inspeção razoável. Os defeitos latentes são aqueles que não podem ser descobertos por uma inspeção razoável, por exemplo, problemas com fundações que podem não ser aparentes. [7]

Assim obtêm-se a seguinte Hipótese: É fundamental que as estruturas sejam analisadas de forma consistente e detalhadas para a sua compreensão.

A metodologia de pesquisa empregada nesse Artigo caracteriza-se por uma revisão bibliográfica onde foram utilizados livros, artigos e sites especializados da internet.

2. Referencial teórico

2.1 Conceito de patologia das construções

Patologias das construções é a área da engenharia civil que pondera a atuação insatisfatória de princípios que formam uma edificação, atuação esta, hoje regida por normas técnicas, as análises dos defeitos em demanda é o que aborda a área da patologia, fazendo uma observação por meio das formas de manifestações, origens e causas, a engenharia usa o termo como o meio de estudo das origens e mecanismos de casos dos inúmeros problemas que afetam exterioridades estruturais e estéticas de uma edificação. [2]

Os motivos da conjuntura dos fenômenos patológicos são capazes de serem as mais distintas, a partir do envelhecimento natural, acasos, imprudências de profissionais e utentes que escolhem pela utilização de

materiais fora das especializações ou não fazem as manutenções corretas da estrutura, diversas ocasiões por motivos econômicos, dentre outras. [8]

Na construção civil, as ocorrências que surgem com mais frequência, como por exemplo, falhas em elementos estruturais e trincas de proteção, são capazes de serem subdivididas em duas formas, as ocorrências (falhas) designadas simples ou complexas. Para questões de natureza simples, admite-se um regulamento, sendo capaz de ser resolvidos sem que o profissional tenha conhecimento muito avançado, já os de natureza complicada, solicitam uma verificação atenciosa do problema, sendo fundamental que tenha conhecimentos avançados com relação ao tema em questão, para tais verificações cabe a utilização de formas de análise de questões, pra assessoria o profissional na análise da conjuntura. [3]

A pesquisa das patologias nas construções é de grande relevância na procura de qualidade dos procedimentos construtivos e no progresso da habitabilidade e resistência das edificações. Para que os surgimentos de manifestações patológicas sejam evitados, é fundamental que um estudo detalhado das sejam feitos para melhor a compreensão do fenômeno e acessória nas determinações da acepção do desempenho e planos de atuação contra os problemas.

2.2 Características de patologias da construção civil

Ao longo do desenvolvimento do projeto VUP (Vida Útil de Projeto), as edificações estão expostas a perda do desempenho, tais procedimentos podem ser desenvolvidos de modo natural ou são capazes de ser acelerados por inúmeros motivos externos de origem em todas as partes do procedimento construtivo, entre os mais variados modos de manifestações patológicos. [2]

Para que possa ter compreensão com relação aos fenômenos patológicos que acontecem em uma edificação, geralmente se procura a origem do problema revelado, uma

afinidade de ensejo e decorrência que possa ter provocado tal manifestação. [6]

Os problemas patológicos geralmente possuem origem em alguma falha ou erro cometido em ao menos uma das fases do projeto, as fases onde são capazes de ocorrer os fatores que apresentam possíveis defeitos futuros, são: execução, fabricação das matérias primas, planejamento, projeto e uso, entretanto, as etapas mencionadas, algumas são mais contundentes no momento em que se aborda o nascimento das patologias, sendo capaz de ressaltar as fases de desenvolvimento, controle de materiais e a utilização. [1]

A fissuração das edificações é um dos problemas patológicos mais regressivos e que mais chamam a atenção das construções. Determinados fatores causadores de fissuração populares, como a variação de temperatura, retração e a agressão ao meio ambiente juntamente com a acepção e ângulo em que a falha se manifesta na superfície da edificação, abalizam a forma de sobrecarga de compressão ou tração da estrutura, assessorando na compreensão da causa e dos efeitos destas manifestações patológicas. [4]

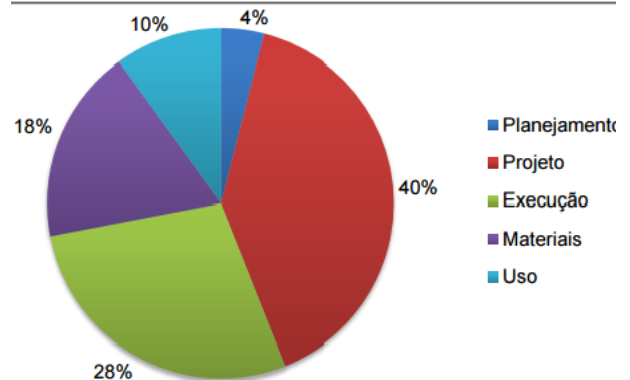
Cada edifício tem uma estabilidade específica a atuação de cada um dos elementos agressivos. A edificação é possível de ser inacessível contra determinados agentes agressivos de baixa intensidade, mas não inacessíveis a agentes agressivos de intensidade elevada, tais fatores encontram-se diretamente associados com as condições climáticas e variáveis sazonais da região onde a edificação se localiza sendo capaz de baixos ou altos. [4]

2.3 Causas dos problemas patológicos

O procedimento de compreensão de um edifício acontece em fases distintas, à junção destas etapas apresentam resultados finais desejados, a edificação e sua função determinada. As patologias da construção civil são capazes de acontecer de diversos modos e em todas as etapas do procedimento produtivo. A Figura 1 mostra um levantamento da origem das patologias nas

distintas etapas de concepção de uma edificação. [1]

Figura 1: Início das patologias ligadas às fases de recebimento do edifício.



Fonte: Carmo [1]

De acordo com Cremonini [2],

“É possível que os efeitos tenham origem em todo o momento do procedimento construtivo da etapa e sua ocorrência está associada ao nível de controle de qualidade realizado nas inúmeras etapas”.

No momento em que a patologia da construção civil é gerada, é possível de haver uma falha através dos erros humanos. As decorrências de agentes nocivos do meio ambiente, ou interna, são as que têm origem durante o procedimento construtivo e podem ser fragmentados em três:

- **Uso:** decorrentes da utilização imprópria da estrutura desenvolvida e da ausência de manutenção;
- **Construtivas:** procedentes no desenvolvimento, por falta de qualidade de materiais ou falta de qualificação;
- **Congênitas:** originárias na fase da programação e projeto.

2.4 Sintomatologia e métodos para a solução de patologias.

As soluções dos problemas patológicos abarcam um conjunto de processos complexos a serem feitos, a exercício profissional usado na análise fundamentado nos problemas que tem sido diversas vezes caracterizado pela ausência de um

procedimento cientificamente reconhecido e comprovado preponderando em diversas conjunturas a conhecimento profissional do engenheiro, obtido ao longo dos anos e o uso de procedimentos baseados na experiência de análise prévia, determinadas ocorrências são relevantes no momento em que se mostram necessárias análises pormenorizadas e individuais dos problemas, quando estes se mostram mais complicados. [1]

Com a finalidade de tornar o procedimento de estudo de caso de problemas patológicos mais compreensíveis e práticos, é fundamental que metodologias sejam adotadas, um planejamento básico de análise de falhas. Recomenda uma programação básica baseada em etapas, separadas por procedimentos de estudos e análises, e é exposto na Figura 2.

Desta forma, qualquer hipótese preconcebida com relação às causas dos determinados problemas deve ser eliminada, deste modo, o diagnóstico não precisa ser usado como modo de abonar uma opinião já constituída partindo de uma atitude não tendenciosa avaliando imparcialmente todos os dados coletados. [4]

2.5 Diagnóstico

Os procedimentos de diagnóstico das manifestações patológicas localizadas foram realizados fundamentados nas verificações feitas no local da obra, por meio das observações dos principais problemas localizados no edifício, avaliando suas visíveis relações com as peculiaridades do problema. Fez-se do mesmo modo a utilização da ferramenta de anamnese, que descreveu as principais ocorrências durante a percepção da edificação, assim como, a utilização da bibliografia, que tem relação aos defeitos descobertos com falhas já catalogadas em livros de autores menção na área. Para que o diagnóstico fosse formatado, não teve necessidade de haver realizações de ensaios laboratoriais, visando à probabilidade de compreensão dos fenômenos e formulação de sua conjectura provocadora através das etapas previamente mencionadas. [5]

Com a finalidade de conduzir a verificação para os elementos construtivos que apresentaram um alto quadro de patologias, primeiro foram avaliados os sistemas que apresentaram uma incidência maior de manifestações, por meio do aparelhamento dos dados coletados em uma tabela.

Referente a análise dos dados foi formado uma ordem de relevância para formação do diagnóstico das manifestações patológicas de cada elemento. O revestimento da argamassa foi o que apresentou a maior quantidade de patologias, entretanto por não se referir a um elemento estrutural e não tendo precisão de ações emergenciais por imponderação de colapso ou segurança, deu prioridade primeiramente para formulação da identificação das patologias relacionadas as vigas de concreto armado. [8]

2.6 Processos patológicos relacionados aos custos da construção

É notório que, em uma obra de construção civil, quanto grandemente antes for identificado um obstáculo, melhor. Como numa fase de empreendimento, por exemplo, a fim de esquivar-se de patologias de normalização estrutural. O custo pretendido num restabelecimento da infraestrutura consecutiva ao fim da construção é muito maior se confrontado à qualquer mediação a nível de planejamento ou realização inicial. Adiante do total consumido para a elevação de uma edificação, os custos de planta diferenciam de 3% a 10% de acordo com.[4]

Correspondente à sua influência, um grande avanço no atingimento da melhoria de qualificação da construção pode ser atingido partindo-se de uma melhor qualidade dos desenvolvedores. É na fase de planejamento que são ponderadas as decisões de maior reprodução nos valores, velocidade e qualidade dos empreendimentos.

A manutenção e as melhorias têm se transformado em tópicos difundidos e alarmantes em alguns países, essencialmente na qual se observa em condições de custos. Já que essas infraestruturas precisam de bilhões,

ocasionando grande impacto financeiro, e dando, até mesmo, a reproduzir 50% dos custos empreendidos em construções em diversas situações. [6]

O fator de disposição entre ações de inalteração preventiva e ações corretivas sendo os aspectos financeiros. Assim, a prática tem validado os custos de prevenção não são tão pertinentes em associação aos custos de intervenção. [7]

De alguma forma, o que realmente se busca é assegurar uma conduta satisfatória de uma edificação de acordo com o período de vida útil projetada pela efetivação de um projeto de edificação o qual devem contemplar para as decisões que serão adquiridas perante o procedimento construtivo, como a aquisição de materiais, ou nos métodos de execução. Pode-se apresentar como exemplo de decisão, a constituição na etapa de pesquisa do solo.

É averiguado na história da construção civil que uma sondagem executada de maneira menos precisa, pode ser efetiva no que diz respeito ao auxílio da qualidade na efetivação do projeto. Sobre os restabelecimentos patológicos pode-se declarar que as reparações são mais fáceis de concluir, mais indestrutíveis e mais baratas, quanto mais rápido forem à andamento delas.

Os custos de interferência na estrutura, para alcançar certo objetivo de conservação e segurança, desenvolvem-se exponencialmente quanto grande mais tarde for essa mediação é que o movimento oferecesse custo pode ser inserida ao de um seguimento geométrica de razão 5, reconhecida por “Lei dos 5”, que mostra a crescimento dos custos em atribuição da fase da vida da disposição em que a mediação seja feita. [9]

Em conformidade com Sabbatini [10] ao partir as fases da edificação (programa, execução e manutenções), pode-se definir em cada uma, como que a obra seria afetada no custo caso a intervenção fosse feita nesta predeterminada fase. a) Fase de projeto: toda dimensão tomada em nível de planejamento com o propósito de completar a segurança e a

resistência da organização, como, a título de exemplo, acrescentar cobertura da armação, reduzir a ligação água / cimento do concreto ou adicionar o fck, especificar certas obsessões, ou operações diferentes de solo, e outras tantas provoca um custo que pode ser aparceirado ao número da etapa de efetivação de projeto extra, durante o andamento da propriamente dita, provoca um custo cinco vezes proeminentemente ao custo que provocaria tomar uma proporção equivalente na fase de um planejamento, para obter-se o próprio nível final de resistência. [10]

Um exemplo é a deliberação em diminuir a relação água / cimento para acrescentar a conservação. A mesma dimensão tomada na fase de projeto possibilitaria o redimensionamento espontâneo da estrutura considerando-se que um novo solo de resistência e à condensação mais elevada, de maior módulo de deformidade e de menor fluência. [8]

Essa má-formação permitiria diminuir os princípios dos elementos estruturais, diminuir as formas e a capacidade de solo, reduzir o peso próprio e reduzir as taxas de contextura. [6]

Os procedimentos isolados de revisão das diversas pinturas, reparações inerentes a fechadas com ausência de beirais e sem segurança, transição de um processo impermeabilizador da parte superior do prédio e reservatórios mal desenvolvidos, e outras, essenciais a possibilitar as boas chances da estrutura durante o intervalo da sua vida útil, podem valer até 25 vezes mais que proporções distintas tomadas na fase de planejamento estrutural ou arquitetônico.

Em contrapartida tem a possibilidade de encontrar-se cinco vezes menor o investimento financeiro que aguarda a armação exibir dificuldades patológicas e notórias que requeiram uma preservação corretiva; Fase de manutenção corretiva: concordam aos serviços de diagnóstico, reparo, reforço e proteção das estruturas que já dissiparam sua vida útil de projeto e expõem ocorrências patológicas evidentes.

A estas ações pode-se abrigar um investimento 125 vezes superior ao custo dos tamanhos que poderiam e precisariam ter sido adquirida na fase de planejamento e que provocariam um mesmo nível de conservação que se estime dessa obra após essa intervenção corretiva. [5]

2.7 Manutenção preventiva de Patologias na construção civil

Manutenção preventiva é a efetivação de afazeres que antecedem a erros efetuados em momentos pré-determinados de acordo com o planejado e parâmetros prescritos com a finalidade de diminuir a possibilidade de erro ou total degradação do sistema. [4]

Os trabalhos que envolvem manutenção preventiva são divididos em três serviços: Tarefa baseada no tempo, baseada na condição e teste para descobrir a falha. [9]

A Tarefa fundamentada no tempo baseia-se em trocar ou recondicionar os componentes do sistema ou aparelhamentos sem a dependência do seu estado de preservação em intermitência de tempo pré-definido, isto é, posteriormente a um tempo de utilização no plano de manutenção do componente irá ser trocado independente do estado que seja encontrado. [10]

Apesar de ser complexo evitar a manifestação de fissuras em domicílios, métodos preventivos seguidos ainda na etapa de projeto podem diminuí-las. Se a circulação da fundação puder ser antevista, ela deverá ser dimensionada rígida o bastante para adequar devidos movimentos, de maneira a evitar assim exageradas modificações na alvenaria.

A manutenção acontece com o objetivo de que o edifício conserve seus desempenhos, durante o tempo que o conserto (reparo) é feito para restabelecer funções prejudicadas ou até mesmo perdidas. Outra contestação de grande importância é que a manutenção tem um escopo preventivo, ou seja, tem como finalidade fugir de problemas no mesmo momento em que o reparo é uma atividade, terapêutica ou corretiva. A manutenção pode ser planejada, diferente dos reparos, que

acontecem poucas vezes, muitas dessas vezes inesperados e até mesmo emergenciais. [6]

É comum a ausência de manutenção adaptada dos edifícios, e isso é uma razão de grande importância de patologias. Um dos motivos principais disso é o seu custo, vindo a dificultar ou até mesmo a impedir que os usuários a executem. Daí vem a importância, quando da seleção dos equipamentos que irão ser usados no edifício, levando em conta não apenas o valor de obtenção, porém também o custo de manutenção. Constantemente pode se obter mais vantagem gastando mais na obra, adquirindo materiais de grande duração, e proporcionar um menor gasto com manutenção logo que a obra ficar concluída.

2.8 Intervenção corretiva de Patologias

É possível entender que a vida útil é um momento no qual a estrutura tem a obrigação de cumprir os deveres para as quais foi esquematizado sem a necessidade de intervenção no decorrer de um tempo determinado no projeto. [4]

A analogia dos elevados custos relacionados às intervenções corretivas foi nos anos 80, concernente ao desenvolvimento de custos. [3]

Existem leis descrevem que em cada etapa em que as questões de patologias não forem encontradas, o custo amplia em progredimento geométrico motivo de até alcançar a fase de manutenção onde a suas correções podem custar até 25 vezes a mais que medidas corretas na fase de projeto e na manutenção corretiva, 125 vezes a etapa de projeto conforme evidenciado no gráfico na figura acima. [1]

Fazendo a avaliação das fases de projeto, manutenção preventiva, corretiva e execução são necessários:

Projeto: Todas as medidas tomadas em nível de projeto com a finalidade de ampliar a durabilidade e a proteção da estrutura, tendo como exemplo, acrescer o cobrimento da armadura, diminuir a relação cimento/água do

concreto ou expandir, caracterizar devidos tratamentos protetores ou acréscimos de superfície, e outras bastantes, implicam em um custo que pode ser adjunto ao número 1 (um);

Execução: Todo grau extra projeto, tomada no decorrer da fase de desempenho propriamente dito, acarreta num custo cinco vezes elevado ao custo que ocasionaria tomar uns parâmetros próximos na etapa de projeto, para conquistar-se a mesma altura final de resistência ou vida útil da estrutura. Um bom exemplo e peculiar é a determinação em obra de diminuir a relação cimento/água para crescer a durabilidade. O mesmo conceito tomado na etapa de projeto daria permissão ao redimensionamento de modo automático da estrutura, levando em consideração um novo concreto de durabilidade à compressão mais avançada, de extenso módulo de modificação e de menor característica do que se faz sem dificuldade. [7]

Manutenção preventiva: As operações isoladas de manutenção, como por exemplo: frequentes pinturas, lavagens de fachada sem proteções e sem beirais, impermeabilizações de coberturas e depósitos projetados com algumas falhas, e outras, imprescindíveis a certificar as condições adequadas da estrutura ao longo do tempo da sua vida útil, podendo custar 25 vezes mais que formas apropriadas tomadas na etapa de projeto arquitetônico ou estrutural. Sob outra perspectiva, obtém a possibilidade de ser cinco vezes mais econômicas que esperar a estrutura exibir problemas patológicos evidentes que solicitem uma manutenção corretiva; [9]

Manutenção corretiva: Correspondem aos trabalhos de diagnóstico, proteção, reforço e reparo das estruturas que eventualmente vieram a perder sua vida útil de projeto e denotam evidentes manifestações patológicas. A essas atividades é possível se associar um custo 125 vezes maior ao custo das medidas que deveriam e seriam capazes de ter sido tomada na etapa de projeto e que aludiriam num nível semelhante ao de durabilidade que se leva a estimação dessa obra posteriormente a essa intervenção corretiva. [3]

Isto é, o proprietário, arquiteto, construtor, administrados pelo projetista estrutural talvez tenham o dever de constituir a extensão da vida útil, considerar as condições de exposição, optar por detalhes que tenham como objetivo garantir a vida útil antevista e determinar medidas menores de monitoramento, inspeção e manutenção preventiva, na etapa de utilização da obra. [8]

3 Considerações finais

Através da pesquisa realizada tentou-se atingir os objetivos propostos pela instituição. A abordagem temática foi a realização de uma revisão bibliográfica sobre trincas e patologias fundamentadas na construção civil, idealizando uma sistematização de recursos teóricos empregados na elaboração do conteúdo dessa pesquisa a fim de formalizar conceitos e problemáticas que foram estudadas de forma detalhada nessa investigação científica.

Por meio desse trabalho de pesquisa notou-se a importância da manutenção predial e os cuidados fundamentais que devem ser inseridos de forma estruturada em um edifício a fim de perceber as fissuras que por ventura possam vir acontecer ou mesmo já tenham, viabilizando desde já uma correção no projeto determinando assim uma persuasão, evitando um dano ainda maior na construção

A literatura acadêmica que fundamentou esse trabalho de investigação científica realizar uma sistemática abordagem sobre os problemas que as trincas e patologias causam em uma construção, determinando assim uma possibilidade de revisão em toda a execução do projeto, determinando dessa forma uma posição mais estratégica e estudada da Engenharia Civil que trabalham em todo o processo de construção de edifícios, por exemplo.

Os investimentos a serem alcançados devem ser estudados e necessários no processo de intervenção e correção das trincas e patologias surgidas em um edifício, determinando dessa forma uma formalização de projetos a serem implementados em suas

correções e viabilidade preventiva de todo o problema originário das fissuras que surgem ao longo do tempo.

Os esquemas estruturais de construção apresentados ao longo da pesquisa demonstraram que o tratamento das trincas e patologias devem ser inseridos em um estudo analítico mais aprofundado de sua problemática, determinando assim as falhas existentes em todo projeto, trabalhando assim de uma forma consistente a fim de corrigir as fissuras que surgem ao longo dos anos.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir para futuros estudiosos que queiram aprofundar-se ainda mais nessa temática de abordagem, viabilizando mais conteúdos a serem utilizados em investigações científicas futuras e contribuindo dessa forma com a comunidade acadêmica.

4 Referências

- [1] CARMO, Paulo Obregon do. *Patologia das construções*. Santa Maria, Programa de atualização profissional. CREA, RS, 2003.
- [2] CREMONINI, Ruy Alberto. *Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção*. Porto Alegre, 1988.
- [3] SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.
- [4] DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. *Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1988.
- [5] GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. *Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto*. Curitiba, 2007.
- [6] COELHO, R. A. *Patologias das alvenarias*. Belo Horizonte, 2008 (Apostila do curso Patologia das Alvenarias, CREAMG- IMEC)
- [7] CASOTTI, Denis E. *Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria*. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de São Francisco, USF, Itatiba, 2007. 80f.
- [8] KAGEYAMA, Tacao; KISHI; Meirelles. *As interferências do processo construtivo da alvenaria estrutural na redução dos custos na construção arquitetônica*. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 6, n. 6-10, 2006.
- [9] NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. *Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde*. Santa Catarina, 2011.
- [10] SABBATINI, F. H. *Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal*. Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Março, 2003.

5 Anexos e Apêndices

ANEXO A

Tabela 1: Mensuração em termos de quantidades totalizada de patologias em um mecanismo construtivo da edificação.

ELEMENTO	QUANTIDADE DE MANIFESTAÇÕES	PERCENTUAL (%)
Alvenaria de vedação	36	9,55%
Revestimento	102	27,06%
Pilares	37	9,81%
Vigas	76	20,16%
Lajes	35	9,28%
Pisos	16	4,24%
Pintura	75	19,89%
Total de patologias	377	100,00%

Fonte: Nazario e Zancan [9]



Alternativas para Redução do Impacto Ambiental Causado pelos Resíduos da Construção Civil

Alternatives for Reducing the Environmental Impact Caused by Construction Waste

LOPES, Anderson Bueno¹, PERTEL Monica²

¹ Especialista em Planejamento, Gestão e Controle De Obras Civis, Rio de Janeiro – RJ.

² Doutora em Engenharia Civil, DRHIMA, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Resíduos da Construção

Civil (RCC)

Resíduos Sólidos Urbanos

(RSU)

Reciclagem

Key word:

Construction Waste (CW)

Urban Solid Waste (USW)

Recycling

Resumo:

O processo de produção do cimento é causador de grande impacto ambiental. Além de emitir quantidades substanciais de CO₂, exige a exploração de recursos naturais e demanda altas quantidades de energia. Ademais, sabe-se que a indústria da construção gera um grande volume de resíduos. Uma enorme quantidade dos resíduos da construção civil (RCC) no Brasil são dispostos irregularmente em lixões e outros locais inadequados todos os dias. Dessa forma, o objetivo deste artigo é o de abordar através de uma revisão bibliográfica, as diversas alternativas para a redução dos impactos dos RCC, dado seu alto potencial de reaproveitamento, tanto através da sua reintrodução na indústria da construção como de outras formas. Através desta análise, verificou-se que o uso dos resíduos da construção civil sugere um menor impacto ambiental, dada uma menor necessidade de exploração dos recursos naturais, uma diminuição na geração de resíduos e a captura de CO₂ pelos agregados reciclados de RCC.

Abstract

The cement production process causes significant environmental impact. In addition to emitting substantial amounts of CO₂, it requires the exploitation of natural resources and demands high amounts of energy. Furthermore, it is known that the construction industry generates a large volume of waste. A huge amount of construction waste (CW) in Brazil is irregularly disposed of in landfills and other inappropriate locations every day. Thus, the objective of this article is to address, through a literature review, the various alternatives for reducing the impacts of CW, given its high potential for reuse, both through its reintroduction into the construction industry and in other ways. Through this analysis, it was found that the use of construction waste suggests a lower environmental impact, given a reduced need for natural resource exploitation, a decrease in waste generation, and the capture of CO₂ by recycled CW aggregates.

1. Introdução

O processo de produção do cimento é um

dos processos industriais de maior impacto ambiental, sendo responsável por cerca de 5% das emissões mundiais de CO₂ [1]. Sua

fabricação exige exploração de recursos naturais e uso de muita energia [2]. Segundo a IEA [1], a produção de cimento crescerá de 12% a 23% até 2050, o que traz maior preocupação e provoca reflexões tanto sobre seu ciclo de vida, quanto dos produtos com ele produzidos.

Um outro problema da indústria da construção civil, o qual será dado ênfase nesse estudo, é a destinação dos RCC. Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), 50% dos municípios brasileiros ainda destinam os seus resíduos para lixões ou locais irregulares ao invés de reciclá-los [3].

A ABRECON afirma que apenas 20% dos RCC são reciclados no Brasil [3]. Em contrapartida, a União Europeia recicla cerca de 70% do seu RCC, chegando a reciclar até 80% nos casos da Bélgica e da Holanda [4]. Esses exemplos, mostram que é possível reduzir a quantidade de RCC que são dispostos em locais sem o devido cuidado.

Desse modo, o presente trabalho visa discutir as possibilidades de se reutilizar ou reciclar os RCC de forma a mitigar os impactos ambientais causados por esses.

Dentre as várias possibilidades de reaproveitamento do RCC as principais são: camadas de base e sub-base de pavimentação, cobertura primária de vias, fabricação de argamassas de assentamento, revestimento, produção de tijolos, concretos, pré-moldados e camadas drenantes [5,6].

Além desses o RCC ainda pode ser usado na produção de cimentos compostos, onde utilizam-se adições minerais para a produção de cimentos com fins específicos. Os cimentos produzidos com RCC permitem uma menor extração de matéria-prima [7].

Em resumo, existem diversas alternativas para que os resíduos da construção Civil não agridam o meio ambiente, cabe ao poder público incentivar o uso, regulamentar e fiscalizar a correta destinação desses resíduos.

2. Aspectos Legais e Técnicos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma das mais importantes legislações ambientais do Brasil. A União Europeia criou em 1975 as diretrizes para o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Europeu, esse plano inspirou a criação da PNRS [8].

A PNRS foi instituída pela Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. A Lei contém instrumentos para conter o avanço dos problemas sociais, ambientais e de saúde relacionados aos resíduos sólidos [9].

A política da Lei propõe a redução do consumo, a reciclagem, a reutilização ou a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (nos casos em que não seja possível a reutilização ou reciclagem) [9]. Dentre os mecanismos da Lei para conter os problemas causados pelos resíduos sólidos estão:

- responsabilidade compartilhada dos geradores dos resíduos;
- metas para eliminação de lixões;
- criação de instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal;
- criação de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelos particulares; dentre outros [9].

Mesmo dez anos depois da criação da Lei, a problemática dos resíduos sólidos ainda não havia melhorado no país. Em 2019, apenas 3% do lixo era reciclado, além disso, o país passou a produzir mais lixo, um aumento de 26% [10].

Segundo o IPEA, 50% a 70% desses resíduos são provenientes da construção civil [11]. O problema é agravado quando parte desse lixo é depositado em um dos 3 mil lixões ainda não desativados no Brasil. A PNRS estabeleceu como meta, extinguir os lixões até 2014, prazo esse que foi estendido até 2021 [12].

Além da PNRS, várias outras leis, decretos, resoluções, portarias e normas técnicas regulamentam e objetivam conter a

geração de resíduos da construção civil. O Quadro 1 mostra a evolução da legislação pertinente a geração de RCC na cidade do Rio de Janeiro:

Quadro 1 - Evolução da Legislação e Normatização relativas ao RCC na Cidade do Rio de Janeiro

Ano	Tipo	Descrição
2002	Resolução CONAMA Nº 307	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
2003	Lei Estadual Nº 4.191	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências.
	Norma Técnica COMLURB 42-40-01	Remoção de resíduos sólidos inertes (entulho de obras, poda de árvores e bens inservíveis).
2004	NBR ABNT 10.004	Resíduos sólidos (classificação).
	NBR ABNT 15.112	RCC e resíduos volumosos - áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
	NBR ABNT 15.113	RCC e resíduos inertes - aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação).
	NBR ABNT 15.114	RCC - áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
	NBR ABNT 15.115	Agregados reciclados de RCC - execução de camada de pavimentação (procedimentos).
	NBR ABNT 15.116	Agregados reciclados de RCC - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos).
2006	Lei Estadual Nº 4.829	Institui a Política de Reciclagem de Entulhos de Construção Civil e dá outras providências.
	Decreto Municipal Nº 27.078	Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências.
2008	Decreto Estadual Nº 41.122	Institui o plano diretor de gestão de resíduos sólidos da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.

	Lei Municipal Nº 4969	Dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.
2010	Lei Federal Nº 12.305	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
2011	Decreto Municipal Nº 33.971	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de Resíduos da Construção Civil - RCC em obras e serviços de engenharia realizados pelo Município do Rio de Janeiro.
2015	Resolução SMAC Nº 604	Disciplina a apresentação de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC.
	Norma Operacional NOP-INEA-27	Licenciamento das atividades de coleta e transporte rodoviário de resíduos da construção civil.
2016	Decreto Municipal Nº 42.605	Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro.
2019	PORTARIA “N” Nº 002 - COMLURB	Estabelece as diretrizes para o credenciamento de pessoas jurídicas que desejam prestar serviços de coleta e remoção de resíduos sólidos especiais na Cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Autor.

O Quadro 1 inclui a legislação e normas técnicas de maior importância com relação aos resíduos da construção civil. Essas incluem as legislações de âmbito estadual e municipal que regulamentam os resíduos no Estado e na Cidade do Rio de Janeiro, assim como portarias e normas da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB).

Dentre as de maior peso estão a Lei Federal Nº 12.305 e a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente

(CONAMA), que foram as bases para a elaboração das demais legislações e normas pertinentes.

Como as demais legislações estaduais e municipais, o Decreto Municipal nº 27.078, de 27 de setembro de 2006, também foi elaborado para complementar as exigências da PNRS. O Decreto institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil [13].

Dentre as ações do Plano estão: os ecopontos, serviço de atendimento para pequenos volumes e as áreas para recepção de grandes volumes. Os ecopontos são pontos de entregas para volumes de RCC com até 2 m³. Para até essa quantidade o cidadão pode ligar e pedir o recolhimento do RCC. As áreas para recepção de grandes volumes são também chamadas de Áreas de Transbordo, Triagem, Reciclagem e Reservação Temporária de Resíduos da Construção Civil (ATTRs) [13].

Uma outra exigência do Plano, a qual também consta na Resolução Nº 307 do CONAMA e na Lei Municipal Nº 4.969, de 03 de dezembro de 2008, é a de que os geradores de resíduos sólidos estejam sujeitos à elaboração de Planos de Gerenciamento Específicos, que no caso da construção civil são denominados Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) [13].

Segundo a Resolução Nº 307, de 05 de julho de 2002 do CONAMA, os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem contemplar as seguintes etapas:

I - Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de

reciclagem;

IV - Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução (p. 96) [14].

Além da Resolução Nº 307 da CONAMA, as Resoluções da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, SMAC Nº 604, de 23 de novembro de 2015 e SMAC Nº 605, de 26 de novembro de 2015, também regulamentam o PGRCC. A Resolução SMAC Nº 605 condiciona o licenciamento ambiental à apresentação do PGRCC, nos casos em que o licenciamento é exigido. Já a SMAC Nº 604 exige que o PGRCC deva ser elaborado de forma a privilegiar o aproveitamento do RCC no próprio local de geração ou em unidades de beneficiamento licenciadas [13].

O mesmo é exigido em obras públicas. O Decreto Municipal Nº 33.971 exige que sejam utilizados artefatos reciclados de RCC nas obras executadas direta ou indiretamente pela administração pública municipal [13].

Embora hoje a cidade do Rio de Janeiro tenha muitos mecanismos para a gestão de resíduos sólidos, não foi sempre assim. O Aterro Controlado de Gramacho já foi considerado o maior da América Latina e operou até 1996 sem obedecer às normas sanitárias e ambientais do país [13]. Cabe ressaltar que o Aterro Controlado de Gramacho é conhecido no Estado como Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho ou mesmo CTR Gramacho, sendo dessas formas referido no texto, no entanto, é fundamental deixar claro seu caráter “controlado”.

Até a desativação do Aterro Metropolitano Jardim Gramacho em 2012, os RCC eram depositados na Área de Transbordo e Triagem (ATT) das missões, no Bairro de Cordovil, Zona Norte do Rio de Janeiro [13].

Com a inauguração do CTR - Rio, em 2011, localizado em Seropédica - RJ, o CTR -

Gramacho foi finalmente desativado. Somente em 2014, a unidade recebeu 9.227 t/dia de lixo, sendo que 857 t/dia foram de grandes geradores, o que inclui os RCC [13].

Para efeitos da cidade do Rio de Janeiro, os grandes geradores são os que geram mais de 2 m³/semana. Esses geradores, caso não reutilizem o RCC na própria obra, devem contratar empresas licenciadas para o beneficiamento ou destinação final ambientalmente adequada [13].

Pequenas quantidades de entulho podem ser removidas acionando o Serviço de Remoção Gratuita da COMLURB. Para utilizar o serviço os resíduos devem estar acondicionados em sacos plásticos de 20 litros. O serviço pode ser utilizado para a remoção de até 150 sacos a cada 10 dias [13].

Ainda que a situação na Cidade do Rio seja satisfatória quanto a existência de legislação e normatização pertinente a Gestão de Resíduos Sólidos, nem todos os municípios do país estão se adequando bem a PNRS. Segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM), as principais dificuldades encontradas pelos municípios para a implementação são: falta de recursos técnicos e financeiros e negligência por parte dos outros autores responsáveis por implantar as políticas da Lei [15].

3. Definição

Considerando toda a discussão em torno do tema dos resíduos da construção civil, faz-se necessário saber sua definição e classificação. Definidos os RCC, pode-se entender melhor a sua origem, composição, impactos e formas de se atenuar esses impactos no meio ambiente. A Resolução Nº 307 do CONAMA define resíduos da construção civil como:

[...] os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros,

argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (p. 95) [14].

A resolução, além da definição, ainda classifica o RCC em quatro classes, a saber:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;*
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;*
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;*

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (p. 95-96) [14].

De acordo com a resolução, os resíduos de Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados como agregados. A diferença entre os dois termos está no processamento dos resíduos. A reutilização não submete os resíduos ao processamento, diferentemente da reciclagem, a qual submete os RCC a um processamento antes de sua reintrodução no processo construtivo [14].

A reutilização do RCC faz-se necessária na construção civil por essa ser uma fonte geradora de resíduos. Segundo a Resolução Nº 307, os geradores também são responsáveis por mitigar os problemas por esses causados [14].

Entre as formas de conter a geração de resíduos estão a reutilização e a reciclagem, as quais podem ser feitas de diversas formas. Dentre elas estão o reaproveitamento no próprio canteiro, em usinas de beneficiamento móveis ou fixas, em usinas de reciclagem, na indústria cimentícia, siderúrgica e até mesmo na agricultura.

Reciclagem do RCC

Dentre as formas mais comuns de reutilização do RCC está a reciclagem. A primeira usina recicladora do país data de 1991. Criada pela Prefeitura Municipal de São Paulo em Itatinga, a usina tinha como propósito a produção de agregados para pavimentação [16].

Depois de São Paulo, as cidades de Londrina e Belo Horizonte criaram suas usinas em 1993 e 1994, respectivamente. Depois da Resolução Nº 307 do CONAMA, o número de usinas cresceu rapidamente. Até 2002 havia 16 usinas de reciclagem, depois da resolução o número de usinas subiu para 47. Em 2015, segundo dados da ABRECON, o país já possuía 310 usinas de reciclagem de RDC instaladas [3,17].

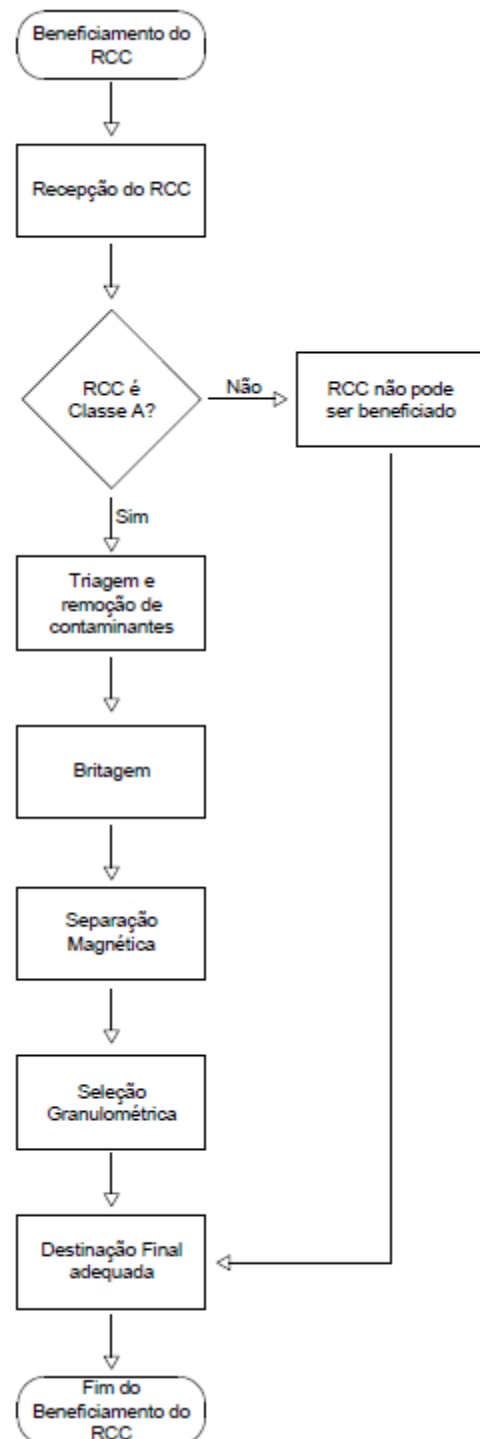
A reciclagem dos resíduos feita em usinas de beneficiamento de RCC utiliza técnicas similares as já utilizadas na mineração. Os processos para a produção do agregado reciclado são basicamente moagem e peneiramento [18].

Como observado na Figura 1, as etapas do processo de reciclagem são: recebimento do RCC, triagem, trituração, separação magnética, seleção granulométrica (areia, pedrisco, pedra, agregado) [18].

Para que o material não tenha impurezas é feito uma triagem com a remoção de material que não pode ser beneficiado nas usinas, esse material é encaminhado para a

destinação final adequada.

Figura 1 – Beneficiamento de RCC



Fonte: Autor.

Caso os materiais sejam da Classe B, estes podem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para áreas de armazenamento temporário para depois serem reciclados.

Embora as usinas de RCC reciclem os resíduos de Classe A, existem outras usinas de reciclagem como as de papel, papelão, madeira, vidro, plástico ou metal, para as quais os materiais de Classe B podem ser encaminhados. Materiais de Classe C ou D devem ser armazenados, transportados e destinados de acordo com normas específicas [14].

Depois de removidas as impurezas do material, esse segue para a próxima etapa, a britagem. Antes da trituração o material é peneirado, de forma que partículas finas não cheguem ao britador. Nessa fase os grãos são reduzidos e tomam formas arredondadas [18].

Depois de triturado, o material é submetido à uma esteira magnetizada para que os contaminantes magnetizáveis sejam retirados [18]. Finalmente, o material é separado segundo as granulometrias observadas no Quadro 2:

Quadro 2 – Granulometria do RDC reciclado

	GRANULOMETRIA (M)
Areia	<0,0048
Pedrisco	0,0048<Ø<0,0095
Pedra	0,0095< Ø <0,0254
Agregado	>0,0254

Fonte: Adaptado de Freitas *et al.* (p. 102) [18].

O material separado segundo a granulometria é disposto em baías. Depois de beneficiado, o RCC segue para a armazenagem, uso ou comercialização [18]. A Figura 2 mostra uma usina de reaproveitamento de RCC:

Figura 2 – Usina de Reciclagem de RCC



Fonte: Freitas [4].

Como mostrado na Figura 2, a usina de reciclagem não é um empreendimento complexo de ser implantando, entretanto, tem que se levar em conta vários critérios antes de sua instalação. As usinas fixas devem ser instaladas o mais próximo possível dos geradores, em locais que possam ser acessados por veículos de grande porte e devem levar em conta a Lei de uso e ocupação do solo do município onde será instalada [17].

As usinas móveis, por sua vez, mostram-se de maior viabilidade, uma vez que podem ser transportadas até as obras. Essas, além de não dependerem da recepção de agregados de outros geradores para operar, não necessitam de grande quantidade de mão de obra [3]. A Figura 3 ilustra uma usina móvel:

Figura 3 – Usina de Reciclagem de RCC



Fonte: Freitas [4].

As usinas móveis facilitam o processo de reaproveitamento do RCC ao permitir que os resíduos sejam reciclados no próprio canteiro. Infelizmente nem todo resíduo é passível de ser reciclado nas usinas de RCC. Somente a Classe A é reciclada nas usinas, os demais resíduos são encaminhados para destinação final adequada [18]. A composição do RCC no Brasil é em sua maior parte de Classe A, dada a predileção do País pelo concreto. O Quadro 3 mostra a composição média do RCC no Brasil:

Quadro 3 - Composição média dos materiais de RCC de obras no Brasil (em %)

COMPONENTE	%
Argamassa	63
Concreto e blocos	29

Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: IPEA (p. 16) [11].

Aproximadamente 80% do RCC brasileiro é reciclável. Através de uma rápida análise do Quadro 3, pode-se facilmente concluir que a maior parte dos resíduos da construção civil é reciclável. Em Belo Horizonte, cidade que é exemplo de boa gestão dos resíduos sólidos, recicla-se 25% do resíduo de construção coletado ou 350 toneladas por dia [16].

Mesmo que essa quantidade de RCC reciclada por Belo Horizonte seja um bom exemplo para as demais cidades brasileiras, como já dito, o potencial de reciclagem do RCC é bem maior que isso. Países como Holanda, Bélgica e Dinamarca, reciclam entre 80% e 90% de todo o seu RCC. Sidney, na Austrália, recicla 80% dos seus resíduos da construção [16].

Como visto, o potencial de reciclagem do RCC brasileiro é alto. À medida que os estados e municípios criem dispositivos legais que regulamentem as leis já existentes sobre o RCC a tendência é que o número de usinas de reciclagem de RCC aumente. Ainda que não se possa reintroduzir todo o RCC na cadeia produtiva, é crucial focar nas formas de conter o avanço dos resíduos. Ao reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos, evita-se que esses causem maiores danos sociais, ambientais e à saúde da população.

4. Aplicações do RCC reciclado

As formas de reaproveitamento do RCC são diversas. Vão desde o seu uso em canteiros de obras, argamassas, concretos, tijolos, pavimentação até a fabricação de cimento e adubo.

A forma mais sensata de reaproveitamento do RCC seria utilizando o mesmo já no canteiro de obras. Pinto [19] propõe a utilização de baías no canteiro, assim, os resíduos serão armazenados para

futura reutilização. Os resíduos como argamassa, alvenaria, concreto, resíduos cerâmicos e resíduos minerais (areia, pedra), podem ser triturados e reutilizados como agregado na própria obra.

Outra forma de aplicação do RCC é a sua aplicação em bases e sub-bases de pavimentação. Motta [16] afirma que a técnica já é realizada em diversos países há muitos anos. Uma vantagem dessa utilização é que esta técnica consome grande quantidade de resíduo.

No Brasil, a utilização de agregado reciclado na pavimentação foi utilizada pela primeira vez em 1984, na cidade de São Paulo. A Prefeitura Municipal de São Paulo em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pavimentou a Rua Gervásio da Costa utilizando agregados reciclados de RCC [16].

Embora a utilização de agregado reciclado tenha sido feita desde essa época, só em 2004 foi criada uma normatização de nível nacional, a NBR 15.115. A norma versa sobre os procedimentos para o emprego de agregado reciclado em pavimentação [16].

Posteriormente, uma nova norma relativa ao uso do RCC foi criada. A NBR 15.116 foi concebida para estabelecer os requisitos na utilização dos agregados em camadas de pavimentação e para a preparação de concretos sem função estrutural [20].

O uso de agregados reciclados em argamassas é outra forma de aplicação dos RCC. Através de uma síntese de vários estudos sobre essa técnica, Oliveira [21] concluiu que esse tipo de argamassa exige mais água, em função da maior absorção de água pelos agregados reciclados, no entanto podem apresentar resultados melhores que argamassas feitas com agregado natural.

As argamassas estudadas apresentaram resistência à aderência, à tração e à compressão aceitáveis pelos limites das normas técnicas aplicáveis, muitas vezes até superando o desempenho das argamassas comuns [21].

Além das argamassas, as propriedades dos tijolos de solo-cimento fabricados com resíduos de construção também atendem as normas brasileiras. Ferraz e Segantini [22] concluíram que o tijolo de solo-cimento atende as normas brasileiras e é viável para ser produzido.

A utilização de resíduo de argamassa de cimento melhorou o comportamento mecânico dos tijolos solo-cimento, assim como também possibilitou uma economia no uso de cimento [22].

Castro et al. [23] estudou a possibilidade de adição mineral de pozolana na produção de cimento. O mineral foi obtido a partir de resíduos de cerâmica vermelha. O resultado foi um cimento que atendeu aos requisitos químicos e físicos das normas, assim como teve um desempenho mecânico superior ao dos cimentos atualmente comercializados.

Embora os exemplos anteriores de aplicações do RCC englobem somente resíduos de Classe A, o gesso, considerado de Classe B, é um resíduo que também pode ser reciclado e que apresenta aplicações úteis e interessantes. O gesso pode ser utilizado no cimento, como aditivo na produção de sínter nas usinas siderúrgicas e até como adubo [24].

Na fabricação do cimento, o gesso pode ser adicionado para atuar como retardante de pega. Quando necessário, adiciona-se gesso na proporção de 5%. Ainda na indústria da construção, o gesso pode ser reincorporado em placas de drywall ou em outros artefatos de gesso. Além desses usos, o gesso ainda pode ser reaproveitado na agricultura como fertilizante ou na correção de solos [24].

Tendo em vista que a maior parte do RCC é de Classe A e que esta é reciclável, podemos afirmar que a indústria construtiva tem uma grande capacidade de reduzir seu impacto ambiental através da reutilização e reciclagem dos RCC.

5. Redução do impacto ambiental provocado pela reutilização do RCC

A Indústria da Construção Civil tem grande potencial de conter os impactos ambientais por ela causados, principalmente com relação aos impactos ocasionados pela geração dos resíduos da construção. A reciclagem do RCC evita que esses tenham destinação inadequada, diminui a extração de matéria-prima, além de ajudar na captação e armazenamento de CO₂.

A principal redução de impacto ambiental provocado pela reciclagem do RCC está no ato de evitar que esses sejam dispostos irregularmente. Muitos municípios ainda encaminham seus RCC para lixões [3]. Os resíduos depositados nos lixões e aterros rapidamente os lotam. Além disso, pequenos geradores dispõem RCC em vias, valas, cursos d'água e terrenos baldios, o que causa enchentes, assoreamentos, proliferação de vetores de doenças, enchentes e poluição visual. Reutilizá-los evita essas formas de disposição irregulares [16].

Outro meio de amenizar os impactos ambientais do RCC está na sua introdução na indústria cimentícia. Esta é uma grande consumidora de matéria-prima mineral. Alguns estudos, como o de Castro et al. e Galbenis e Tsimas [7,23], já citados neste estudo, discutem a fabricação de cimentos compostos de RCC. Um resíduo com composição mineralógica adequada ao cimento que se deseja produzir é adicionado durante o processo de fabricação.

Atualmente a indústria cimentícia utiliza o gesso na fabricação do cimento. Reaproveitar o gesso do RCC é uma outra forma de frear a extração de recursos naturais. Outra possibilidade da indústria construtiva, no geral, está na substituição dos agregados minerais por agregados reciclados, dessa forma, evita-se a extração de minerais nas jazidas.

A areia e a pedra britada são os agregados mais explorados no Brasil [16]. Em 2016 a produção de areia foi de 312 milhões de toneladas, já a produção de brita e cascalho estimada pelo consumo de cimento Portland e asfáltico foi de 236,4 milhões de toneladas [25].

O reaproveitamento dos RCC ainda traz outro benefício ao meio ambiente. Sua reintrodução no ciclo construtivo permite a captação de CO₂. Estima-se que 270 kg de CO₂ podem ser sequestrados se 1 tonelada de RCC for completamente carbonatada, entretanto, apenas 11 kg de CO₂ podem ser absorvidos por cada tonelada de agregado de concreto triturado. Kaliyavaradhan [26] pondera que estudos mais avançados sobre o tema precisam ser feitos, mas os resultados já indicam o potencial do RCC em captar CO₂.

Devido a substituição do agregado natural pelo agregado reciclado, a tendência é que a produção de agregados naturais diminua com o tempo. Essa substituição é incentivada por novos estudos, legislação e normatizações sobre o tema.

Em resumo, a indústria da construção tem diversas formas de reduzir as agressões ambientais provocadas pelo RCC, seja utilizando agregados reciclados, seja utilizando o RCC como aditivo mineral, seja na utilização dos resíduos para a captação de CO₂.

6. Considerações finais

A indústria da construção utiliza largamente o cimento e os agregados minerais. Durante as obras, um grande volume de resíduos com esses e outros componentes são gerados. A extração da matéria-prima, a energia gasta e a liberação de CO₂ para a fabricação do cimento causam um alto impacto ambiental. Além desses, tanto sua fabricação quanto a produção de agregados minerais e a geração de RCC também são atividades altamente nocivas ao meio ambiente. Com isso, há que se refletir e tomar medidas para que esses resíduos sejam reaproveitados sempre que possível para reduzir as agressões ao meio ambiente.

As alternativas de redução do impacto do RCC foram objeto desse estudo. Chegou-se à conclusão de que os RCC gerados no Brasil possuem alta capacidade de reaproveitamento, principalmente por sua composição, que é em sua maior parte de

Classe A e por que há diversas alternativas viáveis para isso. Os RCC podem ser reaproveitados no próprio canteiro de obras, passar por beneficiamento em usinas fixas ou móveis ou ser utilizado na indústria de adubos, cimentícia ou siderúrgica.

Para que se atinja um ótimo nível de reciclagem e reaproveitamento do RCC, como o de alguns países europeus, que chegam a reciclar até 80% do seu resíduo, é necessário que os RCCs sejam utilizados mais amplamente e mais usinas de beneficiamento sejam instaladas pelo país. A quantidade de usinas existentes no país é ínfima, principalmente se for considerado o grande volume de RCC gerados.

No que tange à contribuição da comunidade científica, ainda há muito para se pesquisar sobre o tal resíduo. Faltam mais estudos para abordar outras formas de utilização do RCC, como ele atende as normas técnicas ou como pode ser tratado para que atenda e como pode ser utilizado para reduzir ainda mais os impactos causados por sua geração, a saber: a utilização de agregados reciclados para a captação de CO₂.

Ressalta-se a importância de políticas públicas municipais voltadas ao reaproveitamento, de modo a incentivar os pequenos e grandes geradores.

7. Referências

- [1] IEA. *International Energy Agency Cement Technology Roadmap 2009 – Carbon emissions reductions up to 2050*. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.
- [2] CHAVES, W. A. C.; MORAIS V. S.; OLIVEIRA, P. C.; EVANGELISTA, W. L. *Análise de indústrias cimenteiras e seus impactos socioambientais*. VII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG. 2014.

- [3] ABRECON. Associação Brasileira para *Reciclagem de Resíduos da Construção. Pesquisa Setorial da Reciclagem de Resíduos da Construção 2014/2015*. 2015. Relatório 2. 26 p.
- [4] FREITAS, L. de. *Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil*. 2018. Disponível em: <https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-de-residuos-solidos-da-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 04 set. 2019.
- [5] BRASILEIRO, L.L.; MATOS J. M. E. *Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil*. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 04 set. 2019.
- [6] ULSEN, C. *Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição*. 2011, 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [7] GALBENIS, C.; TSIMAS, S. *Use of construction and demolition wastes as raw materials in cement clinker production*. *China Particuology*, v. 4, n. 2, abril 2006.
- [8] EURECICLO. *Tudo o que você precisa saber sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*. Disponível em: <http://blog.eureciclo.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs/>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- [9] BRASIL. *Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Brasília Diário Oficial da União, de 3 de agosto de 2010, s.I, p. 3.
- [10] JORNAL NACIONAL. *Nove anos após Lei de Resíduos Sólidos, coleta de lixo não melhora no Brasil*. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/08/05/nove-anos-apos-lei-de-residuos-solidos-coleta-de-lixo-nao-melhora-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- [11] IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa*. Brasília, 2012.
- [12] AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. *Municípios relatam dificuldades para cumprir política de resíduos sólidos*. 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/585798-municipios-relatam-dificuldades-para-cumprir-politica-de-residuos-solidos/>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- [13] PMRJ. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. PMGIRS*. Rio de Janeiro, 2015.
- [14] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002*. Brasília. Diário Oficial da União, de 17 de julho de 2002, seção I, p. 95-96.
- [15] CNM. Confederação Nacional de Municípios. *Política de Resíduos Sólidos completa nove anos e Municípios ainda têm dificuldades para executar lei*. 2019. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/politica-nacional-de-residuos-solidos-completa-nove-anos-e-municipios-ainda-tem-dificuldades-para-implementar-lei#:~:text=A%20falta%20de%20recurso%20financeiros,setor%20empresarial%2>

- [C%20sociedade%20e%20Munic%C3%A Dpios](#). Acesso em: 21 ago. 2020.
- [16] MOTTA, R. S. *Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimento de baixo volume de tráfego*. 2005, 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- [17] BOHNENBERGER, J. C.; PIMENTA, J. F. de P.; ABREU, M. V. S.; COMINI, U. B.; CALIJURI, M. L.; MORAES, A. P. de; PEREIRA, I. S. *Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério*. Ambiente construído, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, Mar. 2018.
- [18] FREITA, C. L. V. e; SANTOS, V. M. L. dos; SANTOS JÚNIOR, J. E. dos; SILVA, T. C. C. da. *Reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD): um estudo de caso na usina de beneficiamento de resíduos de Petrolina-PE*. Revista de Gestão Social e Ambiental. São Paulo, v. 10, n. 1, p. 93-109, jan. 2016.
- [19] PINTO, T. P. *Reciclagem no canteiro de obras – responsabilidade ambiental e redução de custos*. Revista Técnica. n. 49, p.64-68. nov/dez 2000.
- [20] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.
- [21] OLIVEIRA, B. T. *Uso de resíduos de construção e demolição em argamassas para revestimento de alvenaria*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. 68 f.
- [22] FERRAZ, A. L. N.; SEGANTINI, A. A. S. *Engenharia sustentável: aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento*. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 5, 2004, Campinas.
- [23] CASTRO, A. L., SANTOS, R. F. C., GONÇALVES, K. M.; QUARCIONI, V. A. *Caracterização de cimentos compostos com resíduo da indústria de cerâmica vermelha*. Cerâmica. São Paulo, v. 63, n. 365, p. 65-76, mar. 2017. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132017000100065&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10 set. 2020.
- [24] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. *Resíduos de Gesso na Construção Civil - Coleta, armazenagem e reciclagem*. São Paulo, jul. 2012. Disponível em: <https://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/ResiduosdeGessonaConstrucaoCivil.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- [25] BRASIL. Agência Nacional de Mineração (ANM). *Sumário Mineral 2017*. Brasília, v. 37, 2019.
- [26] KALIYAVARADHAN, S.K.; LING, T.C. *Potential of CO₂ sequestration through construction and demolition (C&D) waste – An overview*. Journal of CO₂ Utilization. p. 234-242. Jun. 2017. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221298201730207X>. Acesso em: 10 set. 2020.



Revisão dos modelos de compatibilização BIM presentes no mercado

Review of BIM Coordination Models Available in the Market

SOUZA, Phelipe¹; FIGUEIREDO, Karoline².

¹ Especialista em Planejamento, Gestão e Controle De Obras Civis, Rio de Janeiro – RJ.

² Doutora em Engenharia Ambiental, PEA, UFRJ, Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Compatibilização BIM
 Softwares BIM

Key word:
 BIM Coordination BIM
 Software

Resumo:

A compatibilização de projetos é uma fase muito importante na concepção de edificações e que pode trazer muitos problemas para a fase de construção, caso não seja bem executada. Por isso, existe uma grande necessidade de se utilizar e aperfeiçoar sistemas de compatibilização, que sejam capazes de integrar as diversas áreas de conhecimento na concepção dos projetos de construção civil. O objetivo deste trabalho é mapear os modelos de compatibilização presentes no mercado, focando nos softwares baseados na metodologia BIM. Isso porque acredita-se que essa metodologia tem o poder de facilitar todas as fases de concepção de projetos de construção, embora ainda exista muito a ser explorado sobre isso na construção civil brasileira. A metodologia utilizada no presente estudo se concentra na elaboração de uma revisão de literatura e um levantamento de programas computacionais existentes, elucidando suas aplicações. A partir da presente pesquisa, foi possível identificar os impactos relacionados a compatibilização dos projetos utilizando a tecnologia BIM, além de comparar o grau de desenvolvimento da tecnologia no Brasil com a de outros países. Espera-se, então, contribuir para a disseminação da aplicação de BIM com o foco em compatibilização de projetos no cenário brasileiro.

Abstract

Project coordination is a very important phase in the design of buildings and can cause many problems during the construction phase if not well executed. Therefore, there is a great need to use and improve coordination systems that are capable of integrating the various areas of knowledge in the design of civil construction projects. The objective of this work is to map the coordination models available in the market, focusing on software based on the BIM methodology. This is because it is believed that this methodology has the power to facilitate all phases of construction project design, although there is still much to be explored about this in Brazilian civil construction. The methodology used in this study focuses on the preparation of a literature review and a survey of existing computer programs, elucidating their applications. From the present research, it was possible to identify the impacts related to project coordination using BIM technology, in addition to comparing the degree of development of the technology in Brazil with that of other countries. It is hoped, then, to contribute to the dissemination of the

1. Introdução

Tradicionalmente, os projetos da construção civil eram desenvolvidos apenas através dos desenhos bidimensionais (planos, elevações, cortes, entre outros), podendo ser realizados a mão ou com o apoio de programas computacionais baseados no CAD 2D, metodologia que facilita a realização dos projetos técnicos por meio do uso do computador. Uma evolução dos softwares CAD 2D foi o CAD 3D, o qual consiste na representação do projeto em diferentes vistas em três dimensões (largura, profundidade e altura).

Contudo, durante a elaboração dos projetos, há uma eventual ocorrência de alterações, o que pode acarretar grandes dificuldades quando a metodologia CAD é utilizada, pelo fato de toda alteração precisar ser feita de forma manual. É possível, ainda, que surjam muitos erros e inconsistências ao longo do projeto, quando se considera todo o retrabalho associado à alteração de toda documentação, quando alguma modificação de projeto é necessária. [1].

A compatibilização de projetos é um processo que deve obrigatoriamente estar no desenvolvimento dos projetos de construção [2]. Esse processo refere-se à sobreposição e comparação de várias disciplinas relacionadas à construção civil. Procura-se, então, identificar conflitos e interferências existentes entre as disciplinas, além de coordenar a informação entre as partes envolvidas, através, por exemplo, de reuniões para solucionar as inconformidades [3].

Quando se utiliza a metodologia CAD na concepção de projetos, a coordenação e compatibilização das diferentes disciplinas usualmente são feitas se sobrepondo manualmente os desenhos realizados em duas dimensões. Isso é feito com o objetivo de se verificar as inconsistências existentes, além de determinar os conflitos e os eventuais

problemas que possam ocorrer na fase de construção da obra [4]. Porém, é sabido que muitos erros só são percebidos já no canteiro de obras, o que gera retrabalho e um aumento no custo e no prazo do projeto.

O processo de compatibilização tem sido uma grande preocupação das empresas e de estudos acadêmicos, sendo uma atividade destacada do processo de desenvolvimento dos projetos, assim como a coordenação de projetos [5]. A coordenação de projetos deve ser a atividade capaz de assistir todos os projetistas envolvidos no processo com diretrizes bem definidas e documentos atualizados, além de detectar e compatibilizar os problemas de interface entre os distintos projetos. Esse processo deve ser realizado antes do início da obra, tendo como resultado um conjunto de documentos que atendam em sua totalidade a concepção proposta ao projeto arquitetônico e os meios para a sua produção [6].

Demandas que exigem maior arranjo físico, mais profissionais qualificados e uma diversificação maior das técnicas que as já existentes, podem impactar em uma série de falhas construtivas do projeto que poderão persistir até a fase de execução da edificação, implicando em impactos como atrasos de cronograma, retrabalhos e erros de execução [7]. Por isso, é de suma importância a pesquisa em metodologias que permitam uma melhor comunicação entre as disciplinas relacionadas ao projeto e que reduzam as interferências, as quais, muitas vezes, só são percebidas no canteiro de obras.

Nesse contexto, surge a metodologia *Building Information Modeling* (BIM), considerada uma evolução do CAD. O BIM, que pode ser traduzido como a modelagem da informação da construção, é baseado na tecnologia paramétrica que armazena as informações sobre a construção dos projetos em um banco de dados integrado ao modelo

digital. Com isso, a metodologia BIM permite uma atualização constante e automática do projeto, o que acontece de forma dinâmica. O projeto é feito em modelagem tridimensional, e todas as vistas e cortes são gerados automaticamente. Caso alguma alteração precise ser realizada na modelagem, toda a documentação e todas as vistas são atualizadas automaticamente e de forma instantânea, o que diminui o retrabalho e a possibilidade de erros. Assim, o modelo BIM 3D resultante é uma representação digital paramétrica da edificação, rica em dados do projeto e automatizada [8].

O projeto em BIM, também conhecido como modelo de informação da construção, caracteriza a geometria, as interações espaciais, os quantitativos e propriedades dos elementos construtivos, além das estimativas de custos, estoques dos materiais e o cronograma do projeto. Dessa forma, pode-se extrair, isolar e compatibilizar com uma facilidade maior as suas informações em qualquer momento do ciclo de vida do projeto, dado que a sua interface se caracteriza por ser um ambiente integrado com a representação mais precisa [1].

Entretanto, ainda existe muito a explorar sobre esse conceito no cenário brasileiro de construção. O Brasil passa por um momento de transição do ponto de vista da concepção de projetos. Embora haja profissionais que já adotem a tecnologia BIM, ainda existem muitos profissionais vinculados ao uso do sistema em CAD, constatando que no país se utiliza muito pouco da capacidade BIM nos processos dos projetos [9].

A presente pesquisa tem como finalidade indicar com clareza as diferenças existentes na compatibilização dos projetos utilizando a metodologia BIM. O objetivo geral deste trabalho é mapear alguns softwares presentes no mercado que proporcionam a integração entre os modelos existentes e identificar, a partir da revisão de literatura, os impactos relacionados a compatibilização dos projetos utilizando a tecnologia BIM 3D. Com isso, espera-se que esta pesquisa possa elucidar a importância da utilização de um sistema de

compatibilização integrado às diversas áreas de concepção dos projetos na construção civil.

2. Referencial Teórico

O conceito BIM pode ser rastreado desde o início da década de 1960, enquanto a modelagem começou a surgir nas décadas de 1970 e 1980 [10]. A linguagem computacional, que faz parte da metodologia BIM, começou a ser desenvolvida na década de 1990, porém a implementação eficiente do BIM (em plena capacidade) em diferentes níveis nas empresas e em vários países continua sendo um desafio [11].

Durante quase duas décadas, as vantagens relacionadas ao BIM na literatura tem incentivado a adoção pela indústria, onde as vantagens podem ser mensuráveis, incluindo tópicos como: prática arquitetônica enxuta, gestão de instalações e controle de custos [12].

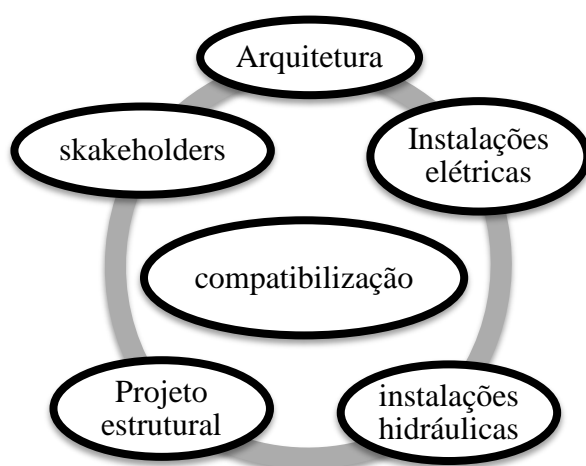
A compatibilização dos projetos é uma atividade de gerenciar e integrar os projetos correlatos, visando o ajuste entre os mesmos e conduzindo-os para a obtenção dos padrões de qualidade determinados para a obra [13]. A compatibilização pode ser compreendida em cinco esferas: estratégica do projeto, mercadológica, de viabilidade econômica, construtibilidade e fluxo da operação. No nível estratégico, temos características que devem ser respeitadas, como o cronograma proposto, os custos previstos, o foco na satisfação do cliente e o respeito à padronização do produto final. No nível mercadológico, temos características como o foco nos projetos para o cliente final, com representações gráficas e memoriais descritivos dos projetos atendendo aos requisitos do cliente. Sobre os aspectos de viabilidade técnico-econômica, é importante levar em consideração as análises de indicadores de consumo de materiais, de custos e de produtividade. Já em relação a aspectos de construtibilidade, é importante que seja atingido o objetivo da compatibilização do projeto que fora

proposto. Por fim, em relação à esfera de fluxo da operação, é importante fazer cumprir os prazos dos cronogramas, dar divulgação por meio de processo compartilhado e não liberar desenhos com pendências [14].

A falta de integração e coordenação dos desenhos, além de desenhos cada vez mais complexos, favorecem aos erros na integração das disciplinas e proporcionam problemas futuros na qualidade final do serviço [15]. Podemos encontrar problemas futuros relacionados, por exemplo, a conflitos entre instalações hidráulicas, instalações elétricas, elementos estruturais e arquitetônicas [16]. Além disso, é importante levar em consideração a coordenação das informações entre as partes envolvidas durante esse processo de compatibilização. Essas partes envolvidas, também chamadas de *stakeholders*, são um conjunto de entidades ou pessoas com interesses em seus resultados, que podem afetar de forma direta ou indireta, positivamente ou negativamente, o planejamento e a execução do projeto [17].

A fim de ilustrar tudo o que deve ser levado em conta durante o processo de compatibilização, a Figura 1 foi desenvolvida.

Figura 1- Mapa mental das disciplinas envolvidas na compatibilização do projeto.



Fonte: O autor

Além do aperfeiçoamento no processo de compatibilização, podemos citar outros

benefícios advindos do uso do BIM, como o fato de a informação ser compartilhada com mais facilidade entre os profissionais, a melhor concepção da proposta para a construção e o fato de as propostas poderem ser melhores compreendidas pelo cliente, de uma forma visual, através da modelagem 3D [18]. Além disso, conforme Carvalho [19], podemos elencar outras vantagens da tecnologia BIM: visualização do projeto com mais agilidade e maior precisão, correções automáticas quando são efetuadas alterações no projeto, obtenção de estimativas de custos durante a fase de projeto e melhoria da eficiência energética e da sustentabilidade das construções.

Comprovadamente, as modelagens paramétricas em 3D, geradas através de softwares BIM, podem proporcionar uma redução de custos de elaboração (redução de tempo) de aproximadamente 80% a 84%, além de um potencial ganho de produtividade estimado em 15% a 41% em horas para a produção de desenhos [20]. As decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são importantes, atribuindo a essas etapas a principal participação na redução dos custos de falhas no empreendimento [21], conforme representado na Figura 2.

Figura 2- Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.



Fonte: Melhado [21].

Um estudo realizado por Kaner [22] apresenta a vantagem alcançada com a utilização do BIM. No empreendimento

construído e utilizado como estudo de caso, a metodologia BIM e, com isso, a eficiência na elaboração dos projetos foi imensa. Além disso, não foi necessário nenhum reparo construtivo durante a obra devido a erros relacionados a compatibilização dos desenhos técnicos.

3. Projeto Integrado

Os projetos presentes na construção são um resultado de sistema que pode envolver organizações distribuídas, com profissionais de várias áreas com múltiplas habilidades, além de leigos com seus fundamentos e visões a respeito do projeto exigido, querendo a efetiva colaboração. Dessa forma é importante uma coordenação responsável pela consolidação do projeto e pela integração dos desenhos ou modelos [13].

Importante destacarmos a importância da interoperabilidade entre os softwares BIM utilizados. A interoperabilidade é a capacidade do sistema em se comunicar de forma transparente, representada por uma linguagem comum e aberta entre os softwares de diferentes fabricantes. Isso é importante de ser levado em consideração porque, quando se fala em compatibilização de projetos, é possível que diferentes profissionais estejam envolvidos no desenvolvimento de um mesmo projeto e que utilizem programas computacionais diferentes para desenvolverem o modelo de suas respectivas disciplinas. Este problema tem sido discutido desde a década de 1990, quando a *Industrial Alliance for Interoperability* (IAI) foi criada para permitir a interoperabilidade entre softwares na indústria da construção [23]. Essa organização desenvolveu o formato IFC, um formato de arquivo aberto e não-proprietário, que permite aos fornecedores de software criar aplicativos interoperáveis, permitindo a troca de informações de projetos entre diferentes programas computacionais, de diferentes fabricantes [24]. O projeto é compatibilizado essencialmente, então, através de ferramentas integradoras, uma vez que a identificação das interferências e a resolução das pendências e conflitos são

encontradas e sinalizadas automaticamente pelo programa computacional [9].

Podemos destacar alguns softwares, os quais se enquadram nesse formato e proporcionam a compatibilização dos projetos. Eles estão citados a seguir:

- **Revit**

Ferramenta que permite realizar o estudo de insolação, uso de energia, entre outras facilidades. Facilita a simulação de várias opções de construção, economizando material e tempo de obra [25].

- **ArchiCAD**

Software de projeto arquitetônico com a proposta de abordar a atividade de projeto da perspectiva do arquiteto. Permite que o arquiteto concentre os esforços na concepção formal e soluções espaciais e técnicas e o software gerencia a documentação do projeto[26].

- **TQS**

Software envolvendo elementos de concreto armado, protendido e alvenaria estrutural, sendo caracterizado pela integração dos sistemas de lançamento da estrutura até a documentação. [27].

- **EBERICK**

Gera detalhamento de alta qualidade, analisa, dimensiona e compatibiliza em uma única plataforma [28].

- **Qibuilder**

Solução para integrar os projetos elétrico, hidráulica, incêndio, gás e acabamento [28].

- **Solibri Model Checker**

Possui como característica analisar modelos BIM com um conjunto de regras a fim de reconhecer e avisar de potenciais problemas, conflitos ou violações que possam vir a existir num determinado modelo [29].

- **Synchro**

Ferramenta utilizada em projetos construtivos complexos, composta por

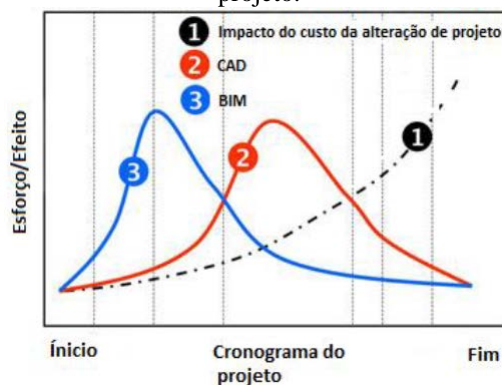
módulos de cronograma, visualizador de modelo, banco de dados, servidor e computação em nuvem [13].

- **Naviswork**

Importa arquivos e faz a análise de interferências por meio de objetos animados. O programa tem a tarefa de coordenação, gerenciando e controlando as interferências até suas respectivas soluções. [30].

Baseado em tudo o que já fora exposto, entende-se que o BIM se concentra em resolver todos os problemas de projeto na fase inicial e de concepção e detalhamento, diminuindo os custos nas demais fases [31]. Na figura 3 a seguir, podemos comparar o grau de esforço/efeito versus o cronograma do projeto com a utilização do processo em BIM e do processo em CAD. Observamos que o impacto do custo da alteração do projeto só aumenta, quanto mais o projeto avança no tempo. Por isso, o ideal é que qualquer alteração seja feita ainda nas fases preliminares de projeto. Com a utilização do BIM, existe um esforço maior nas fases preliminares, mas essa necessidade de esforço diminui com o tempo. Isso está intimamente ligado ao fato de que as mudanças ocorridas na concepção BIM proporcionam menores custos nas suas alterações, pois permitem a antecipação de tomadas de decisões e suas respectivas correções no projeto, proporcionando a redução de custos e melhoria na qualidade final da construção.

Figura 3 - Relação entre o Esforço e Cronograma de projeto.



Fonte: Freitas [32].

4. Cenário atual

Como a indústria da construção é uma indústria fragmentada, com vários stakeholders, cada um com diferentes valores e necessidades, e usando distintas plataformas, a compatibilidade deve ser cuidadosamente investigada [12]. Fator crítico para a implementação bem-sucedida do BIM: a liderança nacional e a coordenação para maximizar a eficiência e evitar muitos problemas criados por partes fragmentadas e desconexas relativas as abordagens. Essa liderança deve ser impulsionada por entidades governamentais, com a participação das principais indústrias, como grandes clientes do setor privado, empreiteiros e associação dos profissionais [33].

Em vários países, o uso do BIM é incentivado por meio de pressões políticas e estruturas legais, como licitações, enquanto em outros países a aplicação do BIM ainda está atrasada. É necessário desenvolver instrumentos legais a fim de padronizar a propriedade do modelo e a responsabilidade, obrigações e taxas de dados. Isso facilitará a implementação do BIM para projetos de forma de edifícios existentes e aumentar a segurança dos dados e a confiança dos usuários [34].

Pesquisa realizada pelo instituto RICS, em 2010, no Reino Unido e nos Estados Unidos mostra que 10% dos profissionais das empresas utilizavam o BIM regularmente, sendo 29% tendo envolvimento limitado com o BIM, 61% dos profissionais das empresas não tinham envolvimento com o BIM. Apenas 4% das empresas investiam regularmente em treinamentos BIM e apenas 10% avaliam ativamente as ferramentas BIM [10].

A indústria norte-americana cresceu de 17% em 2007 para 71% em 2012, demonstrando que a região está liderando em escala global [35].

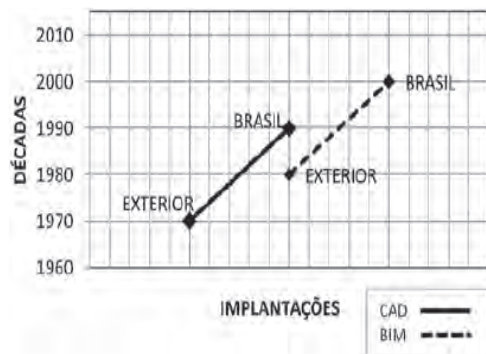
No Brasil estima-se que apenas 9,2 % das empresas relacionadas do setor da construção utilizam o BIM nas suas rotinas de trabalho. O Comitê estratégico de Disseminação do

BIM, criado em 2017, estipulou metas de implantação para disseminação de estratégias para que a partir de janeiro de 2028 o processo em BIM faça parte de todo o ciclo e vida da obra, incentivando assim o uso no país [36].

Conforme Nardelli [37], a implantação BIM no Brasil nunca foi assumida como uma questão importante por meio da implantação de medidas coordenadas pelo governo federal, com metas a curto, médio e a longo prazos estabelecidas em conjunto com a cadeia produtiva. Já segundo Andrade [9], as publicações em eventos como nos Seminários de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil e no Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios só começou a ter artigos publicados relacionados a terminologia BIM a partir do ano de 2007.

Na figura 4, podemos perceber que tanto a metodologia CAD quanto a metodologia BIM, no Brasil, só começaram a ser utilizadas 20 anos depois em relação aos outros países. Dessa forma, podemos mensurar de forma cronológica o quanto o país está atrasado.

Figura 4 - Comparação entre CAD e BIM relativo ao início das suas implementações no Brasil e no Exterior.



Fonte: Menezes [38].

5. Análise de Casos

A partir de uma extensa pesquisa bibliográfica, foi possível explicitar alguns estudos de caso interessantes, apresentando os conflitos encontrados na fase de projeto. Para isso, foi organizada uma tabela relacionando o nome do projeto utilizado, o autor do

trabalho acadêmico e o número de interferências de compatibilização que ocorrem em um projeto de construção civil de obras residenciais (condomínio e edifícios). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Trabalhos levantados e os respectivos números apontados com de erros relativos a compatibilização.

Projeto	Autor	Conflitos Encontrados na Fase de Projetos
One Island East, Hong Kong, China	Azhar, Salman. 2007 [1]	Mais de 2000 conflitos e erros identificados.
Hilton Aquarium, Atlanta, Georgia	Azhar, Salman. 2007 [1]	590 conflitos entre componentes estruturais e instalações
Condomínio Jardim Genebra, Brasil	Praia P, 2019. [3]	107 interferências, sendo principalmente entre elementos estruturais e arquitetônicos
Edifício Comercial Santa Maria, Brasil	Praia P, 2019. [3]	386 conflitos entre elementos estruturais, arquitetônicos.
Edifício residencial Privilege Residence, SC, Brasil.	Volpato, 2015. [39]	39 incompatibilidades, dentre elas as principais foram conflitos entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural.
Residência unifamiliar	Guimarães, 2019. [28]	392 interferências envolvendo principalmente o trabalho arquitetônico e o estrutural

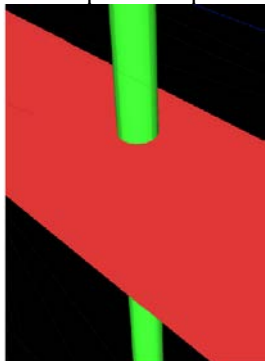
Fonte: Autor, 2020.

Conforme os números apresentados na Tabela 1, os erros de compatibilização podem variar de acordo com o projeto e soma-se a isso a dificuldade de visualizar e compatibilizar todas as falhas existentes e tornam-se mais complicadas principalmente quando os problemas são pouco visíveis.

Nesse aspecto, podemos mencionar a ferramenta de detecção de choques e interferências conhecida como *clash*

detection. Essa ferramenta está presente no software Navisworks e permite a detecção automática de interferências geométricas, combinada com análises baseadas em regras e parâmetros, proporcionando assim uma detecção mais qualificada e estruturada [3]. Com a utilização desse modelo de ferramenta, a coordenação do trabalho e análise dos conflitos entre as diversas áreas podem ser feitas de maneira mais seletiva. Devido a variação de erros que pode ocorrer em um projeto e, ainda, um cronograma reduzido para a sua entrega, é de suma importância a utilização de uma ferramenta que facilite esse processo de compatibilização de forma automática e visual. Uma situação que podemos exemplificar são os eletrodutos passando pelo interior de vigas que iriam para as lajes, erro que caso só fosse observado no canteiro de obras, iria gerar retrabalho com desperdício de tempo, materiais e mão de obra, conforme ilustrado na Figura 5 a seguir. [7].

Figura 5 - Eletroduto passando pelo interior da viga.



Fonte: Marsico et al [7].

Ainda é possível observar, com a análise dos trabalhos, que à medida que o número de pessoas envolvidas no trabalho aumenta, o número de conflitos em cada etapa no processo construtivo também tende a aumentar. Em algumas situações como as ocorridas na modelagem das janelas do Parliament Hill do Canadá, de arquitetura gótica, o gerenciamento de projetos e as estratégias aplicadas foram muito relevantes, pois mesmo com inovadoras abordagens, os métodos não podiam ser reproduzidos no software BIM mais popular, como o

Autodesk Revit [40]. Foi necessário que os dados fossem agrupados para que se pudessem ser inseridos nos softwares existentes e para que a toda transformação de dados fossem realizadas de forma semi-humana [41].

Alguns autores descrevem o uso do BIM em diferentes contextos como um sistema multidisciplinar, mas a sua adequação e compatibilidade não foram examinados em diferentes casos complicados [42],[43]. Algumas compatibilizações são discutidas em sistemas de informações, como tolerâncias e falhas [44]. A compatibilização através da parametrização permite a melhoria do design com redução de erros, pois antecipa as definições do projeto e, desta forma, evita problemas em fases futuras, onde as modificações geralmente geram consequências maiores [45]. Além disso, a utilização do BIM nesse processo permite a facilidade de visualização, proporcionando soluções de design mais inteligentes, facilita as modificações de design através da parametrização de objetos e, por fim, resulta em menores conflitos e maiores produtividades durante a construção. Sendo assim, a eficácia dessa aplicação é frequentemente vista em termos de redução de atrasos no projeto [4].

A seguir, na **Tabela 2**, pontuam-se alguns benefícios resultantes do uso das ferramentas de compartilhamento e de integração no processo do projeto em BIM.

Tabela 2 - Benefícios do recurso BIM.

Critério	Ferramenta integradora	Ferramenta compartilhadora
Integração	Gera um modelo consolidado a partir de múltiplos modelos de informação.	Todos os envolvidos estão conectados automaticamente.
Colaboração	Centraliza as informações e gera maior consistência dos dados	Atualiza, importa e exporta modelos/arquivos do banco de dados

Coordenação	Suporte nas tomadas de decisões técnicas e gerenciais	Comunicação em tempo real
Análise	Identificação de interferências	Análise do fluxo de informações
Documentação	Emitir relatórios de conflitos	Compartilhamento de documentos técnicos, arquivos diversos e notificações
Navegação	Permite ao usuário interagir com e dentro do modelo.	Suporte na coalizão de interesses

Fonte: Rushel [13].

Uma pesquisa realizada pela empresa editora educacional americana McGraw-Hill, em 2009, forneceu um dado sobre a adoção da tecnologia BIM: 72% dos usuários relataram um efeito positivo na qualidade de seus processos no projeto e 62% desses usuários o usam em mais de 30% de seus projetos [34].

Em contrapartida, também existem dificuldades a serem enfrentadas [18], conforme listado a seguir:

- Necessidade de modelos de processos de construção transacionais e bem definidos para eliminar problemas de interoperabilidade de dados;
- Necessidade de estratégias práticas bem desenvolvidas para a troca proposital e integração de informações significativas entre os componentes do modelo BIM;
- Parametrização dos dados bem definidos;
- Ausência de uma normatização da utilização da metodologia.

5. Considerações Finais

A implementação da tecnologia BIM, associada ao processo de compatibilização de projetos, está em constante aperfeiçoamento.

Mesmo em outros países em que a metodologia BIM é mais disseminada, o processo está ocorrendo principalmente devido a incentivos políticos e legislativos, mas ainda existe a necessidade de uma mudança de filosofia de trabalho por parte dos profissionais relacionados ao setor da construção. Porém, com a tendência do ganho de competitividade proporcionada pela implementação da tecnologia e com o estabelecimento das normatizações, as empresas deverão adotar com maior facilidade e implementarão o sistema em sua total potencialização, incluindo as empresas brasileiras.

O objetivo da pesquisa foi demonstrar a importância da compatibilização e do uso do BIM nesse processo, através do levantamento bibliográfico, da avaliação de estudos de casos já publicados e da avaliação de programas computacionais já existentes. Foi possível sintetizar e exemplificar os erros que ocorrem durante a fase de projetos e que, muitas vezes, persistem até o canteiro de obras, quando o processo de compatibilização não é eficaz, acarretando atrasos no cronograma e retrabalhos. Por fim, o trabalho mapeou e sintetizou alguns softwares presentes no mercado, que são compatíveis com a tecnologia BIM, e proporcionam a adequada compatibilização entre as disciplinas.

Espera-se que a presente pesquisa possa contribuir com a disseminação da metodologia ao demonstrar os benefícios que são gerados com um projeto bem realizado com sua respectiva compatibilização. Além disso, espera-se que novas pesquisas surjam sobre essa temática, com foco na aplicação no cenário brasileiro, para que possamos acompanhar o desenvolvimento visto em outros países.

6. Referências

- [1] AZHAR, S. *Building Information Modeling (BIM): a new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects*, First

- Int. Conf. Constr. Dev. Ctries., vol. 1, p. 435–446, 2008, [Online]. Available at: <http://www.arc.gov.au/general/impact.htm>.
- [2] OLIVEIRA, M. *Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes*, PPGA/UFRGS, 1999.
- [3] PRAIA, P. *A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso*, p. 180, 2019, [Online]. Available at: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35215>.
- [4] CHELSON, D. E. *The Effects of Building Information Modeling on construction site productivity*, Antimicrob. Agents Chemother., vol. 58, n° 12, p. 7250–7, dez. 2014, doi: 10.1128/AAC.03728-14.
- [5] FERREIRA, R. C. “Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações”, p. 160, 2007, [Online]. Available at: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09012008-144142/pt-br.php>.
- [6] PICORAL, R. “Método de gerência de documento, uma contribuição na atividade de coordenação de projetos”, p. 1499–1512, 2002.
- [7] MARSICO, M. L.; MEDEIROS, R. de; DELATORRE, V.; COSTELLA, M. F.; JACOSKI, C. A. “Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações”, Iberoam. J. Ind. Eng., vol. 17, p. 19–41, 2017.
- [8] GAO, H.; KOCH, C.; WU, Y. “Building Information Modelling based building energy modelling: A review”, Appl. Energy, vol. 238, n° December 2018, p. 320–343, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.01.032.
- [9] ANDRADE M. L. RUSCHEL, R. C. “BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências”, Simpósio Bras. Qual. do Proj. no Ambient. Construído, n° October 2015, p. 602–613, 2009, doi: 10.4237/sbqp.09.166.
- [10] SMITH, P. “BIM & the 5D project cost manager”, Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 119, p. 475–484, 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.053.
- [11] LAAKSO, P. “The IFC standard: a review of history, development, and standardization, information technology”, 2012.
- [12] SHIROWZHAN, S.; SEPASGOZAR, S. M. E.; EDWARDS, D. J.; LI, H.; WANG, C. “BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor”, Autom. Constr., vol. 112, n° January, p. 103086, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103086.
- [13] RUSCHEL, R.; VALENTE, C.A.V.; CACERE, E.; QUEIROZ S. R. S. L. “O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil”, REEC - Rev. Eletrônica Eng. Civ., vol. 7, n° 3, 2013, doi: 10.5216/reec.v7i3.27487.
- [14] SOLANO, S. “Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais”, n° 2001, p. 2768–2773, 2005.
- [15] KUMANAYAKE R. P.; BANDARA, R. M. P. S. “Building Information Modelling (BIM); How it improves building performance”, Int. Symp. Ensuring Natl. Secur. Through Reconcil. Sustain. Dev., n° August 2012, p. 357–365, 2012, doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- [16] ARAYICI, Y.; KHOSROSHAHI, F.; MARSHAL PONTING, A.; MIHINDU, S. “Towards implementation of building information modelling in the construction industry”, 2009.
- [17] PAIVA, D. C. S. P. “Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e

- oportunidades em uma Empresa construtora”, 2016.
- [18] AZHAR, S.; HEIN, M.; SKETO, B. “Building Information Modeling (BIM): benefits , risks and challenges”, 2007.
- [19] CARVALHO, P. M. P. “Análise estatística do estado de implementação da tecnologia BIM no setor da construção em Portugal”, 2016.
- [20] DOUMBOUYA, L. ; GAO, G. ; GUAN, C. “Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: the review of bim benefits”, *Am. J. Civ. Eng. Archit.*, vol. 4, nº 3, p. 74–79, 2016, doi: 10.12691/AJCEA-4-3-1.
- [21] MELHADO S. B. ; AGOPYAN, V. “O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle”, *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*, vol. 5, São Paulo, p. 22, 1995.
- [22] KANER, I.; SACKS, R.; KASSIAN, W.; QUITT, T. “Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms”, *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 13, nº January, p. 303–323, 2008.
- [23] GRILO A.; JARDIM-GONÇALVES, R. “Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments”, *Autom. Constr.*, vol. 19, nº 5, p. 522–530, 2010, doi: 10.1016/j.autcon.2009.11.003.
- [24] ADDOR, M. R. A. CASTANHO, M. D. A.; CAMBIAGHI, H.; DELATOREE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A.L.; “Colocando o " i " no BIM”, *Usjt - Arq.Urb*, vol. 4, p. 104–115, 2010, [Online]. Available at: http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf.
- [25] NETTO, C. C. *Autodesk Revit Architecture 2018 conceitos e aplicações*. São Paulo: Saraiva, 2018.
- [26] SCHMID A. L.; AYRES FILHO, C.; “Testes iniciais do sistema de modelagem archicad como pré-processador para o sistema mestre de análise térmica , lumínica e acústica de edificações”, nº 1, p. 1697–1702, 2007.
- [27] BRAGA, P. R. “Universidade Federal da Bahia”, *Acta Bot. Brasilica*, vol. 9, nº 2, p. 315–318, 2015, doi: 10.1590/s0102-33061995000200011.
- [28] GUIMARÃES, D. É. P. “BIM e convencional”, Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.
- [29] SILVA, F. Paulino de Andrade “Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma Bim Solibri Model Checker”, dissertação de mestrado UFMG, 2017.
- [30] CARREIRÓ, D. C. et al., “Aplicação da metodologia BIM a um caso de estudo através do software Autodesk Navisworks”, 2017.
- [31] CAMPESTRINI, T. F. et al., “Entendendo BIM”, Univ. Fed. do Paraná, p. 50, 2015.
- [32] FREITAS, J. G. A. “Metodologia BIM – Uma nova abordagem , uma nova esperança”, Diss. (Mestrado em Eng. Civil). Univ. da Madeira, p. 1–132, 2014, [Online]. Available at: <http://repositorio.uma.pt/bitstream/10400.13/745/1/MestradoGonçaloFreitas.pdf>.
- [33] SMITH, P. “BIM implementation – global strategies”, *Procedia Eng.*, vol. 85, p. 482–492, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.575.
- [34] KHADDAJ M.; SROUR, I. “Using BIM to retrofit existing buildings”, *Procedia Eng.*, vol. 145, p. 1526–1533, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.192.
- [35] SMITH, P. “BIM & Automated Quantities–Implementation Issues for the Australian quantity surveying profession”, *Proceedings 17th Pacific Assoc. Quant. Surv. Congr.*, vol. 17, nº 2013, p. 1–19, 2013.

- [36] SINAENCO. Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva, “Governo estabelece metas e prazos para Implementação do BIM”. <https://sinaenco.com.br/noticias/governo-estabelece-metas-e-prazos-para-implementacao-do-bim/>.
- [37] NARDELLI E. S.; TONSO, L. G. “BIM – Barreiras Institucionais para a sua Implantação no Brasil”, vol. 1, p. 408–411, 2014, doi: 10.5151/despro-sigradi2014-0082.
- [38] MENEZES, G. L. B. B. “Breve histórico de implantação da plataforma BIM”, *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v.18, n.22, 21º sem, p. 152–171, 2011.
- [39] VOLPATO, M. P. “Modelagem, compatibilização de projetos e orçamentação de um edifício residencial através da Metodologia BIM”, 2015.
- [40] FAI S.; RAFEIRO, J. “Establishing an Appropriate Level of Detail (LoD) for a Building Information Model (BIM) - West Block, Parliament Hill, Ottawa, Canada”, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. II-5, nº 5, p. 123–130, maio 2014, doi: 10.5194/isprsannals-II-5-123-2014.
- [41] BAZJANAC, V. “IFC BIM-Based Methodology for Semi-Automated Building Energy Performance Simulation”, 2008.
- [42] VITÁSEK, S.; MATĚJKA, P. “Utilization of BIM for automation of quantity takeoffs and cost estimation in transport infrastructure construction projects in the Czech Republic”, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 236, nº 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/236/1/012110.
- [43] SATTINENI A.; BRADFORD, R. H. “Estimating with BIM: A survey of US construction companies”, *Proc. 28th Int. Symp. Autom. Robot. Constr. ISARC 2011*, nº June 2011, p. 564–569, 2011, doi: 10.22260/isarc2011/0103.
- [44] OLIVEIRA, M. R. “Potential of Building Information Modeling (BIM) system”, *Innov. Dev. Des. Manuf. - Adv. Res. Virtual Rapid Prototyp.*, p. 695–699, 2010, doi: 10.1201/9780203859476.ch108.
- [45] LAUBMEYER, L. A. DE SOUZA, S. ROBERTO, e L. DE AMORIM, “Impact from the use of BIM in architectural design offices: Real Estate”, vol. 4, nº November 2009, p. 26–53.



A aplicação da Gestão de Projetos no processo de inovação nas organizações utilizando a qualidade da comunicação como diferencial.

The Application of Project Management in the Innovation Process in Organizations Using Communication Quality as a Differentiator.

¹CALUMBY, Paloma: ²JANNY, Vanessa

¹Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Rio de Janeiro – RJ.²

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Stakeholders
Inovação
Comunicação

Key word:

Stakeholders
Innovation
Communication

Resumo:

O presente trabalho tem como proposta apresentar a teoria da gestão de projetos aplicada a inovação nas organizações e a boa comunicação como diferenciais competitivos. Ainda que possam ser observados de múltiplos olhares em inúmeras disciplinas, e inclusive no ambiente empresarial, se faz necessária a compreensão da forte conexão que existe entre essas áreas do conhecimento a fim de evitar que projetos de inovação sejam desperdiçados por um mau gerenciamento. A revisão da bibliografia sobre o tema sugere que uma das grandes preocupações que as organizações possuem estão correlacionadas com a sua capacidade de execução dos projetos de inovação, no menor custo, tempo, dentro do escopo definido, sobrevivendo e inovando de maneira ordenada e rápida no mercado. Observando que um projeto de inovação sempre expõe um risco para a organização, quanto mais revolucionária uma ideia, maiores são as inseguranças sobre o seu êxito e a gestão de projetos pode cooperar com a seleção, planejamento, gestão e contração das incertezas relacionadas com o processo e os resultados da inovação. As organizações que mantêm suas atividades em desacordo com os anseios do mercado, que não conseguem se adaptar a nova realidade e não são capazes de capturar valor através de suas inovações podem estar com os dias contados.

Abstract

The purpose of this work is to present the theory of project management applied to innovation in organizations and good communication as competitive differentiators. Although they can be observed from multiple perspectives in numerous disciplines, including the business environment, it is necessary to understand the strong connection that exists between these areas of knowledge in order to prevent innovation projects from being wasted due to poor management. The literature review on the subject suggests that one of the major concerns organizations have is related to their ability to execute innovation projects at the lowest cost, time, within the defined scope, surviving and innovating in an orderly and rapid manner in the market. Noting that an innovation project always exposes an organization to risk, the more revolutionary an idea,

the greater the uncertainties about its success, and project management can cooperate with the selection, planning, management, and mitigation of uncertainties related to the process and results of innovation. Organizations that maintain their activities out of sync with market demands, that cannot adapt to the new reality, and are not able to capture value through their innovations may have their days numbered.

1. Introdução

Independente do segmento de atuação no qual as organizações estão estabelecidas, o mercado está se tornando cada vez mais desafiador e multiforme, impondo velocidade em mudar e fazendo com que inovemos em estratégias no intuito de aperfeiçoar o desempenho e conseqüentemente, gerar vantagem competitiva, caracterizada pela margem de lucro estreita, equipe reduzida, clientes exigentes que é um cenário ideal para projetos bem gerenciados que tornou se questão de sobrevivência das organizações. Com a alta competitividade, não é possível aceitar perdas nos projetos da organização e destinação de recursos sem a entrega proporcional esperada, pois, o impacto financeiro será proporcional ao tamanho do projeto.

Os consumidores não compram ineficiências e os acionistas requerem geração de valor em seus negócios. Neste cenário, as organizações tendem a procurar ferramentas que as distingam de seus concorrentes no mercado atual e para isso buscam mecanismos que contribua para o desenvolvimento e implementação de suas estratégias de forma clara, pois entendem a importância de projetar sua atuação no futuro próximo.

Heldman define o termo “Gestão de Projetos” (GP) como o gerenciamento de ferramentas e técnicas utilizadas pelos *stakeholders* [1], ou seja, aqueles que possuem envolvimento no projeto, tendo feito ou não investimento neles, para planejar, executar, controlar e monitorar o andamento das atividades dos projetos.

Desta maneira, os gerentes de projeto são os responsáveis pela administração dos processos, atendimento das necessidades da

equipe e individuais e pela aplicação das ferramentas e técnicas para o cumprimento das atividades do projeto. No entanto, para entender a GP, previamente é fundamental entender o que é um projeto [2].

Segundo o PMI:

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas. [7].

Sendo assim, podemos compreender que projeto dispõe de objetivos pré-estabelecidos, definidos e claros, possui início, meio e fim (escopo) determinados, duração e recursos limitados, em um curso de atividades e a comunicação entre as partes durante todo andamento do projeto é fundamental para o sucesso na realização das atividades ate a entrega do produto final.

Esse artigo tem como objetivo analisar a Gestão de Projetos, seus tipos e as ferramentas disponíveis de gestão com foco na inovação, identificando estratégias para alcançar rapidez, cumprir custos previamente estabelecidos, exigências da qualidade, com isso, agregando valor ao negócio e gerando vantagem competitiva para a organização.

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica. De acordo com Silva:

[...] a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. (p.60) [3].

A partir de livros e artigos científicos obteve-se dados secundários, possibilitando uma análise qualitativa sobre a aplicação da gestão de projetos no processo de inovação nas organizações.

O artigo refere-se à aplicação da gestão de projetos, sua importância, os tipos de ferramentas e mecanismos que impulsionem o processo de inovação nas organizações para que se torne bem-sucedida.

2. Gestão e Gerenciamento de Projetos

A Gestão e Gerenciamento de projetos tornaram-se fundamentais na organização, pois o gestor é capaz de harmonizar de forma estratégica informações de outras seções no decorrer do projeto, define papéis, atribui funções, planeja, acompanha e documenta o progresso de sua equipe. Por meio de ferramentas e técnicas apuradas, o gestor administra investimentos de tempo, recursos financeiros e intelectuais e integra pessoas para atuarem em conjunto por um só propósito.

Os substantivos “gerenciar, gerente, gerenciamento e gerência” referem-se às atuações estabelecidas em uma escala específica da empresa, como a gerência de produção, de marketing, de projetos, a gerência estratégica, dentre outras. Relacionado ao gerente de projetos, a gestão é um dos níveis da gerência, cujas, áreas destacam-se a gestão de custos, de risco, da qualidade, entre outros [4].

No Glossário da Construção, do IAPMC - International Association for Professional Management of Construction (p.74) [5], encontra-se a seguinte definição para gerência de projetos:

aborda o planejamento global e a coordenação de um projeto de começo ao fim, voltado para a identificação das exigências do cliente e a sua conclusão, assegurando o cumprimento do cronograma, custos e padrões de qualidade.

A partir da evolução da administração e seus processos, novos modelos de gerenciamento foram ocorrendo no mundo, entre elas, o gerenciamento de projetos. Ainda que frequentemente usadas tanto informalmente quanto em partes, os conhecimentos de gerenciamento de projetos

estabeleceram-se somente na década de 1990, sendo citado por inúmeros estudiosos como área de conhecimento indispensável nas organizações que buscavam desenvolver e manter vantagens competitivas [6].

O Brasil foi um dos países pioneiros a reconhecer a importância da prática do gerenciamento de projetos definida pelo PMI. No final do período de 1990, manifestou-se a decisão de dar existência a uma entidade nacional que se expandiu pelos estados através de entidades intituladas *Chapters*, ou capítulos [7].

Com o intuito de atribuir densidade aos profissionais da área de projetos, o PMI, juntou voluntários que produziram um agrupamento de fundamentos em gerenciamento de projetos o PMBOK: um guia que indica a aplicabilidade de conhecimentos, métodos e competências, além de um vocabulário comum na profissão. Esse guia foi dividido em nove seções de conhecimentos: gerenciamento de integração, do escopo, do tempo, dos custos, da qualidade, dos recursos humanos, das comunicações, dos riscos e das aquisições [7].

Um projeto emerge do desejo de mudança e por isso, consegue-se expor que uma ideia com o intuito de ser materializada pode ser chamada de projeto.

Os componentes primordiais do êxito de um projeto deve ser o gerenciamento o que diversos autores e profissionais da área chamam de “restrição tripla” - escopo, tempo e custos do projeto – de necessidades discordantes do projeto. Entretanto em um projeto com assistência de um cliente externo, a qualidade é determinada pelo cliente. Isto é, o cliente final necessita ter um nível de atuação no processo com isso, estão o bom relacionamento entre os envolvidos é fundamental.

A figura 1 exemplifica a definição de êxito de projeto com o cliente externo.

Figura 1- Contexto do gerenciamento de projetos



Encontram-se muitas definições para projetos. De acordo com Menezes,

Um empreendimento único que deve apresentar um início e um fim claramente definidos e que, conduzidos por pessoas, possa atingir seus objetivos respeitando os parâmetros de prazo, custo e especificações (qualidade e escopo) [9].

2.1 Premissas da Gestão de Projetos

De um modo geral projeto é um agrupamento de informações internas e externas à organização, apuradas e processadas, com o objetivo de observar-se e inserir-se uma decisão de investimento. Um projeto é formado por vários estágios, existindo a importância de identificar qual é a necessidade do “projeto”, procurando identificar as condições internas que fomentam projetos nas empresas.

Cada projeto é formado por diversas etapas, precisando ser diferenciado de uma atividade contínua, uma vez que o projeto é uma circunstância inovadora, que possui tempo e recursos definidos a acabar, tendo, conseqüentemente um ciclo de vida, e suas finalidades são mais específicas. No que se refere à atividade contínua é vinculada finalidades da resposta acerca do investimento e a sobrevivência de longo prazo, considerando situações rotineiras e repetitivas.

Desta maneira, as organizações precisam buscar formas para melhor organizar a gestão dos seus projetos, adaptando-se as características temporais de um projeto e definindo como elas irão se estruturar para as exercerem, pois a falta de organização ou pouco acompanhamento das atividades pode acarretar em atrasos nas entregas, e para se alcançar o êxito de um projeto é necessário para a empresa o cumprimento do prazo e dos custos avaliados, tendo que atender as expectativas do cliente final. Porém, é de muita importância para obter o sucesso, a clareza dos objetivos, um fluxo adequado de informações, uma boa comunicação, planejamento das atividades, recursos humanos aptos e motivados, acompanhamento, controle e uma boa liderança.

3. Conceitos e Características da Gestão de Projetos

Reconhecer quais habilidades uma organização precisa construir para obter e manter uma vantagem competitiva num mercado em continua mudança não é uma tarefa simples.

Dessa forma, a ação de projeto precisa ter seus objetivos bem definidos e seu desenvolvimento deve estar continuamente orientado à busca da harmonia de interesses entre os envolvidos no processo e do reconhecimento de seus pontos semelhantes.

Desde a fase de iniciação do projeto, a equipe de gerenciamento possui a necessidade de identificar as partes interessadas internas e externas. No decorrer do planejamento e da execução do projeto, o gerente do projeto e sua equipe precisam gerenciar as distintas necessidades, responsabilidades, apreensões e expectativas das partes interessadas, bem como a interferência destas no projeto, para garantir o resultado esperado.

Alguns exemplos de partes interessadas podem incluir: patrocinador (*Sponsor*); a equipe do projeto; clientes e usuários; presidente, donos e executivos; acionista e investidores; gerentes funcionais;

fornecedores e parceiros comerciais; concorrentes; governo em suas diversas esferas e poderes; organismos de regulação e fiscalização internos e externos; organizações não governamentais; comunidades, vizinhança e população não abrangidas pelas ações e resultados do projeto. Outros componentes importantes que influenciam o projeto são os fatores ambientais da organização, do segmento em que atua, da sociedade, da localização em que o projeto acontece e a cultura organizacional.

Valeriano [4] compreende que projeto é um conjunto de práticas, executadas de forma estruturada por uma organização provisória, ao qual são concedidos fatores de produção necessários para, em um prazo previamente estabelecido, atingir um objetivo determinado, ou seja, elaborar um bem ou serviço original.

Uma observação muito importante nesse conceito é que projetos possuem período para iniciar e período para o encerramento, ou seja, são temporários. Por esse motivo diferenciam-se dos trabalhos contínuos. Esse ponto não estabelece sua duração, ou seja, não indica que são de curto, médio ou longo prazo, mas, que são criados, evoluem e são finalizados. Os ciclos de vida e atividades de projetos precisam ser acompanhados e administrados. Para ser cumprido, um projeto precisa ser gerenciado. Assim, mitigando o retrabalho.

Logo, todo projeto abrange um conjunto de variáveis, sendo fundamental a elaboração de um cronograma que servirá como base para um acompanhamento recorrente.

Relacionado ao gerenciamento do escopo do projeto, uma vez conduzido de forma inadequada pode impactar o prazo do projeto, seja pela circunstância do escopo mal definido ou com sucessivas mudanças sem avaliação/renegociação dos prazos.

Para que o planejamento do projeto aconteça de forma suficiente, o ambiente empresarial deve promover condições oportunas para um excelente desempenho.

Contudo, deve-se salientar que as práticas, métodos e ferramentas adequadas de gerenciamento de projetos poderá ser um divisor entre o êxito e o insucesso não unicamente do projeto, mas, também da empresa.

Para que ocorra um bom resultado do projeto, é necessário que haja sincronismo entre o cronograma físico e financeiro e, não menos importante, agilidade na tomada de decisão, que pode impactar em diferentes graus o comprometimento dos envolvidos em todas as esferas, além de considerar a minimização de custos e prazos e a maximização de qualidade e lucro.

Para tamanho anseio de uma *performance* sustentável um gerenciamento claro, ou seja, que proporcione uma contemplação das propostas dentro das reais condições, assim, faz-se imprescindível o entendimento dos objetivos de gerenciamento de projetos como ferramenta crucial para seu sucesso.

4. Gerenciamento dos *Stakeholders*

O PMBOK é um guia do PMI, renomado mundialmente no direcionamento do gerente de projetos, definindo normas, técnicas, procedimentos e práticas que desenvolveram através de boas práticas empregues por profissionais que cooperaram para o seu desenvolvimento [7]

A inclusão das partes interessadas no PMBOK é fundamentada pelo PMI pela função que os *stakeholder* exercem no gerenciamento de projetos, uma vez que eles podem ser atingidos por uma decisão, prática ou consequência de um processo, podendo estar implicado favoravelmente ou desfavoravelmente com o projeto e influenciar de forma ativa o todo ou parte de seu andamento.

O PMI expõe que uma governança com qualidade consiste no desempenho da liderança pelo gerente de projetos mediante o alinhamento do projeto com as expectativas, propósitos e necessidades das partes

interessadas. Estão incluídos como partes interessadas os patrocinadores (pessoa ou grupo encarregado de viabilizar recursos e assistência para o projeto), clientes e usuários (pessoas ou companhias que consentem e coordenam o produto ou serviço decorrente do projeto), parceiros de negócios (instituições externas que possuem vínculo especial com a organização), vendedores (indivíduos ou equipes externas que ofertam materiais para o projeto), grupos organizacionais (setores afetados pelo projeto), gerentes funcionais (partes que desempenham a atribuição gerencial no sistema organizacional) e outras partes interessadas (órgãos públicos, mentores, instituições diversas, entre outros). O PMI [7] refere-se a partes interessadas como sentido semelhante a *Stakeholders*.

5. Comunicação como Ferramenta na Gestão de Projetos

No moderno cenário no qual a concorrência universal e as crises contínuas demandam cada vez mais estratégias de diferencial competitivo, a comunicação manifesta-se como uma das ferramentas mais eficazes no progresso organizacional.

Para uma melhor comunicação com os público de interesse—*stakeholders*, as organizações necessitam identificar e desenvolver uma proposta com estratégias, mensagens e plataformas adequadas a cada público de interesse bem como melhorar o relacionamento com os mesmos.

A comunicação possui um papel considerável na organização, sua aplicação não deve ser apenas satisfatória, mas, igualmente produtiva e capaz de produzir resultados tangíveis e intangíveis tanto para a empresa quanto para o público de interesse.

Para Chiavenato [10], a comunicação está presente em todas as funções administrativas, compondo uma parte fundamental em cada atividade, é impossível planejar, organizar, dirigir, controlar sem efetivar a comunicação. Perante essa concepção, sua significância em todos os

processos é inquestionável, a comunicação clara sempre será necessária para o desenvolvimento de projetos, pois, envolver todo um staff em um único propósito sem dispersão e falta de entendimento de suas funções requer atenção para que todo o processo de implantação de mudança seja executado de forma a mitigar possíveis desvios.

As organizações precisam se reinventar para acompanhar as mudanças constantes que a globalização empoe, por essa razão a comunicação é fundamental no processo de inovação nas organizações.

5.1 Comunicação como Ferramenta para Resolução de Conflitos

A comunicação é fundamental para o êxito do projeto. Ao iniciar um projeto, os membros da equipe precisam compartilhar, colaborar, reunir, e integrar informações e experiências para o cumprimento dos objetivos do projeto.

Toda empresa ou organização ao se comunicar com seus grupos de interesses anseiam a formação de uma boa aparência diante deles, isso é essencial, uma comunicação com barreiras, pode ser bastante prejudicial a essa relação.

No universo de projetos, o surgimento de conflitos é inevitável, sendo encargo do gerente de projetos saber como identificar, analisar e como manusear os pontos positivos e negativos do conflito, e saber se comunicar de forma clara e objetiva ajuda na resolução e na mitigação de ruídos de informações.

Toda via o gerente de projetos deve preparar-se para encarar os conflitos, refletindo sobre o problema, procurando o máximo de informações necessárias, estabelecendo as prioridades, verificando a abordagem e a metodologia que será utilizada e definindo um clima propício [11].

Para obter sucesso diante de uma situação de conflito, um gerente de projetos tem ao seu dispor inúmeras ferramentas. A essencial é a comunicação. Diversos conflitos ocorrem porque uma das partes envolvidas

não assimila precisamente o que a outra deseja, criando tensões desnecessárias e o entendimento, às vezes equivocado, de que os interesses entre as partes estão em desacordo. Sendo assim, a melhor maneira de abordar o conflito é esclarecendo o contexto, apresentando com riqueza de detalhes e a partir de várias abordagens o que esta sendo colocado em pauta. Por esse motivo a clareza na comunicação é primordial para o bom andamento dos projetos, pois, não é possível atender as expectativas, necessidades e interesses que desconhecemos.

6. Lições Aprendidas

Lições aprendidas são relatos que indicam com precisão conhecimentos ou entendimentos obtidos por meio de um cenário, contexto vivenciado que foi composto por resultados positivos ou negativos [12].

As empresas contemporâneas estão cada vez mais destinando seus esforços para estruturar meios de registrar conhecimentos gerados em seu universo corporativo, com a finalidade de refinar processos, mitigar custos, preparar profissionais, impulsionar a inovação e dificultar que falhas anteriormente cometidas voltem a acontecer.

Portanto, documentar lições aprendidas é uma tarefa fundamental para qualquer projeto, pois ao ser aplicado de forma efetiva, se torna um recurso relevante para melhoria contínua nos projetos da companhia, possibilitando que as ações que apresentaram sucesso sejam reproduzidas em futuros projetos, e as ações em que os resultados forem abaixo do esperado, sejam apuradas como ocasião favorável de melhoria.

De acordo com Pemsel e Wiewiora [13], a gerência de lições aprendidas, além de propiciar o reaproveitamento de informações nos projetos semelhantes, pode também colaborar para o conhecimento empresarial em organizações com estrutura projetizada, onde o maior percentual de produtos e serviços são realizados por meio de projetos com cliente interno e externo.

Deste modo, é proveitoso salientar as lições aprendidas em projetos como sendo conceitos adquiridos, inscritos, examinados e partilhados, que dispõe as suas finalidades principais: mitigar erros; empregar em prática com cenários similares; e possibilitar aos gerentes de projetos a examinar antes da tomada de decisão a esses documentos e a arquivar conteúdos relevantes.

É importante que a organização tenha clareza no que se refere à identificação, coleta de dados e à metodologia que será utilizada para classificação das informações como lições aprendidas, bem como as questões para recolha das lições aprendidas em conjunto com a equipe. Entende-se que no encerramento de cada projeto na reunião pertinente ao assunto, faz-se necessário o compartilhamento e registro das lições aprendidas como referência para futuros projetos.

7. Inovação

Seja qual for a atividade que se renove e atualize as inovações estão sempre presentes, elas exercem uma função primordial para as empresas, e, precisam ser agregadas de forma sistêmica e continua aos processos. A busca real da inovação é considerada como viável a partir da construção, de um plano, que conduz esforços e autoriza decidir que atividades precisam ser efetuadas [14].

As empresas têm atravessado um extenso processo de modificação, estruturando-se para que possam responder de maneira eficiente, eficaz e efetiva aos obstáculos ambientais, principalmente aqueles que se referem à concorrência e colocação de mercado. Estes retornos explicam num agrupamento de ações que retratam a competência organizacional para aproveitar possibilidades relacionadas a sua habilidade de responder rapidamente, preterindo as insuficiências de tempo, custo e particularização. Gradativamente os projetos inclinam-se ao crescimento em importância e quanto maior o alinhamento com os objetivos do negócio, seguramente maior vantagem estas alcançaram na concorrência.

Para Valeriano [4], a inovação é o procedimento pelo qual uma ideia se modifica evoluindo de condição altamente competitiva, sendo necessário deixar explícito que se encontra distinção entre inovação e invenção, fundamentos frequentemente confundidos e empregados de maneira imprópria como sinônimos. A invenção dos conceitos básicos do helicóptero é de Leonardo da Vinci, que os deixou em um celebre desenho e um pequeno texto descritivo. Entretanto, o helicóptero só apareceu como inovação quatro séculos após para entrar em total utilização posteriormente. Através desse ocorrido, observa-se que, em geral, um produto igual, considerado mais abrangente, observa a utilização de diversas inovações que ocorrem. Da mesma forma, o automóvel testemunhou o nascimento e o declive de inúmeras inovações que o mesmo obteve, fez uso e abandonou.

A inovação fundamentada conserva os índices de aprimoramento de serviços e produtos, possibilitando aos clientes reais melhorias nas características que eles valorizam. Tendo isso em vista, a inovação dedica-se a pesquisa, descobrimento, ensaio, avanços de novos processos de produtos e novos modelos organizacionais. Inovar é originar um produto ou processo através da criação de valor pela busca de alguma forma de modificação, a saber: método, insumo, preços, taxaço, demografia e geopolítica. Isto é, a criação de novas demandas ou de novas formas de percorrer um negócio existente [15].

Segundo Carvalho [16], qualquer inovação que se encaminhe a uma implantação, se apresenta como continuação de um processo de constante melhoria.

A inovação pode ser observada e analisada de diversas formas entre as organizações que a empregam. De acordo com Campos [17] e Stadler [18], um processo de inovação, claramente definido, decorre de muitos fatores, como peculiaridades do setor, possibilidades tecnológicas identificadas, acúmulo de informações, entre outros.

Deste modo, podemos entender que inovar é a forma, a ação de olhar os recursos com

originalidade, capacidade de encarar as possibilidades de ângulos nunca antes pensados, trazendo força, poder às ideias de forma que apresentem projetos com grande potencial competitivo, que modifique a organização em uma razão com estratégia, empenhando-se em superar a concorrência com inovações que provoquem o universo dos negócios.

8. Considerações Finais

Esse artigo teve por finalidade realizar uma análise do gerenciamento de projetos e sua aplicabilidade no cenário da inovação e a importância de uma comunicação adequada. Nele foi possível observar que a aplicação do gerenciamento de projetos nos processos de inovação nas organizações é fundamental para manter um posto competitivo, durável no mercado originando valor ao negócio, diferenciação ante a concorrência, credibilidade, confiança. Em contrapartida uma interpretação ruim da comunicação no projeto como um todo pode suceder em retrabalhos, retardo de desenvolvimento, elevação de custos extras do projeto, menor assertividade e gerando oscilação na *performance* não mantendo um resultado sustentável.

É importante ressaltar que as partes envolvidas obtêm vantagem competitiva quando existe um plano de comunicação elaborado para o projeto com qualidade. Estabelecer com precisão a atividade que será desenvolvida, comunicando com clareza e registrando informações com o objetivo de eliminar mensagens com ruído, darão orientação ao processo.

Um gerenciamento de projeto eficaz está sujeito ao desempenho eficiente do gerente de projetos, que, precisa possuir conhecimento das boas práticas do gerenciamento para, dessa maneira, ter aptidão para planejar as atividades e controlar o curso de informações entre as partes envolvidas. Deve também dispor de um perfil de líder para assegurar o engajamento, sucesso e entrosamento da equipe até a entrega do produto final.

9. Referências

- [1] HELDMAN, K. Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI. 3ª ed. (Revisada e Atualizada). Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [2] ROCHA NETO, C. F. da et al. Influências culturais na adoção da gestão de projetos: um estudo qualitativo em empresas de consultoria e desenvolvimento em TI. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, v. 6, n. 2, p. 143-172, 2009.
- [3] SILVA, Roberto et al. *Metodologia científica*. São Paulo: Person, 2007.
- [4] VALERIANO, D. L. *Moderno Gerenciamento de Projetos*. 1 ed. São Paulo: Prentice Hall. (2005).
- [5] IAPCM, International Association for Professional Management of Construction. *Glossary of Construction*. CM Glossary. 2003. Disponível em: <<http://cmaanet.org/cm-glossary>> Acesso em: 16 de Ago, 2020.
- [6] CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JÚNIOR, Roque. *Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [7] PMI - Project Management Institute. *Guia PMBOK: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*, 6.ed. Pennsylvania: PMI, 2017.
- [8] MELO, M.; *Gerenciamento de projetos para a construção civil*. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- [9] MENEZES, L. C. de M. *Gestão de projetos*. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2001
- [10] CHIAVENATO, Idalberto. *Administração nos novos tempos: os novos horizontes em administração*. 3 Ed. Barueri, SP: Manole, 2014.
- [11] KERZNER, Harold. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 9. ed. Ohio: Division of Business Administration BaldwinWallace College, 2006.
- [12] CHUERI, L.V. *Conhecendo alguns conceitos sobre Lições Aprendidas*. Disponível em: <<https://nosda18.wordpress.com/2009/07/09/conhecendo-alguns-conceitos-sobre-licoes-aprendidas>>. Acesso em: 22 de Ago, 2020.
- [13] PEMSEL, S.; WIEWIORA, A. *Project management office a knowledge broker in project-based organizations*. *International Journal of Project Management*, 31(1), 31–42. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.03.004>>. Acesso em: 22 de Ago, 2020.
- [14] MAÑAS, A. V. *Gestão de Tecnologia e Inovação*. ed. Rev. E atual. São Paulo: Érica Ltda, 2001.
- [15] LIMA, S. M. V., CASTRO, A. M. G., Borges-Andrade, J. E., Carvalho, J. R. P. *Inovação e gestão tecnológica em organizações: um modelo integrador*. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 21(1), 83-103. 2004.
- [16] CARVALHO, M. R. *Gestão de Projetos, da Academia à Sociedade*. 1 ed. Curitiba: IBPEX. 2011
- [17] CAMPOS, B. *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira*. *Revista Brasileira de Inovação*, v.8, p. 167-210. 2009
- [18] STADLER, C. *Process innovation and integration in process-oriented settings: The case of the oil industry*. *Journal of*
- Product Innovation Management*, v. 28, n. 1, p. 44-62. 2011.



A Gestão de riscos em barragens de rejeitos no Brasil

Risk Management in Tailings Dams in Brazil

CAMPOS, Nathalia Neves¹; POZNYAKOV, Karolina².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle De Obras Civas, Rio de Janeiro – RJ.

²Professora Convidada – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Barragens de rejeitos

Geotecnia

Gestão de riscos

Key word:

Tailings Dams

Geotechnics Risk

Management

Resumo:

A gestão de risco consiste em antecipar através de sistemas de controle, eventuais alterações de determinada estrutura, preocupando-se com sua segurança e funcionamento. Desta forma tal gestão se antecipa aos riscos, determinando decisões e recomendações, aumentando o controle e buscando evitar acidentes futuros. O avanço da produção mineral no Brasil bem como as tragédias vivenciadas incentivaram as empresas a adotarem regras mais rígidas de monitoramento e controle no que se refere ao armazenamento dos rejeitos produzidos pela atividade de mineração implementando sistemas de gestão de risco, fins dar maior clareza e segurança junto aos órgãos fiscalizadores desta atividade buscando evitar assim rupturas das estruturas, que acarretam danos materiais, pessoais e ambientais. Este artigo busca apresentar a gestão de riscos aplicada a barragens de rejeitos e como esta impactará sobre a mesma bem como a apresentação da metodologia utilizada através de métodos de análises de riscos e do Plano de Ação de Emergência (PAE), sendo esses inexistentes em parte do Brasil havendo a necessidade de serem implementados.

Abstract

Risk management consists of anticipating potential changes in a given structure through control systems, focusing on its safety and functionality. In this way, such management anticipates risks, determining decisions and recommendations, increasing control, and seeking to prevent future accidents. The advancement of mineral production in Brazil, as well as the experienced tragedies, have encouraged companies to adopt stricter monitoring and control rules regarding the storage of tailings produced by mining activities, implementing risk management systems to provide greater clarity and safety to the regulatory bodies overseeing this activity, thus seeking to prevent structural failures that cause material, personal, and environmental damage. This article aims to present risk management applied to tailings dams and how it will impact them, as well as to present the methodology used through risk analysis methods and the Emergency Action Plan (EAP), which are nonexistent in parts of Brazil, highlighting the need for their implementation.

1. Introdução

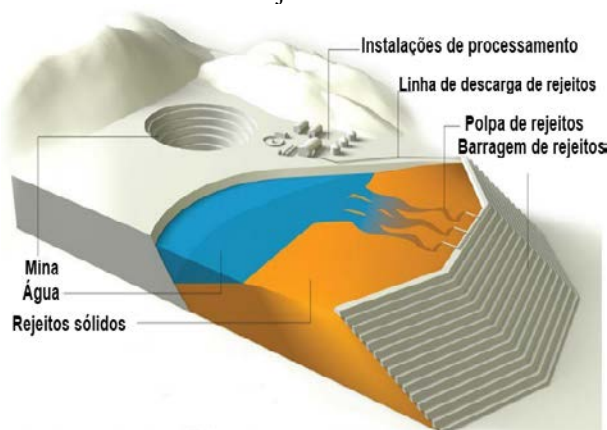
O Brasil vem vivenciando nos últimos anos uma série de desastres envolvendo barragens de rejeitos que consigo trouxeram a mais inimaginável dor, sofrimento e perda para a população local. A causa para cada um desses acontecimentos vem sendo estudada pelos especialistas mais competentes e um fator decisivo na prevenção e apuração destes acontecimentos é a gestão de riscos.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional, o termo barragem pode ser definido como “uma Estrutura construída transversalmente a um rio ou talvegue com a finalidade de obter a elevação do seu nível d’ água e/ou de criar um reservatório de acumulação de água seja de regulação das vazões do rio, seja de outro fluido.” [1]

Ainda de acordo com o Ministério da Integração Nacional o termo barragem de rejeitos “se refere a barragem construída para reter rejeitos ou materiais estéreis de mineração e de outros processos industriais.” [1]

Na Figura 1 a seguir, pode-se observar um exemplo genérico de uma das configurações de construção de uma barragem de rejeitos:

Figura 1: Exemplo de barragem de contenção de rejeito.



Fonte: Pereira [2]

Centenas de barragens brasileiras se encontram em estado de abandono com a presença de vulnerabilidades ocultas. Devido ao alto nível de problemas relacionados as mesmas foi homologado no dia 20 de

setembro de 2010, a Lei nº 12.334 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB, e foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB. [3;4]

Segundo dados do governo obtidos no Boletim semanal de barragens de mineração até o dia 10/08/2020 havia 841 barragens de mineração cadastradas no SIGBM, das quais 441 enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. [5]

É visto através do relatório mais atual da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) , publicado em 2020 referente ao ano de 2019 diz que o número de barragens ativas funcionando em estado crítico no Brasil subiu em 129%, sendo essas 156 barragens em 22 estados, dentre elas 24 barragens já haviam sido identificadas como em estado crítico em 2018 e permaneceram na lista pois não tomaram as devidas ações. De 2018 para 2019 44 barragens foram retiradas da lista de estado crítico pois seus empreendedores realizaram ações de recuperação e adequação de suas barragens, diminuindo assim sua criticidade, portanto sendo acrescentadas 132 novas barragens. [6]

Segundo o ANA, em 2019 foram emitidos 7 regulamentos pelos órgãos fiscalizadores, isso fez com que mais de 80% dos órgãos efetivamente fiscalizadores de segurança de barragens tenham regulamentado todos os artigos da PNSB que careciam de algum ato infraregal referentes ao Plano de Segurança da Barragem, às Inspeções Regular e Especial, à Revisão Periódica, e ao Plano de Ação de Emergência. Três fiscalizadores ainda não emitiram nenhum regulamento. [6]

Ainda segundo o ANA em muitas comunidades potencialmente afetadas a jusante as barragens não possuem nenhum protocolo de atuação no caso de situação de emergência. Existe uma grande dificuldade para implementação do Plano de Ação de Emergência (PAE) visto que necessita da necessária interação com a comunidade potencialmente afetada e órgãos de defesa civil (costumam ser inexistentes ou sem capacidade operacional), e integração com os

Planos de Contingência municipais, muitas vezes também inexistentes, ou seja, em grande parte das barragens submetidas a PNSB não há um plano com ações coordenadas dos órgãos municipais de Defesa Civil para resposta em caso de acidente com barragem.[6]

As barragens são estruturas normalmente de grande proporção que afetam todo o ecossistema por ela englobado, além de influenciar suas adjacências urbanas e rurais devido a sua função de conter ou acumular substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos. Elas constituem um marco de desenvolvimento tecnológico, socioeconômico e territorial, sendo imensamente importante para as nações. São diversos os benefícios que as barragens proporcionam: Desde a produção de energia elétrica, abastecimento de água para uso cotidiano doméstico e/ou industrial, irrigação, navegação, lazer e turismo, dentre outros. Mas também proporciona grande vulnerabilidade as comunidades afetadas. [7]

Sendo assim o monitoramento e manutenção regular é de fundamental importância visto que as barragens enfraquecem com o tempo. A gestão de riscos é a ferramenta ideal para auxiliar nesse processo e evitar os danos recorrentes do rompimento das mesmas como perdas de vidas, danos socioambientais e econômicos. A gestão de riscos atuará através da segurança, utilizando métodos de análise de riscos que indicará os modos de falha e portanto, ajudará no monitoramento e manutenção da estrutura além de atuar através da gestão de emergência na qual instituirá o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Este artigo tem a finalidade de salientar a importância da aplicação de metodologias de gestão de riscos em barragens, explicando de forma sistêmica técnicas e abordagens utilizadas para a implementação do programa de gestão de riscos em barragens de rejeitos onde determinam ações eficazes para redução dos riscos contribuindo assim para a identificação de perigos potencialmente nocivos relacionados as barragens e ação de resposta.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Definição risco, risco operacional, incidentes e acidentes

Segundo a CNPGB, risco “é a medida da probabilidade e da severidade de um efeito adverso relativamente à vida, saúde, bens e ambiente.” [8]

O risco representa os possíveis problemas e distúrbios que podem acontecer durante a realização de uma tarefa ou meta em um projeto. Visto que o risco é intrínseco a todas as atividades de um projeto e nunca pode ser totalmente eliminado, é possível minimizar seus impactos e obter êxito nas metas do projeto. Por fim, “o risco deve ser reconhecido como onipresente e considerado um parâmetro do cotidiano em qualquer atividade humana”. [4]

De acordo com o Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), presente no decreto de lei nº 344/2007 entende-se que o termo "danos potenciais" é definido como os efeitos resultantes de um acidente escalonados conforme bens, ambiente e vidas afetadas. Ainda de acordo com o RSB o risco é definido como o resultante dos danos potenciais de acordo com a probabilidade do acontecimento de acidentes ou incidentes. [9]

Na condição de manter a integridade estrutural e operacional da barragem, o risco é considerado operacional, sendo fruto da ocorrência de uma situação adversa. Portanto, o risco operacional refere-se ao risco de falhas provocadas por funcionários, ou eventos externos que afetem as atividades, o controle operacional e a gestão de segurança da empresa.

De acordo com Resolução CNRH nº 144/2012 define-se acidente e incidente como descrito no texto abaixo: [10]

Art. 2º. Para efeito desta Resolução considera-se:

I - acidente – comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo de um reservatório ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou estrutura anexa;

II - incidente – qualquer ocorrência que afete o comportamento da barragem ou estrutura anexa que, se não for controlada, pode causar um acidente. [10]

2.2 Gestão de Risco Aplicada a Barragens

Entende-se por gerenciamento de risco, o processo de identificação, avaliação, abordagem e monitoramento dos riscos existentes, se inicia ao detectar anomalias em estruturas no que se refere a segurança e funcionalidade. A gestão de riscos não elimina os riscos, mas vem a minimizar as perdas sobre o projeto, através de uma implementação de uma metodologia de procedimentos e medidas administrativas. Tem o objetivo de gerenciar e controlar a corporação através do planejamento e uso mais eficiente dos recursos humanos e materiais e sua aplicação resulta num aprimoramento contínuo das tomadas de decisão. A gestão de riscos é o processo sistemático completo compostos pelas seguintes etapas:

- Avaliação de risco;
- Análises de risco;
- Apreciação de risco;
- Controle de risco.

As três primeiras etapas, na maioria das vezes, são tratadas de forma simultânea, enquanto o controle de risco corresponde a execução das tomadas de decisão, onde são aplicadas as medidas admissíveis de controle.

2.3 Avaliação do Risco

A avaliação dos riscos envolve a análise dos mesmos, e possibilita a tomada de decisão no decorrer do tempo de um processo de gestão. Também permite que sejam reconhecidos todos os riscos envolvidos no processo, obrigando a todos responsáveis pelo projeto e obra a lidar de forma efetiva contra os riscos existentes. Tem como propósito fundamentar a gerência do risco, incorporando alternativas de controle. De acordo com Leite, dentre os principais

benefícios da avaliação de riscos, pode-se destacar: [4]

- Elevação do conhecimento das barragens, componentes, subsistemas, riscos associados, modo de falha e consequências;
- Resposta se é seguro operar a barragem, e sob quais condições;
- Identificação de alternativas para administrar um risco;
- Comparação relativa à segurança de barragens através de métodos consistentes e informações objetivas;

Como limitações, destaca-se:

- Falta de uma metodologia reconhecida e aceita para determinar a tolerância do risco;
- Dificuldades associadas à estimativa das consequências, envolvendo danos materiais, perdas de vidas, financeiras e ambientais.

2.4 Análise do risco

Uma análise de riscos consiste em verificar o jeito como todos os diferentes elementos de um sistema interagem entre si, imaginando os possíveis cenários que podem resultar nessas interações. Além de estipular possíveis danos e prejuízos que tais cenários podem provocar. É baseada no uso da informação disponível para estimar o risco relativo a indivíduos ou populações, a propriedades ou ambientes, decorrentes de condições de perigo.

Pode-se estimar os riscos em consequência à existência de incertezas, utilizando um grupo de dados disponíveis para estimar os riscos apontados. As incertezas decorrentes das limitações dos modelos e do entendimento das barragens, tornam a ciência da construção de barragens bem complexa.

A análise de riscos viabiliza o entendimento e reconhecimento dos riscos aos proprietários e responsáveis pela obra obrigando-os a avaliar a maneira mais efetiva para lidar com as consequências dos riscos buscando a melhor relação custo-eficiência na tomada de decisões onde é definido se o risco deverá ou não ser tratado mas também o

processo utilizado para o tratamento do mesmo.

2.4.1 Classificação da análise de risco

De acordo com Colle a análise de risco é classificada em três níveis, sendo estes: [11]

- Avaliação subjetiva de risco: É feita uma análise subjetiva pelo responsável da barragem, onde só é levado em consideração os itens de mais importância. Esta avaliação pode ser suficiente e resultar em uma boa decisão, mas dificilmente procederá em uma solução otimizada;
- Avaliação de risco baseada em índices: Conjectura sistemática dos fatores que afetam a segurança, resultando em uma ordenação de um conjunto de barragens. Não considera certas condições específicas de campo, e probabilidades não podem ser comparadas;
- Análise formal do risco: São computadas as frequências da ocorrência dos eventos opostos, as probabilidades dos níveis de resposta aos eventos opostos e das consequências dos mesmos.

2.4.2 Métodos de análise de riscos aplicados à barragens

Atualmente as empresas de mineração utilizam-se de uma diversidade de métodos de análise de risco. Segundo Eckhoff [12] existem 37 métodos de análise de risco. Já segundo a CNPBG [7], são seis os métodos de análise de risco em destaque. Abaixo seguem os principais métodos: [2]

- HAZOP – Hazard and Operability Analysis (Análise dos Perigos e da Operacionalidade): O método classifica através de palavras-chaves, os desvios das grandezas que repercutem no desempenho do sistema. Seu principal objetivo é investigar através de uma metodologia precisa, cada segmento de um projeto, objetivando a exposição de todos os distanciamentos possíveis das condições normais de operação, fornecendo sua determinada justificativa. Do HAZOP, resulta um documento estimativo, relacionado às possíveis distorções de operação, com metodologia e orientações de segurança a serem seguidos. [2;11]

- FMEA – Failure Mode and Effect Analysis (Análise dos Modos de Falha e dos seus Efeitos): Método de análise que se inicia a partir da identificação e compreensão dos possíveis modos de falha de um sistema, avaliando suas causas, sequelas, meios de determinação, prevenção e atenuação dos seus efeitos. Assim, identificando previamente todos os modos de ruptura críticos do sistema, poderá ser antecipada uma correção para prover a atenuação ou extinguir os riscos. O FMEA pode ser aplicado em momentos distintos do projeto e com diferentes objetivos, como: [2;11]

- Controlar a execução da obra;
- Instrumento de segurança para a fase de serviço;
- Instrumento de decisão relacionado ao abandono de uma obra;
- Auxílio na tomada de decisões no início do projeto, detectando possíveis falhas e melhorando a confiabilidade da obra.

- FMECA – Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (Análise dos Modos de Falha, dos seus Efeitos e da sua Severidade): Constitui uma extensão ou generalização da FMEA, permitindo ordenar vários modos de ruptura de acordo com o mais crítico. Aplicando escalas de probabilidade de ocorrência de falhas e da gravidade dos seus efeitos é possível ordenar as diferentes maneiras que um processo pode falhar, e ser elaboradas instruções para se tomar as devidas providências de defesa. Registram-se os resultados do método de forma a incluir as recomendações de correções.

O método do tipo FMECA é semiquantitativo, onde a probabilidade de ocorrência dos eventos bem como a severidade das consequências é ordenada, respectivamente em classes de probabilidade e classe de consequências.

Conhecida as consequências de cada modo de falha, sua criticidade fica definida com a avaliação da probabilidade de ocorrência. Essa avaliação é baseada em taxas de falha (failure rate) de cada componente, que são fornecidas pelos fabricantes com

condições de utilização definidas (temperatura, umidade, tempo de utilização, etc.).

- **ETA – Event Tree Analysis (Análise por Árvore de Eventos):** É um método de análise quantitativo de riscos, que a partir de um ponto inicial, identifica as complicações que podem ocorrer, bem como a probabilidade de ocorrência das mesmas. A partir da identificação de um evento de origem, traça-se dois ramos representando o sucesso ou fracasso do mesmo, e a partir de então constrói-se a árvore sempre derivando dois ramos de cada ramo. Calcula-se a probabilidade de ocorrência do evento inicial, e de todos os demais eventos derivados, podendo ser aplicado em qualquer etapa do projeto, ou da construção da barragem.

A elaboração de uma ETA acompanha o desenvolvimento do projeto e pode ser alterada ou atualizada assim que novos dados sejam disponibilizados ou que tenham sido assumidas diretrizes diferentes de projeto, construção ou operação.

- **FTA – Fault Tree Analysis (Análise por Árvore de Falhas):** Método gráfico que utiliza símbolos definidos em norma, para indicar a relação de eventos, partindo de uma falha e identificando combinações de eventos até a descoberta da ocorrência da falha. É aplicado aos sistemas complexos.

No começo, utiliza-se outro método para identificar os defeitos. Eles são chamados de eventos de topo, como por exemplo a ruptura de barragem por galgamento. A partir daí, é feito uma investigação, identificando todos os acontecimentos que possam provocar a situação de falha no evento do topo, traçando assim, os ramos da árvore. De acordo com Pereira o processo é finalizado quando todos os ramos forem interpretados e os fatores na parte inferior da árvore sejam do tipo simples, ou seja, de modo que as frequências de ocorrência ou probabilidades de ocorrência possam ser estimadas. [2]

Vide Figura 2 em anexo. [8]

- **Noeud Papillon (Nó Borboleta):** Trata-se da junção de dois métodos anteriores através de um ponto central. O método une o método

da Árvore de Falhas na parte esquerda, e o método da Árvore de Eventos na parte direita, como mostra a Figura 3 em anexo. [8]

- **Análise por diagramas do tipo LCI (Localização, Causa e Indicadores de Falhas):** Método indutivo, semiquantitativo, implementado em duas etapas: Primeiro a identificação e avaliação das potenciais consequências e segundo: após os resultados da primeira etapa, realiza-se a identificação e avaliação dos modos de ruptura.

Para realização da análise, elabora-se um diagrama de localização, causa e indicadores dos modos de ruptura, como mostra a Figura 4 em anexo. [13]

A aplicação dos diagramas LCI valoriza muito a detecção visual de indícios de comportamentos que podem acarretar ruptura. De acordo com Pereira as causas e os indicadores das falhas são classificados de 1 a 5 através de três atributos: [8;14]

- **Efeito (Ef.):** Relaciona a falha do objeto, definindo se a mesma ocorreu com ruptura parcial ou total da barragem (1 para baixo e 5 para elevado);
- **Verossimilhança (Veros.):** É a probabilidade de falha do objeto (1 para baixo e 5 para elevado);
- **Grau de Confiança (Conf.):** Relacionado às incertezas do método. Mostra a confiança das estimativas do efeito e da probabilidade. (1 para elevado e 5 para baixo ou duvidoso).

De forma geral, pode-se afirmar que o método LCI é considerado uma versão simplificada dos métodos FMEA/FMECA, sendo aplicado com o objetivo de criar uma hierarquia num conjunto de sistemas ou dos modos de ruptura de um único sistema. [14]

- **Análise de riscos por índices:** Abrange a determinação de um índice global de risco, conseguinte de uma classificação atribuída a fatores selecionados. A implementação deste método acarreta na divisão dos fatores de risco em tipos e na concessão de pesos para cada uma delas. Assim, o método é indicado para casos nos quais seja necessária apenas a disposição correspondente dos riscos.

- **Análise Preliminar de risco (APR):** Indicada para fase de desenvolvimento do projeto, da obra ou de início de operação em campo, e é utilizada quando existe pouca informação, falta de referência e detalhamento em relação a um determinado processo ou sistema. [14]

Cada risco deve ser identificado, com suas respectivas possíveis causas descritas, assim como suas consequências. Deve-se detalhar tipos de equipamentos, instrumentos ou objetos utilizados em determinada atividade, e recomendar os equipamentos de segurança necessários para tal.

Este documento é altamente utilizado na Engenharia de Segurança do Trabalho, como ferramenta auxiliar na execução de tarefas de alto risco, onde nem todos são conhecidos. Ou seja, é uma análise preliminar, através de um método indutivo e qualitativo, onde é feito um estudo simples e global com o objetivo de encontrar riscos e perigos em determinada atividade, estimando consequências e descobrindo medidas de proteção e controle em relação às mesmas.

- **Análises de risco por lista de verificação:** É o método mais simples, sendo utilizado de forma bem prática, quando não cabe a utilização de outro método. Pode ser utilizado em todo tipo de processo ou atividade, onde os riscos já estejam definidos e listados, simplificando suas análises. O “Checklist” é bem simples, porém é uma ferramenta de grande utilização durante as inspeções de campo.

O documento deve conter uma lista de todos os objetos sujeitos a inspeção, a continuação da análise e as possíveis ocorrências, deixando um espaço adicional para comentários diversos que surgirem na inspeção. [14]

2.5 Apreciação de riscos

Fase na qual é feito o julgamento sobre a tolerabilidade e aceitabilidade do risco, essa fase concilia os interesses econômicos, políticos, e sociais, combinando-os com normas, aspectos legislativos e regulamentares, ou seja, entende-se que não possui caráter técnico pois são julgamentos de

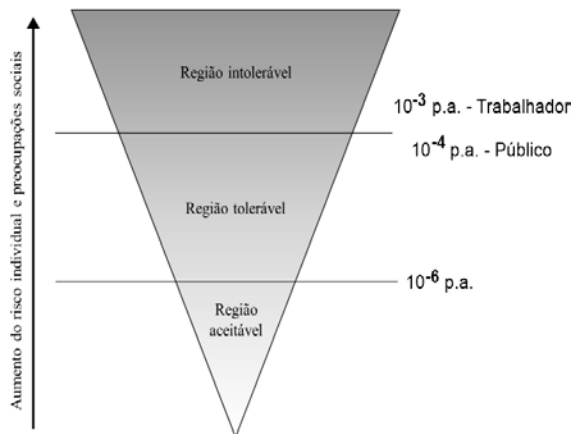
valor, os stakeholders (partes interessadas) avaliam o risco conforme a própria percepção.

É importante definir os conceitos de risco aceitável e tolerável: No risco aceitável, todos os indivíduos que podem ser afetados, estão cientes e preparados para assumir o risco, desde que não haja alterações nos procedimentos de controle de risco. Tal risco é controlado e considerado muitas vezes insignificante, mas não pode-se afirmar que isso é uma regra pois a aceitabilidade não é dada através de estudos técnicos e critérios mas sim de acordo com a percepção da sociedade que é influenciada pela vivência pessoal na qual é variável com o tempo.

Os riscos toleráveis são tais que, dentro de um limite, a sociedade aceite viver, há o aceite dos danos em pró da usufruição de benefícios. Em comunidades de risco a população está sujeita a tolerar um risco maior. Este risco não é insignificante e não deve ser ignorado, mas sim controlado, além de tentar reduzi-lo dentro da medida do possível.

É necessário conhecer os riscos individual e social para se ter certeza se as condições de funcionamento da barragem ou de um empreendimento qualquer, são seguros para os funcionários e para a comunidade ao redor. O risco individual é associado a probabilidade de perda de vida humana nas proximidades do empreendimento, no decorrer de um acidente, ou seja, no caso de barragens, é o aumento do risco de morte, para o indivíduo afetado pelas consequências de uma possível ruptura da barragem. A Figura 5 abaixo demonstra os princípios de aceitabilidade e tolerabilidade.

Figura 5: Critérios de aceitabilidade e tolerabilidade do risco individual segundo o HSE



Fonte: Silva [15]

O risco social é aquele que assume consequências de grande escala e necessita de uma resposta pública no meio político e social através de mecanismos regulatórios, sendo, portanto, mais importante que o risco individual. É necessário, também, estabelecer limites de aceitabilidade e tolerabilidade para esse risco. Assim, diversos países e órgãos desenvolveram gráficos e diagramas que ajudam na tomada de decisão. Pode-se destacar o Australian National Committee On Large Dams (ANCOLD), o US Bureau of Reclamation (USBR), e a U.S Army Corps of Engineers (USACE) como mostram em anexo as Figuras 6,7 e 8. [16;17;18]

2.6 Controle de Riscos

No controle de riscos são tomadas decisões quanto à prevenção, detecção e atenuação de riscos em acontecimentos que possam provocar consequências indesejáveis. Esta etapa implementa os planos de respostas aos riscos, bem como a comunicação necessária e é a última a ser colocada em prática na gestão de riscos.

A ICOLD propõe o agrupamento das opções de controle de risco com base nas seguintes categorias: [15;19]

- Aceitar o risco: Requer que o risco tenha sido considerado aceitável ou tolerável;
- Evitar o risco: Exige uma decisão antes do início da construção da barragem de forma a eliminar o risco, ou o abandono do projeto ou, em casos extremos de barragens

existentes, o desmantelamento;

- Reduzir probabilidades: Requer aplicação de medidas estruturais como instalação de drenos, de aplicação de um plano de monitoramento e inspeção de forma a tornar o risco aceitável ou tolerável;
- Reduzir consequências: Requer plano de emergência eficiente, de forma a tornar o risco aceitável ou tolerável;
- Transferir o risco: Requer a aceitação do risco por outra autoridade, ou a compensação do risco através de um seguro;
- Aceitação: Os riscos são aceitos quando a análise custo/benefício é positiva e estes são considerados aceitáveis ou toleráveis, dependendo das circunstâncias.

Conforme o exposto acima, o processo de gestão de riscos se inicia com a percepção e detecção de eventuais anomalias relacionadas à segurança ou ao funcionamento de uma barragem/estrutura. Posteriormente, realiza-se uma análise de riscos para se determinar quais são as decisões ou procedimentos a serem adotados, para enfim, implementar uma gestão de riscos.

2.7 Riscos Associados a barragens

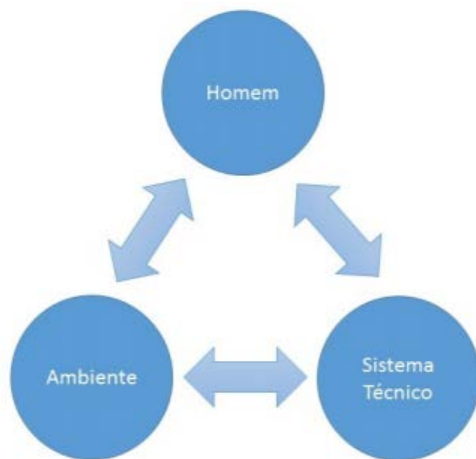
Como quaisquer outras estruturas e construções, as barragens estão sujeitas a incidentes e acidentes. Comportamentos anormais ou inesperados de natureza hidrológica (galgamento), estruturais (instabilidade, piping) ou pela simples perda de capacidade do reservatório podem ser responsáveis por desastres gravíssimos.

A palavra acidente representa um evento infeliz, agregado de uma consequência grave, incluindo danos materiais e na vida. Já incidentes, representam um acontecimento imprevisto, porém de pouca importância, sem dano físico ou material. Ambos, no entanto, são o resultado de processos defeituosos resultantes da interação entre pessoas, estrutura organizacional, componentes físicos, dentre outros. Ou seja: os envolvidos no acidente/incidente.

Anomalias são eventos fora do comum, que raramente possuem uma única causa, mas

sim várias que ocorrem simultaneamente ou que se acumulam com o passar do tempo. Essas anomalias são identificadas como fatores de risco e são sistematizadas em aspectos relativos ao homem, ambiente e à máquina, como mostra a Figura 9 abaixo:

Figura 9: Relação entre os envolvidos no sistema da teoria multicausal da ocorrência de incidentes.



Fonte: Leite [4]

Segundo Leite as principais causas de acidentes e rupturas verificadas nos principais tipos de barragens de concreto são [4]:

- Fatores Naturais ou Ambientais:
- Risco Hidrológico: Chance de defeito de uma barragem diante da ocorrência de vazão superior àquela dimensionada.
- Sismicidade: A ocorrência de sismos pode ser induzida pelo enchimento de reservatórios resultantes da construção de uma barragem. Os sismos podem causar danos severos às estruturas e a comunidade à jusante.
- Escorregamento: Escorregamento de ribanceiras nas margens dos reservatórios, causando ondas consideráveis no reservatório e o galgamento da barragem.
- Ações agressivas: Intemperismo sobre a barragem, causando decomposição ao longo do tempo, erosão, corrosão, dentre outros.
- Fatores Internos (dependentes da barragem):
- Riscos na Operação do reservatório: Dificuldade de determinar a capacidade de descarga dos vertedouros e/ou quando eles

são subdimensionados.

- Riscos Geológicos: Probabilidade de ocorrência de condições geológicas diferentes das previstas no projeto.
- Riscos Estruturais: Falha no dimensionamento estrutural.
- Riscos de monitoramento: Relacionados com o controle do comportamento das estruturas através de manutenção preditiva.
- Riscos Técnicos Organizacionais: Causas relacionadas ao gerenciamento de riscos pelos responsáveis pelo projeto, obra e operação da barragem.
- Riscos Associados à gestão de emergências: Ação de resposta contra emergências, para se evitar uma ruptura. Caso a mesma seja inevitável, reduzir suas consequências.
- Riscos de Ruptura de Barragens em Cascata: Probabilidade de ruptura de uma barragem.
- Fatores Externos:
- Socioeconômicos: Riscos associados às perdas humanas e econômicas diante da ruptura de barragem.

3. Planos de Ações Emergenciais Aplicados à Barragens de Rejeitos

3.1 Considerações Gerais:

As barragens são estruturas que induzem vários riscos, havendo a possibilidade de ocorrência de fatalidades, caso venha a ocorrer uma ruptura na estrutura da barragem. Esse tipo de desastre irá se alastrar por uma grande extensão de terra, onde um grande volume de água percorrerá um caminho, habitável ou não como campos, pastos, bairros ou até mesmo cidades inteiras. Assim, quanto mais rápido for possível se antecipar com ações de socorro, com a transmissão de informação para a sociedade, quando algo acabar de acontecer, ou quando poderá acontecer em breve, melhor e mais eficazes elas serão.

Considerando esse contexto, o documento necessário no desenvolvimento e

alternativas para se reduzir o risco é chamado de Plano de Ação Emergencial (PAE). O plano visa preparar os empreendedores, órgãos fiscalizadores, organismos de defesa civil e a população próxima a área para o confronto de situações críticas.

O aumento do número de ruptura de barragens no Brasil desperta do governo, exigindo o estabelecimento de padrões de segurança. O PAE acima de tudo, é uma ferramenta que ajudará a reduzir o número de fatalidades, em caso de um desastre. Sua ausência no planejamento de uma obra é uma séria deficiência.

O PAE é um documento de identificação de potenciais riscos associados a uma barragem, definindo responsabilidades e propondo uma constância de ações previamente planejadas que devem ser colocadas em prática sistematicamente. Nele, são especificadas informações e procedimentos de forma a auxiliar o proprietário do empreendimento e os órgãos locais envolvidos na segurança de todos na região à jusante da represa, estabelece sinais de alerta para reduzir o efeito surpresa e, padroniza a forma oficial de notificação sobre o ocorrido. [20]

O fator tempo é considerado o grande obstáculo do PAE, pois uma resposta rápida, organizada e eficiente é fundamental para alcançar os objetivos propostos e principalmente, reduzir as perdas de vidas humanas.

O PAE está presente na Lei 12.334/2010, que apresenta o seguinte texto: [3]

Art 12. O PAE estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificará os agentes a serem notificados dessa ocorrência, devendo contemplar, pelo menos:

I - Identificação e análise das possíveis situações de emergência;

II - Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;

III - procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação;

IV - Estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

Parágrafo único. O PAE deve estar disponível no empreendimento e nas prefeituras envolvidas, bem como ser encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de defesa civil. [3]

O Plano de Emergência é constituído por dois planos específicos:

- Plano de Emergência Interno: A zona de auto salvamento (ZAS) refere-se a barragem, e zona à jusante próxima da Barragem. Caberá ao responsável pela obra, a elaboração de tal plano, levando em consideração as normas e legislação.
- Plano de Emergência Externo: O ZAS refere-se a proteção do vale a jusante, distante da Barragem. Caberá às autoridades políticas de proteção civil a elaboração de tal plano, levando em conta os riscos de rompimento da barragem, definidos pelos responsáveis pela obra.

3.2 Requisitos para o Plano Emergencial

Pode-se aumentar a eficácia do PAE, através de um padrão que assegura que todos os pontos de emergência e planejamento estejam cobertos. Através de uma padronização do documento, é facilitado a coordenação operacional diante dos desastres.

Apesar o proprietário da represa ser o responsável pela elaboração do PAE, este deve ser feito de forma coordenada com os órgãos municipais e estaduais de defesa civil. Segue abaixo um resumo sugestivo dos requisitos básicos para o Plano de Ação Emergencial de acordo com Franco: [20]

- Fluxograma para notificação: Sequências a serem seguidas, em ordem de prioridade no caso de uma emergência, e todos que devem ser acionados conforme necessidade;
- Alerta, Avaliação e Classificação das

emergências: Tempo é um fator crucial na atuação, portanto é melhor ativar o PAE enquanto ainda se esteja confirmando o nível da emergência.

- **Responsabilidades:** Os proprietários das barragens devem assumir a responsabilidade pela criação, desenvolvimento e manutenção do PAE Interno. Já o Estado e a defesa civil são responsáveis pela fiscalização do cumprimento do Plano, além de serem responsáveis pelo Plano Emergencial Externo.
- **Preparação:** Detalhar as ações antes de devida emergência, definindo todo o planejamento operacional, considerando a possibilidade de acidente ou incidente.
- **Mapas de Inundação:** Maquinar as áreas que podem ser inundadas em caso de ruptura da barragem. Esses mapas podem ser muito importantes para os envolvidos nas ações emergenciais, com o conhecimento dos pontos críticos e o esboço do trajeto das ondas de cheia.
- **Apêndices:** Informações complementares como fotos, tipo de material utilizado na construção, terreno, espaço a jusante, etc.

3.3 Plano de Emergência Interno - Metodologia

Tem como objetivo a estruturação e ajuda às operações de controle de segurança da barragem em situações de emergência ou críticas. O documento deve conter informações sobre o dono da obra e o responsável pela elaboração do PEI; dados sobre a barragem como localização, data da construção, capacidade; Informações sobre o sistema de controle da barragem; Identificação da população à jusante da barragem; cenários de acidentes; escala de emergência para classificação dos acidentes.

Na elaboração da escala de nível de emergência, recomenda-se uma escala de 0 a 3 ou 4, onde cada risco considerado pode ser descrito como:

- **Nível zero:** Condição normal de operação. Não representa nenhum sinal de alerta.

- **Nível 1:** Atenção, relacionado a detecção de problemas operacionais ou estruturais. Deve-se preparar uma mobilização caso a situação venha a piorar. Neste primeiro nível, a cadeia de mobilização caberá apenas a equipe interna da Barragem.

- **Nível 2:** Alerta geral, representando um agravamento da situação do Nível 1, ou a ocorrência de um evento completamente adverso e inesperado, onde a ruptura da barragem seja uma possibilidade.

- **Nível 3:** Alerta de Catástrofe. Constatação que a situação deixou de ser controlável e um acidente é inevitável. Neste nível as ações do plano de evacuação devem ser imediatamente adotadas, de forma a minimizar as perdas de vidas na comunidade jusante a barragem.

Segundo Almeida, o documento pode ser estruturado da seguinte forma: [21]

- **Introdução:** Contendo aspectos gerais, informações sobre a barragem, localização.
- **Responsável e Autoridades:** Principais autoridades relacionadas à construção de barragens, identificação do dono e responsável pela obra, bem como do responsável pela segurança da barragem.
- **Comunicação:** Desenvolvimento de um sistema de comunicações, tanto internas quanto externas, sendo confiável e operacional.
- **Organização interna:** Apresentação sobre o centro de controle, com sistema de transmissão de dados. Deve-se prever no PAE Interno o isolamento da área da barragem, bem como a segurança interna.
- **Ações de segurança:** Em consoante com a situação encontrada, e o nível da emergência fixado, deve-se listar as ações a serem tomadas, prioridades, manobras a serem realizadas.
- **Transmissão da informação à comunidade:** Listagem dos canais de comunicação para divulgação da emergência para o público civil, com informações e orientações de segurança vindo diretas do centro de controle, e coordenadas também

com o órgão de proteção civil.

- Relatórios de Acidentes e Incidentes: Revisão exemplificada de eventos passados, incluindo causas, consequências, medidas de segurança tomadas e recomendações de ações em caso de nova emergência.
- Treinamento e formação: Procedimentos para treino operacional para funcionários da barragem, em combinação com a autoridade. Cursos de atualização e revisão de medidas a serem tomadas, de forma a incrementar a competência dos mesmos, e a segurança geral da barragem.
- Conjuntura dos riscos potenciais da Barragem: Documento que visa apresentar os riscos existentes na barragem, de forma a fornecer um entendimento adequado dos mesmos, para que a preparação adequada seja feita.

3.4 Plano de Emergência Externo - Metodologia

Tem como objetivo a diminuição da quantidade de vítimas caso ocorra um acidente na Barragem a montante. O PAE Externo objetiva, principalmente, a proteção das vidas humanas. O Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) define o PEE como um documento formal e vinculativo que determina as orientações de atuação dos diversos agentes de proteção civil, atribuindo-lhes missões, de forma a garantir o empenho e coordenação de todos, defronte de uma catástrofe ou acidente, evitando consequências inaceitáveis. [9]

De acordo com a APSEI, o Plano de Emergência Externo deverá ser organizado com as seguintes partes: [22]

- Parte I - Embasamento geral do plano;
- Parte II - Organização da resposta;
- Parte III - Áreas de Intervenção;
- Parte IV - Informações Complementares.

3.4.1 Embasamento geral do plano:

Introdução e apresentação geral do plano de ação, com seus objetivos explicados e sua existência justificada. Aqui, deve-se expor como interligar o plano com os outros

instrumentos de defesa, além de mitigar o enquadramento legal e os antecedentes do processo, e a realização de uma articulação com outros sistemas de planeamento.

3.4.2 Organização da resposta:

Nesta parte constam informações sobre a execução do plano, tanto na fase de emergência quanto na fase de reabilitação. Deve-se expor também, a zona de intervenção em que é aplicado. Define-se também as respectivas missões dos agentes de proteção civil e dos organismos e entidades de apoio.

3.4.3 Áreas de Intervenção:

São apresentadas as áreas de intervenção básicas da organização geral das operações. Nesta parte é detalhada a administração dos recursos, bem como a logística de apoio, e a gestão da informação de emergência, com o plano de comunicação elaborado. As ações de serviços médicos e transportes das vítimas, salvamento e serviços mortuários também são especificados. Por fim, os protocolos para manutenção da ordem pública.

3.4.4 Informações Complementares:

Funciona como um anexo ao Plano de ação, com vários tipos de informações que podem ser essenciais durante uma emergência. Essa parte pode ser dividida em três seções: A primeira visa identificar os membros da Comissão Municipal de Proteção Civil e a declaração do estado de alerta.

Na segunda seção são feitas caracterizações gerais sobre a barragem, da estrutura, espaço, socioeconômica, além da explicitação do risco, onde é feita a análise de risco e vulnerabilidade, com medidas propostas para minimizá-las.

Na terceira seção são disponibilizadas informações de acesso rápido que podem fazer a diferença na atuação frente a uma emergência. São exemplos: inventários de recursos, modelos de relatórios, comunicados e requisições, listas de contatos, controle e registros do plano, legislação, dentre outros.

O PAE Externo deve ser atualizado periodicamente, de acordo com definição da Comissão Nacional de Proteção Civil ou

quando os Serviços de Proteção Civil se mostrarem necessários, ou quando houver a identificação de novos riscos e vulnerabilidades.

4. Considerações Finais

Após as tragédias vivenciadas no Brasil houve um avanço na estruturação do fiscalizador mas entende-se que essa estruturação deve melhorar. Além disso pode-se observar que a cultura impregnada no Brasil é de não se ater aos riscos e não priorizar o planejamento, gestão e controle de seus projetos levando a uma resposta tardia em relação aos problemas apresentados pelos mesmos. A cultura que prioriza apenas prazo e custo acaba criando barreiras para a implementação de práticas diferentes estagnando a evolução dos processos que deveriam ser considerados fundamentais tanto por entidades públicas quanto privadas.

Visto a tamanha dificuldade atual para implementação de boas práticas de gestão pode-se concluir também que a situação de muitas comunidades se encontra em risco elevado e medidas precisam ser tomadas, principalmente a elaboração da PAE. Além disso observa-se a falta de capacitação dos profissionais e empresas, mas também a falta de capacitadores.

Por fim, entende-se que a gestão de riscos traz consigo segurança mediante antecipação de problemas e evita perdas mensuráveis e imensuráveis e deveria ser conhecida, reconhecida e requisito em projetos de engenharia.






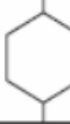




5. Referências

- [1] MIN. Ministério da Integração Nacional. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, 2002. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/cadastrs/barragens/inspecao/ManualdeSegurancaeInspecaodeBarragens.pdf>. Acesso 05/10/ 2020.
- [2] PEREIRA, Oniwendel F. M. Análise da classificação de barragens de contenção de rejeitos no Brasil, quanto ao critério de categoria de risco. Instituto Tecnológico Vale, 2016. Disponível em: <http://www.itv.org/wp-content/uploads/2018/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Oniwendel-Pereira.pdf>. Acesso em 05/10/2020.
- [3] PLANALTO. Lei 12.334/2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em 06/10/2020.
- [4] LEITE, Sérgio R; Modelo para avaliação de riscos em segurança de barragens com associação de métodos de análise de decisão multicritério e conjuntos Fuzzy. Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/36965/1/2019_S%C3%A9rgioRibeiroLeite.pdf. Acesso em 05/10/2020.
- [5] ANM, Agência Nacional de Mineração. Report semanal de barragens de mineração, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/boletim-semanal-de-barragens-de-mineracao/report-semanal-2020-08-10.pdf>. Acesso em 06/10/2020.
- [6] ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Relatório de Segurança em Barragens, 2020. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2019/rsb19-v0.pdf>. Acesso em 06/10/2020.
- [7] PANIAGO, Luiz. Principais usos das barragens e suas aplicabilidades. Instituto Minere, 2018. Disponível em: <https://institutominere.com.br/blog/principais-usos-das-barragens-e-suas-aplicabilidades>. Acesso em 05 de outubro de 2020.
- [8] CNPGB. Grupo de Trabalho de Análise de Riscos em Barragens: 1º Relatório de Progresso, Lisboa: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens, 2005.

- [9] MOPTC, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Regulamento e segurança de barragens. Decreto-lei nº344/2007. PORTUGAL. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/641445>. Acesso em 07 de outubro de 2020.
- [10] MMA, Ministério Nacional do Meio Ambiente. Recursos Hídricos Resolução CNRH nº 144/2012. BRASIL. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7234 Acesso em 05 de outubro de 2020.
- [11] COLLE, Gisele A. metodologia de análise de risco para classificação de barragens segundo a segurança, 2008. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~bleninger/dissertacoes/143-Gisele_de_Andrade_Colle.pdf. Acesso em 03 de outubro de 2020.
- [12] ECKHOFF, R. K. Explosion Hazards in the Process Industries, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128032732000116>. Acesso em: 6 de outubro de 2020.
- [13] CNPGB. Grupo de Trabalho de Análise de Riscos em Barragens: 2º relatório de progresso, Lisboa: Comissão Nacional Portuguesa de Grandes Barragens, 2006.
- [14] PEREIRA, Frank M. S. Gestão de riscos e plano de ações emergenciais aplicado à barragem de contenção de rejeitos casa de Pedra/CSN. Universidade Federal de Ouro Preto, 2009. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp132138.pdf>. Acesso em: 04/10/2020.
- [15] SILVA, João P. G. F. A. Gestão de riscos aplicada a uma infraestrutura de armazenamento de resíduos mineiros. Universidade Nova de Lisboa, 2015. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/18302/1/Silva_2015.pdf Acesso 06/10/2020.
- [16] ANCOLD, Guidelines on tailings dam design, construction and operation. Australian National Committee On Large Dams: October. 2003
- [17] USBR. Dam safety public protection guidelines. Denver, Colorado: U.S. Deptment of the Interior, 2011.
- [18] USACE. Risk Guidelines. Washington: U.S. Army Corps of Engineers, 2012.
- [19] ICOLD, 2005. Risk assessment in dam safety management, A reconnaissance of benefits, methods and current applications. International Commission On Large Dams: Bulletin 130.
- [20] FRANCO, Sérgio S.P.A. Segurança de Barragens. Universidade Federal de Goiás, 2008. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1318/1/Dissertacao%20Carlos%20Sergio%20Souza%20P%20de%20A%20Franco.pdf>. Acesso 19/10/2019.
- [21] ALMEIDA, António B. Curso sobre Operação e Segurança de Barragens. Instituto da Água de Lisboa, 2006. Disponível em: <http://www.civil.ist.utl.pt/~joana/artigos%20risco%20ABA/pub-2001/capitulo-7-livro-curso%20INAG2001.pdf>. Acesso em 19 de outubro de 2019.
- [22] APSEI. Associação Portuguesa de Segurança. Plano de Emergência em Barragens, 2020. Disponível em: <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/protecao-civil/plano-de-emergencia-em-barragens/>. Acesso em 19 de outubro de 2020.
- [23] PERINI, Daniel Sosti: Estudo dos processos envolvidos na análise de riscos de barragens de terra. 2009. Universidade de Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4363>. Acesso 06/10/2020.
- [24] PIMENTA, Lurdes. Abordagens de riscos em barragens de aterro, 2009. Universidade Técnica de Lisboa. Disponível em: <http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/17187/1/Tpi59.pdf>. Acesso em 06/10/2020.

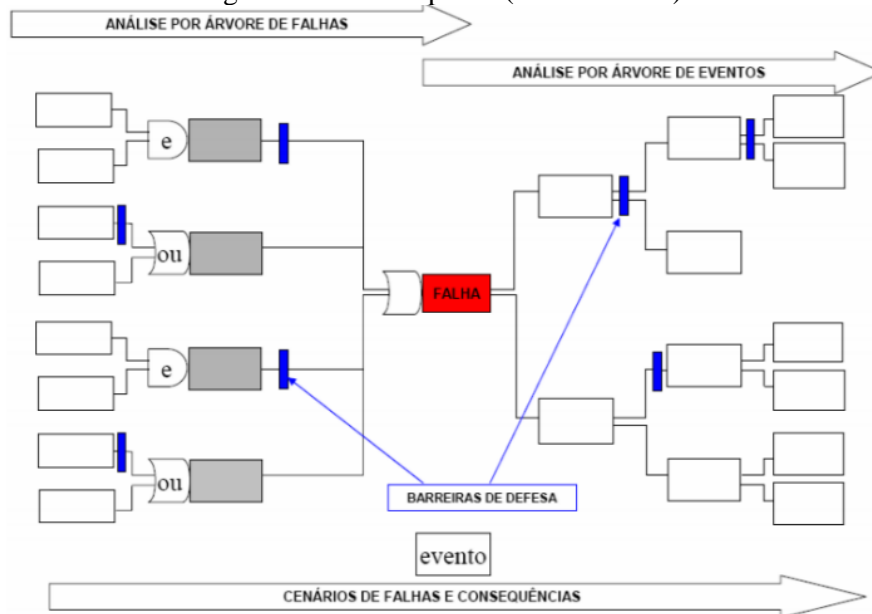
6. Anexos

Figura 2: Símbolos lógicos utilizados na construção de árvores de falhas.

SÍMBOLO LÓGICO	DESIGNAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	Porta E	O evento de saída ocorre apenas se todos os eventos de entrada ocorrerem
	Porta OU	O evento de saída ocorre se ocorrer pelo menos um dos eventos de entrada
	Porta OU exclusiva	O evento de saída ocorre se um único dos eventos de entrada ocorrer
	Porta E condicional	O evento de saída ocorre se todos os eventos de entrada ocorrerem por ordem, da esquerda para a direita
	Porta m em n	O evento de saída ocorre se m dos n eventos de entrada ocorrerem
	Porta Condicional	O evento de saída é resultado do evento de entrada se o evento condicional ocorrer
	Acontecimento iniciador	Evento elementar com potencial directo ou indirecto para originar a falha em análise
	Evento por desenvolver	Evento cujas causas estão por desenvolver
	Evento	Evento que resulta da associação lógica de outros eventos
	Símbolo de transferência	Evento que resulta de outra árvore de falhas

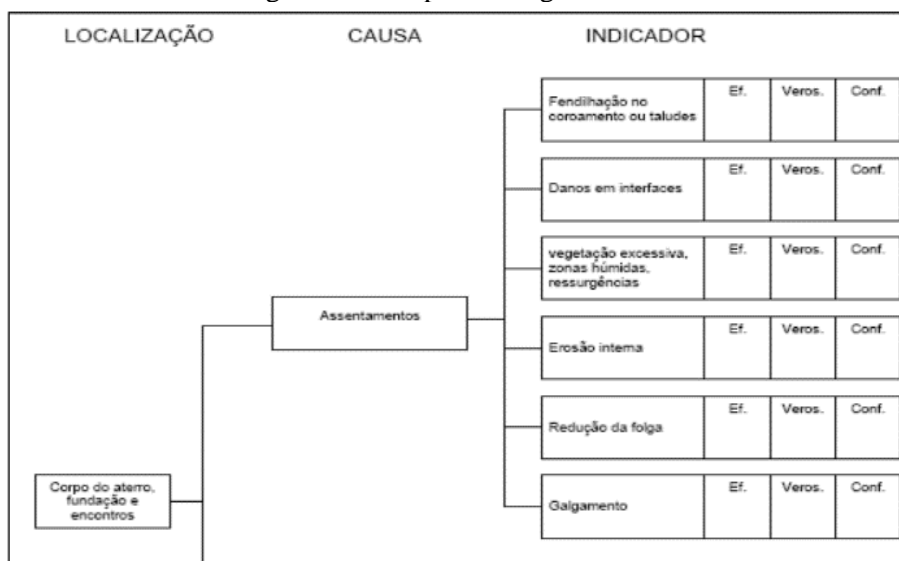
Fonte: CNPGB [8]

Figura 3: Noeud Papillon (Nó Borboleta).



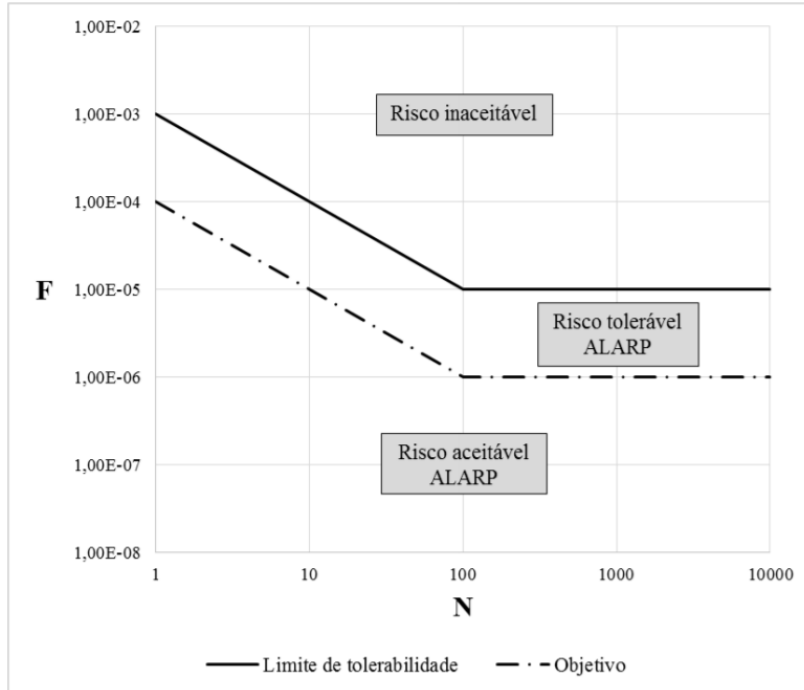
Fonte: CNPGB [8]

Figura 4: Exemplo de diagrama LCI.



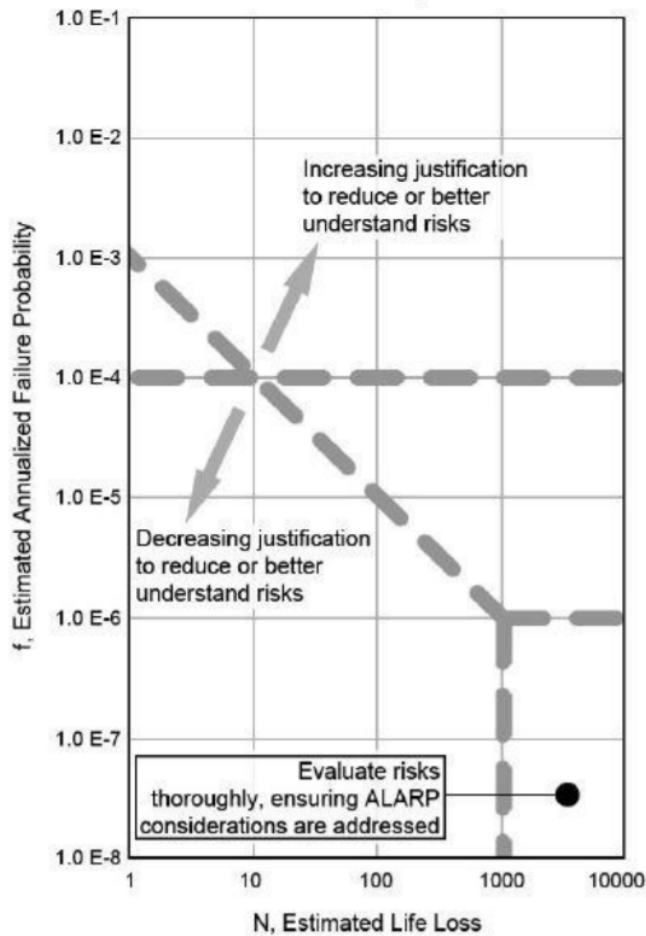
Fonte: CNPGB [13]

Figura 6: Critérios de risco da ANCOLD



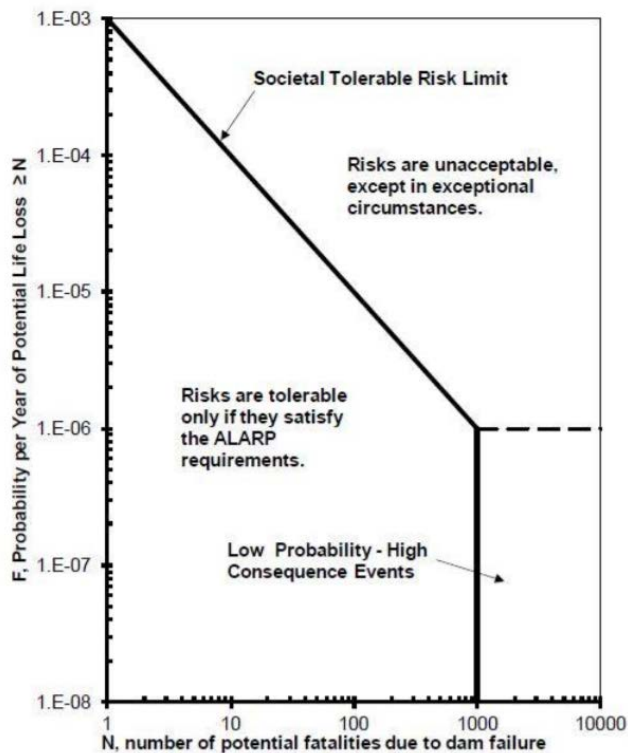
Fonte: ANCOLD [16]

Figura 7: Critérios de risco societal do USBR
Reclamation Dam Safety Risk Guidelines



Fonte: USBR [17]

Figura 8: Critérios de risco societal do USACE



Fonte: USACE [18]

Figura 9: Exemplo do método HAZOP

Sistema principal Barragem (3)
 Sub-sistema Ensecadeira (2)
 Fase Construção (1)

Data: _____
 Folha: _____
 Autor: _____
 Aprovação: _____

Código de identificação	Designação	Grandeza	Desvio (palavra chave)	Causa	Efeitos	Meios			Meios adicionais
						de detecção do desvio	de prevenção do desvio	de mitigação dos efeitos	
3-2-1 (a-b-c) ⁽¹⁾	Ensecadeira	Assentamento	MUITO SUPERIOR (ao valor estimado)	Colapso dos materiais do maciço estabilizador de montante	Abertura de fendas Estabelecimento de caminhos de percolação montante/jusante Erosão interna Formação de brecha Libertação de uma onda de cheia para jusante	Marcas de nivelamento para medição dos assentamentos Inspeção visual	Ensaio de caracterização Colocação e compactação dos materiais do maciço estabilizador de montante do lado húmido	Subida expedita do coroamento da ensecadeira Accionamento do Plano de Emergência	Mais do que um meio de comunicação entre a obra e o exterior Sistema de aviso e alerta

⁽¹⁾-

a - Sistemas principais

- 1 - bacia hidrográfica
- 2 - albufeira
- 3 - barragem
- 4 - vale a jusante

b - Sub-sistemas da barragem

- 1 - galeria de desvio provisório
- 2 - ensecadeira
- 3 - corpo da barragem
- 4 - descarregador de cheias
- 5 - descarga de fundo
- 6 - tomada de água

c - Fase

- 1 - construção
- 2 - 1º enchimento
- 3 - exploração (primeiros 5 anos)
- 4 - exploração (após os primeiros 5 anos)

Fonte: CNPGB [8]

Figura 10: Exemplo do método FMEA

Código de identificação	Designação	Funcionamento	Modo de falha	Causa (acontecimento iniciador)	Efeitos da falha			Meios			Meios adicionais
					Locais	Noutros sub-sistemas	Terminais	de detecção do modo de falha	de prevenção do modo de falha	de mitigação dos efeitos	
3-1-1 (a-b-c) (1)	Galeria de desvio provisório	Desvio do rio durante a fase de construção. Operação em cheia	Excedida a capacidade de escoamento da galeria em superfície livre (galeria projectada para funcionar em superfície livre, sem entrar em pressão)	Cheia superior à cheia de projecto	Escoamento em pressão no interior da galeria	Subida do nível da água na albufeira acima dos valores previstos	Perda de folga Galgamento da enseadeira Onda de cheia no vale a jusante	Medição de caudais na bacia hidrográfica	Consideração de uma folga adequada a operações excepcionais.	Subida expedita do coroamento da enseadeira	Considerar a possibilidade de executar um descarregador de emergência sobre o corpo da enseadeira
								Medição do nível da água na albufeira	Subida faseada dos aterros da enseadeira (acima da cota do coroamento)	Accionamento do Plano de Emergência	Sistema de Aviso e Alerta

a - Sistemas principais
(1):

- 1 - bacia hidrográfica
- 2 - albufeira
- 3 - barragem
- 4 - vale a jusante

b - Sub-sistemas da barragem

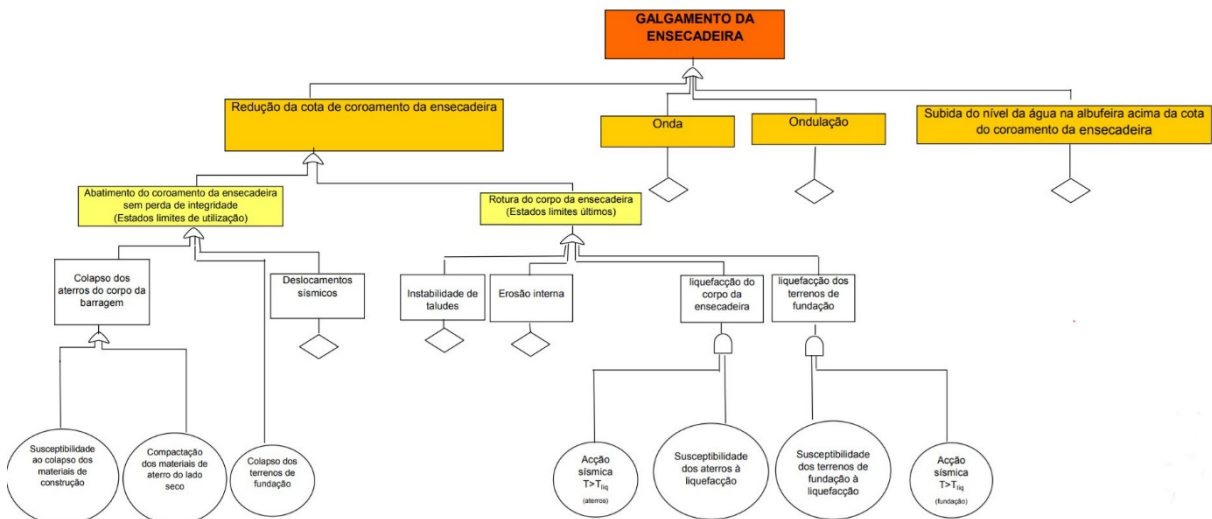
- 1 - galeria de desvio provisório
- 2 - enseadeira
- 3 - corpo da barragem
- 4 - descarregador de cheias
- 5 - descarga de fundo
- 6 - tomada de água

c - Fase

- 1 - construção
- 2 - 1º enchimento
- 3 - exploração (primeiros 5 anos)
- 4 - exploração (após os primeiros 5 anos)

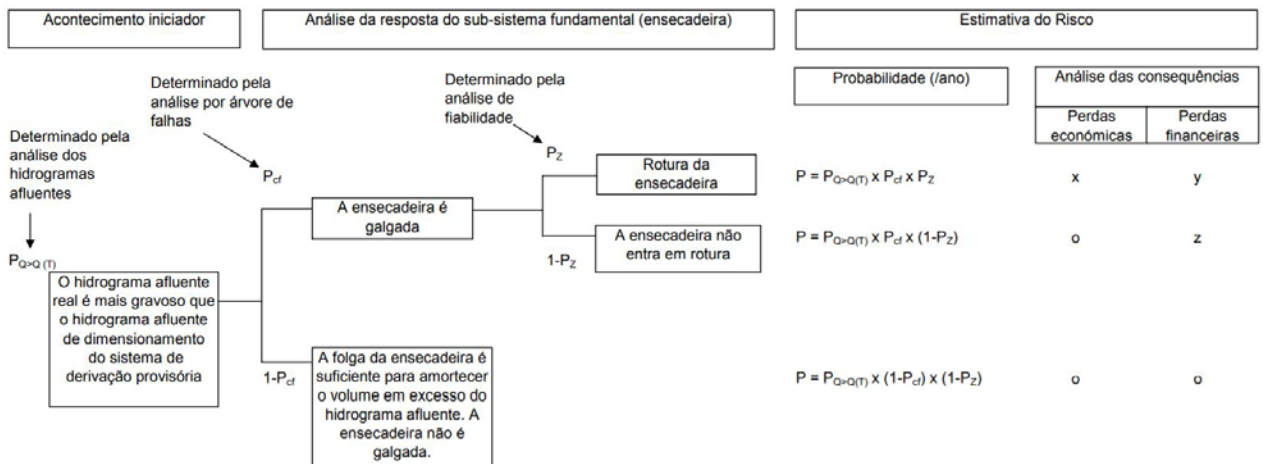
Fonte: CNPGB [8]

Figura 11: Exemplo de Árvore de Falhas



Fonte: CNPGB [8]

Figura 12: Exemplo de Árvore de eventos



Fonte: CNPGB [8]



Patologias em Estruturas de Concreto Armado

Pathologies in Reinforced Concrete Structures

NOVAES, Isabella M. M¹; POZNYAKOV, Karolina².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle De Obras Civis, Rio de Janeiro – RJ.

²Professora Convidada – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Patologia

Estruturas de concreto

Manifestações patológicas

Key word:

Pathology Concrete

Structures Pathological

Manifestations

Resumo:

O objetivo deste trabalho é descrever sobre as patologias que ocorrem nas estruturas de concreto armado. O estudo será baseado em uma revisão bibliográfica, onde será abordado as principais origens e tipos de manifestações patológicas, suas causas e efeitos, bem como soluções cabíveis aos problemas apresentados, além de medidas de profilaxia para evitar o seu aparecimento, ocorrência e sua propagação. O estudo das patologias em estruturas foi o tema escolhido devido às suas diversas ocorrências nas construções com o emprego do concreto armado, devido à diversos fatores como mão-de-obra desqualificada, falha no projeto e/ou na execução, entre outros. As patologias nas construções afetam diretamente a vida útil da estrutura e os parâmetros de segurança, além de recursos financeiros para seu devido tratamento. Um diagnóstico adequado da patologia apresentada deve indicar em que etapa do processo construtivo se deu início ao fenômeno e qual será o processo para sua correção e recuperação. Portanto, é necessário o controle de execução em cada etapa da construção para evitar o surgimento das manifestações patológicas nas estruturas e assim atender de forma satisfatória a qualidade e desempenho do empreendimento.

Abstract

The objective of this work is to describe the pathologies that occur in reinforced concrete structures. The study will be based on a literature review, addressing the main origins and types of pathological manifestations, their causes and effects, as well as suitable solutions to the presented problems, in addition to prophylactic measures to prevent their appearance, occurrence, and propagation. The study of pathologies in structures was chosen as the theme due to their various occurrences in constructions using reinforced concrete, due to factors such as unqualified labor, project and/or execution failures, among others. Pathologies in constructions directly affect the lifespan of the structure and safety parameters, as well as financial resources for their proper treatment. An adequate diagnosis of the presented pathology should indicate at which stage of the construction process the phenomenon began and what the process for its correction and recovery will be. Therefore, it is necessary to control execution at each stage of construction to avoid the emergence

of pathological manifestations in structures and thus satisfactorily meet the quality and performance of the project.

1. Introdução

A construção civil segue em um ritmo de constante crescimento e avanço tecnológico no país, apesar disso, as manifestações patológicas sempre poderão estar ocorrendo nas construções. Resumidamente, manifestação patológica pode ser entendida como o processo de degradação e deterioração da estrutura.

Dessa forma, diversos são os problemas patológicos na construção civil, sua ocorrência se dá por diversos fatores, como projetos mal elaborados, falha nas etapas de execução da obra, baixa qualidade dos materiais empregados, mão-de-obra desqualificada, ausência de fiscalização por parte dos responsáveis, ou até mesmo seu uso inadequado e a falta de manutenções periódicas no local.

Direcionando-se para as estruturas de concreto armado, que são conhecidas pelos excelentes resultados de resistência, trabalhabilidade e qualidade, estas requerem cuidados em sua elaboração, para assim garantir seu melhor desempenho e otimização da vida útil. A execução adequada do concreto armado engloba o estudo do traço, dosagem e manuseio adequados, tempo de cura respeitado, além de manutenção preventiva e proteção contra os agentes externos. A falta destes, podem desencadear uma série de consequências não desejadas à estrutura.

A partir do aparecimento das manifestações patológicas, é necessário um correto diagnóstico onde indique a origem da anomalia apresentada, bem como as medidas de correção e profilaxia que deverão ser tomadas, para que os problemas sejam contidos, além de evitar seu reaparecimento.

Portanto, o estudo das patologias das estruturas é de suma importância para o setor, visto que leva em consideração as causas e formas das manifestações, os efeitos que são gerados e as consequências que podem trazer, assim como reverter os problemas encontrados, além de estipular em quanto tempo se deve fazer a manutenção da estrutura para prolongar sua vida útil.

Os conceitos de qualidade da construção estão diretamente ligados ao não surgimento de manifestações patológicas nas estruturas no decorrer de sua vida útil, manutenções preventivas realizadas no tempo correto garantem essa qualidade ao longo do tempo.

A falta de um controle adequado da patologia pode trazer enormes prejuízos financeiros, risco à segurança dos usuários e até mesmo o colapso estrutural. Com isso, é necessário sempre inspecionar, reabilitar e sustentar as estruturas existentes, visando os âmbitos econômico, social, patrimonial ou histórico. Além de que, desde a concepção do projeto e execução da construção, é necessário visionar seu desempenho futuro em termos de segurança, qualidade e vida útil, para que não ocorram problemas patológicos graves que comprometam a estrutura.

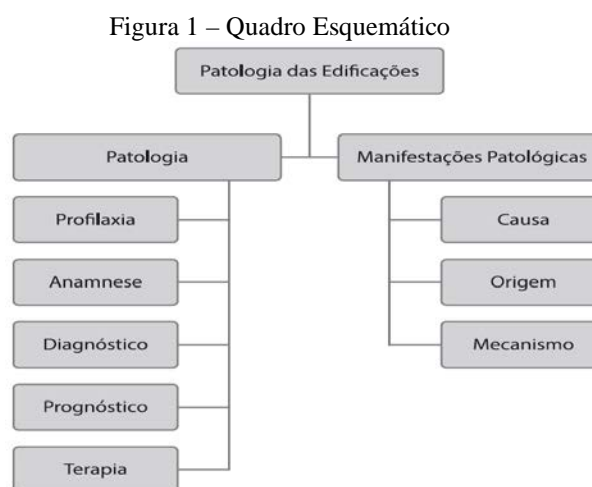
Neste trabalho, serão abordados os conceitos de patologia nas construções, os principais tipos de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, a origem dos problemas, suas causas e consequências, como é feito o diagnóstico e terapia, assim como medidas de prevenção e correção.

2. Patologia das Construções: Considerações Iniciais

Apesar do grande avanço da construção civil ao longo dos anos, ainda existem ocorrem diversas falhas no desenvolvimento produtivo e

tecnológico no setor, ocasionando em danos ao desempenho das edificações e estruturas, gerando assim as patologias da construção civil. A patologia das construções é um campo da Engenharia em que estuda as origens, sintomas, efeitos e causas das degradações das estruturas, analisando seu desempenho insatisfatório, realizando o diagnóstico adequado e intervindo para sua correção [1].

Esse estudo se tornou um grande aliado na busca pela qualidade dos processos construtivos e melhoria nos quesitos de segurança e durabilidade das construções. Para remediar o aparecimento das manifestações patológicas é preciso uma investigação detalhada das origens das ocorrências, assim entendendo seu episódio e auxiliando nas tomadas de decisões para medidas de correção e prevenção aos problemas [2]. Na figura 1, verifica-se de forma esquemática a ramificação no estudo das patologias.



Fonte: SENA [3]

Nesse contexto, para impedir o surgimento dos problemas patológicos, é necessário investir em mão de obra qualificada, materiais de boa qualidade, profissionais atualizados dos sistemas construtivos, adoção de novas tecnologias, realização de manutenções preventivas recorrentes, a fim de garantir a vida útil da estrutura e diminuindo ao máximo a necessidade de obras de recuperação [4].

Entretanto, após a aprovação da NBR 15575, se tornou obrigatório o comprometimento com a qualidade dos materiais e sistemas construtivos adequados, adotando requisitos de conforto, segurança, funcionalidade e durabilidade. Dessa forma, o setor vem se adequando para garantir a melhoria na escolha dos recursos que serão empregados, no detalhamento dos projetos e no processo de execução das obras. Com isso, a propensão é que esse controle nos procedimentos da construção civil reduza as anomalias frequentemente encontradas.

2.1. Definições e Conceitos

Dentro do estudo das patologias na construção civil, são abordados diversos conceitos que estão relacionados ao tema, sendo necessário o discernimento acerca de cada um deles para a correta compreensão sobre o assunto, conforme a seguir.

2.1.1. Manifestações Patológicas

Vale ressaltar a diferença entre os termos patologia e manifestações patológicas, visto que há uma confusão no entendimento destes, portanto a patologia das construções é a ciência que estuda as origens e os mecanismos dos problemas que surgem nas estruturas, já as manifestações patológicas são os próprios problemas identificados nas estruturas, sendo as degradações encontradas, que ocorrem tanto durante a execução da obra ou ao longo da vida útil da construção [5].

2.1.2. Vida Útil

Vida útil é o tempo em que a estrutura mantém suas principais características de funcionalidade, resistibilidade e aspectos superficiais determinados [6]. A NBR 15575 classifica como vida útil uma “medida temporal de durabilidade” e nos indica a Tabela 1, como referência desse tempo de duração conforme indicado.

Tabela 1 – Vida Útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima	VUP intermediária	VUP superior
Estrutura	≥ 50 anos	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13 anos	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40 anos	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20 anos	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20 anos	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20 anos	≥ 25	≥ 30

Fonte: Adaptado de ABNT 15575-1 [7]

Para alcançar o período de vida útil pré-estabelecido, as estruturas devem ser compostas de materiais duráveis, bem como devem ser projetadas para o atendimento às normas de qualidade e segurança, preservando assim sua funcionalidade e estética. Porém, ao decorrer do tempo, é natural os desgastes ocorrerem nas estruturas, sendo por inúmeros fatores como ações de agentes químicos, físicos, mecânicos e biológicos, com isso a necessidade de manutenções periódicas para a conservação da estrutura e garantir que sua vida útil seja atendida de forma satisfatória.

Diante disso, informar-se da durabilidade e vida útil dos materiais e processos é indispensável para a compreensão do desempenho das estruturas ao longo do tempo, assim como para prevenir o surgimento de manifestações patológicas precoces [8].

2.1.3. Durabilidade

A durabilidade das estruturas está relacionada à capacidade das mesmas em conservar suas propriedades de resistência e funcionalidade no período de vida útil previsto, dentro das circunstâncias na qual foram projetadas, diante da relação entre a estrutura, o meio, e às condições de utilização, manipulação e preservação [6].

2.1.4. Desempenho

Entende-se por desempenho, o comportamento da estrutura conforme sua utilização, diante das condições de exposição dos componentes que a compõem, referindo-se assim ao grupo de ações que atuam sobre a estrutura, como as cargas e sobrecargas, ações externas e ações internas [9].

Comumente as manifestações patológicas têm relação com a queda no desempenho das estruturas, visto que tem ligação direta com os danos e falhas construtivas que surgem na estrutura ao longo do tempo [10].

2.1.5. Origem

Onde originou a manifestação patológica, dentro das etapas do processo construtivo da estrutura, seja na fase de planejamento, execução, materiais usados ou utilização [11].

2.1.6. Causa

O agente no qual desencadeou o problema patológico [12].

2.1.7. Mecanismo

É como a manifestação patológica se instala e progride. Portanto, é fundamental entender esse mecanismo para a intervenção correta [11].

2.1.8. Sintomas

São como as manifestações patológicas se revelam visualmente [12].

2.1.9. Diagnóstico

É a fase onde se identifica e descreve o problema existente, explicando os sintomas, a origem e causas, mecanismo dos fenômenos, e suas consequências [12].

2.1.10. Terapia

Entende-se como a medida corretiva para solucionar as anomalias identificadas na estrutura. Pode ser feita através de reforço, reparo, restauração, reconstrução, entre outros [12].

2.1.11. Manutenção

É o conjunto de ações que tem por objetivo garantir o desempenho adequado da estrutura no decorrer de sua vida útil, a fim de manter sua integridade ao longo do tempo [13].

2.1.12. Profilaxia

É a ciência que dita as medidas preventivas necessárias a serem tomadas, a fim de evitar o aparecimento dos problemas patológicos nas construções [12].

3. Patologias nas Estruturas de Concreto Armado

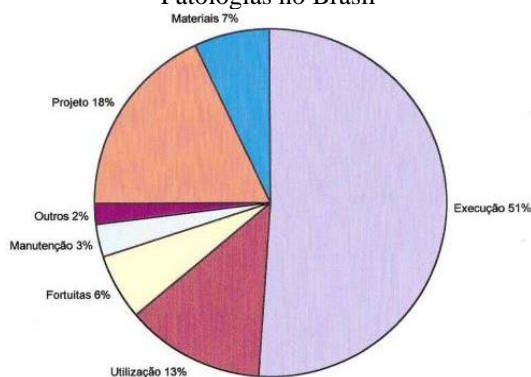
Em uma estrutura de concreto armado, para que um problema seja considerado como patológico deve afetar alguns dos requisitos da construção, seja a funcionalidade, a resistência ou a estética. As manifestações patológicas no concreto armado comprometem diretamente o desempenho da estrutura, estas também causam impactos estéticos desagradáveis, além de incômodo e sensação de insegurança aos usuários [14].

A origem dos problemas patológicos no concreto armado raramente é em função de uma única causa, há um conjunto de causas que podem atuar de forma simultânea nas estruturas, levando ao processo de deterioração. Com isso, o correto diagnóstico é um fator determinante para que seja feita intervenção adequada.

3.1. Origem dos mecanismos de deterioração

A origem de uma manifestação patológica pode ser indicada por diversos fatores, desde a falha na concepção da estrutura, problemas com os materiais empregados ou até mesmo a utilização inadequada da construção. Vale ressaltar a diferença entre os conceitos de causa e origem das manifestações. A origem está relacionada em que fase da estrutura surgiu o problema, já a causa é o fator que contribuiu no surgimento da patologia [15]. A figura 2 indica quais são as principais origens das patologias no Brasil.

Figura 2 – Gráfico com as Principais Origens de Patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov [12]

Para um melhor entendimento, estas origens estão divididas e relacionadas abaixo.

3.1.1. Falha no Projeto

As manifestações patológicas originadas de erros nos projetos estruturais podem surgir devido à um mau planejamento ou a falhas técnicas dos responsáveis. Os problemas causados decorrentes de falhas na concepção do projeto são proporcionais ao tempo em que ocorreu, isto é, erros no início do projeto e transferidos para as próximas etapas, tendem a causar maiores danos e soluções de correção mais complexas [4].

Os principais erros em projetos de estruturas estão relacionados a: falhas no dimensionamento da estrutura; má avaliação das cargas; sobrecargas não previstas; ausência de detalhes construtivos ou impossibilidade de executá-los; ausência de sondagem ou de conhecimento da resistência do solo; incorreção na interação solo-estrutura; divergências entre os projetos e falta de compatibilização dos mesmos; falha nas especificações dos materiais; ausência ou negligência às juntas de dilatação e efeitos térmicos; cobrimento incorreto.

3.1.2. Falha na Execução

Grande parte dos problemas patológicos são originados na fase de execução da obra, são erros que ocorrem durante o processo de produção, que, por muitas vezes, é prejudicado pela falta de planejamento ou controle inadequado das etapas construtivas [4].

A ocorrência de falhas pode se dá desde a etapa inicial da construção, os principais fatores

são: mão de obra desqualificada; falta ou baixo de controle de qualidade; condições de trabalho precárias; irresponsabilidade técnica; ausência de programas de qualificação dos trabalhadores; erro na interpretação do projeto; uso de concreto inadequado; armadura mal posicionada ou deficiente; erro de lançamento do concreto; mau escoramento de formas; tecnologias defasadas; não atendimento ao cobrimento indicado; processo de cura não respeitado; desformas antes do tempo; utilização incorreta dos materiais; execução inadequada dos procedimentos; falta de fiscalização.

3.1.3. Materiais Empregados

Os materiais a serem utilizados devem ser especificados na fase de projeto, contudo deve-se ter um controle na aquisição destes para a confecção do concreto, para que seja atingida a qualidade esperada. As especificações dos materiais para o concreto devem estar de acordo com o recomendado na NBR 12655.[27]

O controle e fiscalização na compra e uso dos materiais nas estruturas de concreto armado é determinante para a ocorrência das patologias. Os principais insumos empregados são o aço e concreto, estes são responsáveis pela durabilidade e resistência da estrutura, portanto devem atender á um controle rígido de qualidade na fase de execução, garantindo que o Fck do concreto e a bitola da armadura estejam conforme recomendado em projeto. Outros materiais importantes são a água, os agregados e os aditivos que são utilizados para a confecção do concreto, estes devem estar livres de contaminação e na quantidade adequada para garantir o desempenho do concreto ao longo do tempo [13].

O controle da qualidade dos materiais utilizados na construção diminui a incidência de deterioração precoce da estrutura, preserva sua vida útil e evita problemas futuros.

3.1.4. Utilização Inadequada

As manifestações patológicas podem ser originadas a partir do momento em que obra é liberada para o usuário, devido uso da estrutura de forma errônea, seja por desleixo ou até mesmo ingenuidade. Os principais motivos das patologias originadas na fase de utilização são: excesso de carga na estrutura; danos aos elementos estruturas devido à impactos; utilização de agentes químicos e agressivos que degradem a estrutura; erosão por abrasão; modificação de layout das instalações podendo atingir o elemento estrutural [15].

3.1.5. Manutenção ausente ou inadequada

As anomalias originadas pela manutenção feita de forma inadequada ou pela própria falta de manutenção podem ocorrer devido a negligência dos usuários e/ou construtores em assumir essa necessidade, ou até mesmo por ignorância ou problemas econômicos. A manutenção deve ser feita periodicamente para que se mantenha a qualidade da construção e prolongue a vida útil da estrutura. A falta de investimento em manutenções é um fator preponderante para o surgimento de problemas patológicos [4].

3.1.6. Outros fatores

Ações que podem ocorrer de maneira imprevisível como inundações, sismos, incêndios, choques de veículos inesperados, e outros acidentes.

Alteração das condições do terreno de fundação, onde não há uma cautela com as construções já existentes, alterando a estabilidade da estrutura e do terreno, como exemplo podemos citar a execução de obras vizinhas ou rebaixamento do lençol freático [4].

Ações físicas que podem causar problemas patológicos nas estruturas como as variações de temperatura e a ação da água recorrente na estrutura [9].

Ações químicas que podem ser originadas através de agressores como águas contaminadas, reações com ácidos, sais, sulfatos e o gás carbônico.

Ações biológicas podem originar problemas patológicos como, por exemplo, através de uma vegetação que penetre na estrutura de concreto, seja nas falhas de concretagem ou em juntas de dilatação [16].

3.2. Principais Tipos de Manifestações Patológicas, com Sintomas, Efeitos e Causas.

3.2.1. Fissuras

As fissuras são aberturas que atingem a estrutura do concreto armado, que podem ser classificadas com seu grau de abertura e nível de profundidade, conforme exemplificado na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Caracterização das Fissuras

TIPO	ABERTURA
• Fissura capilar	≤ de 0,2 mm
• Fissura	0,2 a 0,5 mm
• Trinca	0,5 a 1,5 mm
• Rachadura	1,5 a 5,0 mm
• Fenda	5,0 a 10,0 mm
• Brecha	+ de 10,0 mm

Fonte: Ibape Nacional [17]

As fissuras, conforme a Figura 3, são o nível mais superficial desta patologia e não indicam nenhum problema sério à estrutura, desde que não haja um avanço em sua abertura ao longo do tempo. As trincas podem reduzir a segurança de componentes estruturais do local, já as rachaduras são o tipo mais grave de fissura e podem desabilitar a utilização da estrutura atingida.

Figura 3 – Exemplo de Fissura



Fonte: Corsini [18]

São diversas causas que podem gerar essa patologia nas estruturas, as principais são devido a variações de temperatura, recalques das fundações, sobrecarga nas estruturas, insuficiência de armadura, vibrações, cura inadequada do concreto, esmagamento do concreto por excesso de armadura, adensamento do concreto e junta de concretagem inapropriados, resistência inadequada ou baixa qualidade do concreto, baixa aderência entre concreto e armadura, retração hidráulica [9, 19].

3.2.2. Corrosão

A corrosão pode ser caracterizada como a deterioração da película passivante existente na superfície das barras de aço, sendo esta a responsável por impedir a desintegração do ferro na conjuntura com o concreto, devido a alcalinidade da solução aquosa presente [4]. Essa danificação causada na armadura gera uma perda de seção, resultando em uma contínua deformação do aço, até a transformação dos aços em ferrugens.

A ferrugem provoca uma expansão da armadura, causando fissuração no concreto, perda de aderência na ligação estrutural, deslocamento do concreto, dessa forma deixando a estrutura cada vez mais exposta aos agentes agressivos e acelerando o processo de corrosão, e como consequência gerando a perda da resistência mecânica da estrutura e diminuição do seu fator de segurança [20]. Na figura 4, é observado um exemplo de corrosão nas armaduras de uma laje.

Figura 4 - Corrosão em estruturas de concreto



Fonte: Silva [21]

A corrosão pode ser dividida dois tipos: química, quando é formada pelo processo de oxidação e originada através da reação entre o ar e o aço; e eletroquímica ou eletrolítica, quando é provocada devido no meio aquoso, sendo o tipo mais grave da patologia nas estruturas.

As principais causas desta patologia em estruturas de concreto armado são:

- Baixo cobrimento da armadura, dessa forma facilitando a entrada e saída de água e agentes agressivos;
- Tensões na estrutura, como esforços de tração e cisalhamento;
- Agentes agressivos externos e internos, podendo ser pelo ambiente em que a estrutura está inserida ou mesmo compostos que foram adicionados ao concreto;
- Concreto de baixa qualidade; ação de cloretos; entre outros [16].

3.2.3. Desagregação do concreto

A desagregação do concreto ocorre a partir da fragmentação das placas de concreto, desfazendo o conjunto rígido existente e perdendo a função aglomerante entre os agregados e a pasta de cimento [4], conforme é visto na Figura 5.

Essa perda da capacidade aderente do concreto pode trazer diversas consequências à estrutura, como o aumento da porosidade e permeabilidade da camada

de concreto, redução da resistência aos esforços solicitantes, surgimento de fissuras na estrutura, decomposição química dos elementos estruturais e exposição da armadura podendo levar à corrosão, entre outros [22].

Figura 5 – Concreto desagregado



Fonte: Revista Construa [23]

Variadas são as causas desta manifestação patológica, podemos citar as principais como sendo variações térmicas, ação de cargas dinâmicas, concreto com resistência inadequada, erro de lançamento ou vibração do concreto, baixa qualidade de execução, ausência ou pouca manutenção, agentes químicos em contato com a superfície, agentes biológicos como o crescimento de vegetações que penetram nas estruturas, água de mar e ações de meios salinos, relação água/cimento inadequada, calcinação e cobrimento insuficiente [11].

3.2.4. Eflorescência

A eflorescência é a formação de bancos salinos ou crostas brancas de carbonato de cálcio que se depositam na superfície da estrutura, conforme é observado na Figura 6. Esta é o resultado da presença de água ou intempéries no local, os sais que podem ocasionar o fenômeno são os sulfatos de sódio, de potássio, de magnésio e hidróxido de cálcio [24].

Essa ocorrência provoca um aspecto estético desagradável na estrutura, além de poder causar desagregação e perda da resistência do concreto.

Figura 6 – Eflorescência no concreto



Fonte: Mapa da Obra [25]

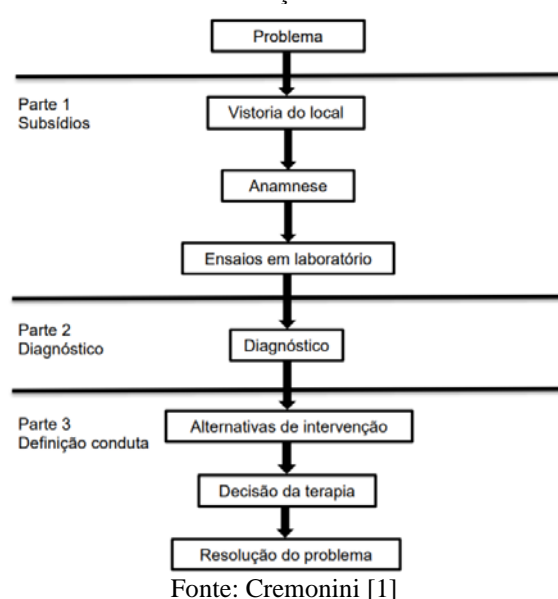
As principais causas para esse fenômeno são o contato da estrutura com águas contaminadas (subterrâneas, lagos, rios, chuvas) por cloretos, sulfatos e bicarbonatos dos compostos relacionados acima.

3.3. Intervenção

Para a correta intervenção nos problemas patológicos apresentados nas estruturas de concreto armado, é necessário que se tenha o conhecimento de todo o processo que desencadeou o problema para então chegar à sua solução. A Figura 7 abaixo, mostra o passo a passo que deverá ser implantado para a correção das patologias que forem apresentadas nas construções.

Após os dados coletados e realizado o diagnóstico do problema, o próximo passo é definir a medida de intervenção que será aplicada para a correção ou inibição da patologia. De início é realizado uma análise detalhada da situação, com o levantamento do que levou ao surgimento de tal patologia bem como da hipótese de recidiva do problema, para então definir qual conduta terapêutica que será adotada, definindo a mais adequada e com a melhor relação de custo/benefício [10].

Figura 7 – Fluxograma para resolução de patologias na construção civil



Visto isso, a seleção dos recursos e técnicas que serão empregados dependerá do diagnóstico, das características da região e do nível de exigência de desempenho da estrutura. As principais técnicas envolvidas na intervenção são divididas de acordo com o tipo de problema encontrado e, portanto, com diferentes formas de atuação, conforme relacionadas abaixo [6].

- *Intervenção emergencial*: Ação que deve ser executada de forma rápida para corrigir danos que causem insegurança na estrutura e que prejudica seu desempenho e utilização.
- *Intervenção de prevenção e proteção*: Ações que visam principalmente retardar o processo de deterioração da estrutura.
- *Reparos*: São realizadas com o intuito de recuperar o desempenho inicial da estrutura, estes podem ser divididos em reparos superficiais (onde não excede espessura da camada de cobertura da armadura) ou reparos médios e profundos (onde a profundidade do dano ultrapassa ao cobertura da armadura).
- *Reforços*: Indicado para reestruturar a resistência da estrutura para que esta suporte os novos esforços, aumentando sua capacidade de sustentação e desempenho.
- *Substituição da estrutura*: Ocorre quando

não há mais alternativa de correção da estrutura existente, visto que o dano causado atingiu o limite da capacidade indicada, sendo indicada a troca da estrutura ou até mesmo sua remoção definitiva.

Em relação às técnicas de intervenção aplicadas em estruturas de concreto armado, as principais são citadas a seguir [4, 11, 26].

- *Polimento*: consiste em diminuir a aspereza da superfície do concreto para impedir que a estrutura se desagregue no decorrer do tempo.
- *Apicoamento*: é um processo que precede a maioria dos métodos utilizados na recuperação estrutural, onde é deixada a superfície da estrutura rugosa para aumentar a aderência para um futuro tratamento em que vise o aumento da espessura do cobrimento da armadura.
- *Lavagem com soluções ácidas*: as estruturas são lavadas afim de retirar tintas, graxas, ferrugens e outros resíduos que mancham o local, geralmente são feitas com ácido muriático.
- *Lavagem com soluções alcalinas*: ocorre de forma semelhante à lavagem com soluções ácidas, porém esta pode ser realizada em áreas mais próximas às armaduras.
- *Lavagem com jato de areia e de água*: é realizada para remover as camadas superficiais mais deterioradas da estrutura, feita com jatos de água, ou areia, os mesmo os dois misturados.
- *Reforço mediante chapas de aço coladas*: são chapas de aço fixadas por meio de resina epóxi e uso de parafusos auto fixantes, onde servem de apoio para a estrutura reforçada.
- *Reforço mediante fibras de carbono*: as fibras de carbono são as mais indicadas para reforço de estruturas de concreto armado devido ao seu alto desempenho de resistência aos esforços solicitantes além

da esbeltes do elemento, reduzindo as dimensões dos reforços estruturais.

- *Reforço mediante aumento da seção transversal*: onde o elemento estrutural ganha um reforço mediante a aplicação de mais concreto e armadura no local.
- *Reforço mediante uso de perfis metálicos*: consiste em uma transferência da capacidade estrutural do concreto para o aço, em um sistema de “encamisamento”.
- *Reforço mediante Protensão Externa*: consiste na aplicação de forças externa anexadas à estrutura por meio do uso de cabos e tirantes afim de colaborar com a capacidade de resistência da estrutura.
- *Recuperação de estruturas corroídas*: pode ser feito através de remoção eletroquímica dos cloretos, controle do processo catódico e proteção catódica.

A escolha da terapia deve ter como critérios a determinação do desempenho almejado e nível de qualidade satisfatório, onde a melhor opção será a que apresentar o menor custo que atenda à solução do problema. É interessante aplicar um plano de ação onde se identifique os recursos financeiros e tecnológicos que serão empregados, as técnicas que serão aplicadas, o nível de exigência de intervenção, o desempenho pretendido da estrutura ao decorrer de sua vida útil e cuidados de manutenção posteriores [12].

3.4. Medidas de Profilaxia

As medidas de profilaxia são fundamentais para evitar problemas patológicos nas estruturas, a prevenção deve ser pensada desde a concepção do projeto até à utilização da construção. A ausência ou retardo nas ações preventivas e reparadoras podem trazer grandes consequências para as estruturas, conforme já relatado anteriormente, comprometendo significativamente a qualidade da construção, levando à prejuízos financeiros, possibilidade de colapso e acidentes estruturais, e até mesmo a ocorrência de vítimas fatais. Portanto, é importante se atentar às principais medidas de

profilaxia que devem ser adotadas, como: [12]

- Projetos bem elaborados, onde se deve considerar todas as cargas que irão atuar sobre a estrutura, estar de acordo com as normas vigentes, conter detalhamentos suficientes para a correta execução, deve ser elaborado de forma criteriosa para atender aos requisitos de desempenho da estrutura;
- Controle tecnológico dos materiais, escolha adequada dos materiais empregados para garantir sua funcionalidade ao longo do tempo;
- Fiscalização e equipe competente na etapa de execução da obra;
- Manutenções preventivas, deve ser realizada periodicamente conforme o tempo que for recomendado em norma ou pelo manual do usuário, dessa forma é possível manter um desempenho satisfatório da estrutura no decorrer de sua vida útil;
- Utilização adequada da estrutura, não exceder as cargas para qual a estrutura foi projetada, evitar realizar intervenções nas estruturas ou utilizá-las para outros fins diferentes de sua finalidade.

4. Considerações finais

O presente artigo abordou os diversos aspectos acerca das patologias de estruturas de concreto armado, onde foram identificados os conceitos, origens, tipos de manifestações patológicas, causas, efeitos, além de medidas de correção e prevenção.

Conforme foi visto, são inúmeros os fatores que levam ao aparecimento de problemas patológicos nas estruturas, podendo ser originados desde a fase de projeto, como em sua execução ou utilização, assim como as causas podem ser externas, como agentes agressivos do meio em que está inserida, ou internas, como erros humanos. Portanto, é necessário um estudo criterioso para que

seja feito o correto diagnóstico de como e porque surgiram as anomalias nas estruturas e definir qual será o tratamento mais adequado.

Dessa forma, conclui-se que é necessário se atentar cada vez mais para a qualidade de cada etapa de vida da estrutura, afim de garantir que sejam aplicadas as melhores técnicas de elaboração dos projetos e execução da construção, investir em profissionais qualificados e materiais de qualidade, assim como cuidados periódicos após a entrega da obra. Com isso, haverá uma redução significativa no surgimento de patologias e por consequência a estrutura atingirá níveis de qualidade e segurança satisfatórios, atingindo o desempenho esperado ao longo de sua vida útil.

5. Referências

- [1] CREMONINI, Ruy Alberto. Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/>. Acesso em: 08 ago. 2020.
- [2] NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/151/Daniel%20Nazario.pdf?sequence=1>. Acesso em: 08 ago. 2020.
- [3] SENA, G. O., et al, Patologia das Construções. Salvador: 2B, 2020.
- [4] SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.
- [5] FRANÇA, A. A. V. et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Técnica, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002248898>. Acesso em: 16 ago. 2020.

- [6] HELENE, P.R.L. (2004). Vida útil das estruturas de concreto. Boletim Técnico, p. 1-30. Disponível em: <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/185.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.
- [7] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- [8] HELENE, Paulo; ANDRADE, J. J. O.; MEDEIROS, M. H. F., Concreto: Ciência e Tecnologia - Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, IBRACON, Cap. 22, 2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>. Acesso em: 05 set. 2020.
- [9] THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.
- [10] CARMO, Paulo Obregon do. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.
- [11] HELENE, P. Manutenção para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. Pini, 2ª ed. São Paulo, 1992.
- [12] SILVA, P. A.; JONOV, P. M. C. Patologia nas Edificações. Curso de Aperfeiçoamento e Gestão na Construção Civil Pública. UFMG, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Patologia%20das%20Construcoes.pdf>. Acesso em: 05 set. 2020.
- [13] SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª.ed. São Paulo: Pini Ltda, 2009. 257 p.
- [14] HELENE, P. R. L. Corrosão de armaduras para concreto armado. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. Tecnologia das Edificações. São Paulo: PINI, 1988.
- [15] ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. Patologia das Estruturas. Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005, V.1, Cap. 32.
- [16] MARCELLI, M. Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007.
- [17] MAIA, E. A. XIX COBREAP Inovações Científicas e Tecnológicas - especiais de perícias vícios construtivos x falta (falhas) de manutenção. Foz do Iguaçu: Ibape Nacional, 2017. Disponível: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/09/PALESTRA-XIX-COBREAP-V%C3%8DCIOS-X-MANUTEN%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em 12 set. 2020.
- [18] CORSINI, R. Trinca ou fissura? 2010. Artigo - Revista Técnica. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-seoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>. Acesso em 06 set. 2020.
- [19] IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. Tecnologia das Edificações. São Paulo: PINI, 1988.
- [20] ARAÚJO, A. et al., Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra óptica. São Paulo: Técnica 195, p.62-72 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273885695_Techne_2013_195_Monitoramento_da_corrosao_Sensor_umidade_taxa_e_fibra. Acesso em 12 set. 2020.
- [21] SILVA, F. A. S. Avaliação do teor de íons cloreto no ar atmosférico da praia de futuro em Fortaleza/CE. Monografia. Universidade Federal do Ceará, 2011. Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Felipe_Alisson_Aval

- [iacao%20do%20Teor%20de%20Ions%20Cloreto%20no%20Ar%20Atmosferico%20da%20Praia%20do%20Futuro%20em%20Fortaleza%20Ce.pdf](#). Acesso em 12 set. 2020.
- [22] SANTOS, M. R G dos. Deterioração das estruturas de concreto armado – Estudo de caso. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte / MG, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9AHGJT>. Acesso em: 12 set. 2020.
- [23] CONSTRUA, Revista. As 5 patologias mais comuns na construção civil. 2020. Disponível em: <https://www.revistaconstrua.com.br/noticias/engenharia/as-5-patologias-mais-comuns-da-construcao-civil/>. Acesso em 26 set. 2020.
- [24] UEMOTO, Loh Kai. Patologia: danos causados por eflorescência. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. Tecnologia das Edificações. São Paulo: PINI, 1988.
- [25] MAPA DA OBRA. Eflorescência: como resolver esse problema na casa do seu cliente. 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/eflorescencia/>. Acesso em: 19 set. 2020.
- [26] REIS, L. Sobre a recuperação e reforço de estruturas de concreto armado. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001. Disponível em: <http://pos.dees.ufmg.br/defesas/82M.PDF>. Acesso em: 12 set. 2020.
- [27] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12655: Concreto de cimento Portland: Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.



Expediente

Equipe Editorial

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Comitê Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini, POLI/UFRJ

Isabeth da Silva Mello, NPPG/UFRJ

José Luiz Fernandes, CEFET/RJ

Maurini Elizardo Brito, NPPG/UFRJ

Nikiforos Joannis Philyppis Jr., FACC/UFRJ

Osvaldo Ribeiro da Cruz Filho, CEFET/RJ

Assistente de Supervisão Editorial:

Maiane Ramos da Silva

Jornalista Responsável, Edição e Diagramação:

Fernanda Viviani de Paula (Registro Profissional: 0039905/ RJ)

Periodicidade da Publicação

Mensal

Responsável pela Publicação

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala D207

Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909

Contato Principal

Eduardo Linhares Qualharini, D. Sc.

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão - NPPG

Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

(21) 3938-7965

boletimdogerenciamento@poli.ufrj.br