

DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO MOBILE PARA REALIZAÇÃO DE VISTORIAS ESTRUTURAIS ASSOCIADA À MATRIZ GUT

Henrique Carvalho Santos Melo
henriqueesm15@gmail.com

Francisco Luiz Campos Lopes
francisco.campos.lopes@gmail.com

Resumo – A NBR 15575:2013, que rege o parâmetro da durabilidade/vida útil da estrutura, apresentou ao mercado da construção civil, que tem experimentado os impactos do envelhecimento de seus empreendimentos, a importância da inspeção predial. A vistoria na engenharia diagnóstica é uma investigação técnica que busca identificar as patologias visíveis e instaladas, estabelecendo sua origem, grau de deterioração, risco e outros fatores que possam fundamentar a decisão do engenheiro na elaboração de um laudo (estrutural ou de durabilidade) e na tomada de decisões para com as etapas da recuperação estrutural. O avanço das tecnologias impulsiona as empresas a buscarem por novas metodologias, mais enxutas e produtivas. A utilização de softwares atualmente é indispensável, além de auxiliar o profissional e otimizar o tempo, traz maior confiabilidade no resultado final, oferecendo revisões técnicas com maior facilidade. O presente artigo apresenta a primeira aplicação mobile para realização de vistorias estruturais, o *INEND - Vistoria Estrutural*. A aplicação desenvolvida na plataforma *Powerapps* com integração ao *PowerBI* oferece ao usuário uma coleta de dados completa, tomando como base a metodologia proposta pelo IBAPE (2012) para realização de vistorias, associado a análise de riscos com a utilização da matriz GUT, possibilitando a priorização de elementos estruturais de acordo com o seu grau de risco. A aplicação otimizou o tempo de coleta de dados, reduziu os erros por má interpretação e por perdas de dados, a utilização da matriz GUT fundamentou a tomada de decisão para com a ordem dos serviços de reforço e reparo de elementos estruturais.

Palavras-Chave: Engenharia diagnóstica, inspeção predial, *Powerapps*, análise de riscos.

INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil no Brasil vem, ao longo dos últimos anos, mais precisamente a partir de 2013 com a inserção da NBR 15575:2013 que rege o parâmetro da durabilidade/vida útil da estrutura, experimentando os impactos do envelhecimento de seus empreendimentos e percebendo a real importância da inspeção predial, seja a construção antiga ou nova.

O pensamento arcaico no qual a manutenção predial preventiva é dispensável gera custos materiais e imateriais. As construções brasileiras estão envelhecendo e junto a elas a ocorrência de patologias estruturais aumenta. Enquanto que Dotto (2006) estimou o custo anual dos prejuízos devido à corrosão em 3,5% do PIB de um país industrializado, Ribeiro (2014), IPEN (2002) e Castro e Tunes (2003) registraram que o impacto econômico que a corrosão estrutural causa, pode chegar a 5%, além de causar severos acidentes devido à ruína da estrutura.

No estado de Sergipe, a Defesa Civil juntamente ao CREA-SE apontaram como causa principal da queda da peça metálica do Shopping Jardins em Aracaju (2016), a qual resultou na morte de um estudante; do desabamento da ponte José Américo de Almeida no povoado Pedra Branca, em Laranjeiras (2015) e da ruína da caixa d'água em Nossa Senhora das Dores (2017), que levou duas crianças a óbito, a patologia da corrosão de suas estruturas, resultado da falta de manutenção.

O processo de vistoria na engenharia diagnóstica é uma investigação técnica que busca identificar as patologias visíveis e instaladas ou que ainda possam ou estejam na iminência de ocorrer, estabelecendo sua origem, grau de deterioração e risco, amplitude e outros fatores que possam auxiliar o engenheiro na elaboração de um laudo, seja ele estrutural ou de durabilidade e na tomada de decisão para, se for o caso, uma recuperação estrutural.

O IBAPE (2007) considera que o nível de inspeção predial é proporcional à complexidade da vistoria realizada. O nível 1, também denominado de vistoria, visa apenas a identificação das anomalias e falhas aparentes, enquanto que a inspeção em nível 2 faz o uso de aparelhos, bem como documentos técnicos específicos, para identificar anomalias e falhas existentes.

O IBAPE (2012) e a NBR 16747(2020) explicitam a necessidade da periodicidade nas inspeções prediais para a mitigação de riscos técnicos e econômicos. A inspeção deve ser realizada por profissionais habilitados e devidamente preparados, com objetivo de classificar não conformidades constatadas na edificação quanto a sua origem e grau de risco.

O processo da vistoria durante a inspeção é imprescindível para uma boa classificação das não conformidades, anomalias e manifestações patológicas instaladas e visíveis encontradas na estrutura, destacando sua criticidade, risco a vidas humanas, impacto econômico, dentre outros fatores.

A matriz GUT (gravidade, urgência e tendência) é a representação de problemas, ou riscos potenciais, através de quantificações que buscam estabelecer prioridade para abordá-los. A matriz é considerada por Lucinda (2010) como sendo uma ferramenta de priorização baseada na análise de parâmetros de representatividade dos problemas de um sistema.

A utilização de softwares na engenharia civil atualmente é altamente difundida no mercado internacional, além de auxiliar o profissional e otimizar o tempo, traz maior confiabilidade no resultado final, oferecendo revisões técnicas com maior facilidade. Maekawa *et al.* (2014) ressalta a necessidade do desenvolvimento e implantação de instrumentos tecnológicos e gerenciais que gerem consistentes vantagens competitivas para sua distinção positiva.

Diante da perspectiva apresentada, desenvolveu-se uma aplicação mobile para realização de vistorias estruturais com o auxílio da matriz de priorização GUT para o fornecimento

de relatórios de elementos e estruturas, sejam estes analisados individualmente ou em conjunto.

A aplicação trouxe uma série de melhorias para o processo metodológico da vistoria, aumento a produtividade, melhorando os dados coletados e evitando erros na coleta dos mesmos e dando uma melhor fundamentação na tomada de decisão quanto à escolha e ordem de elementos estruturais e/ou estruturas a serem reforçadas e/ou reparadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi discutido com a empresa parceira a qual seria a maior demanda de inspeções e como esta poderia ser otimizada. O foco principal voltou-se para a inspeção predial de nível 1, que corresponde a uma vistoria inicial da estrutura.

Foram avaliados diversos check-lists utilizados pela empresa parceira e concorrentes, nas vistorias, para que se desenvolvesse um modelo completo e eficiente. Percebeu-se que por diversas vezes o check-list não era seguido, causando atrasos e dúvidas durante a confecção dos laudos.

Foi proposto então a elaboração de um aplicativo que colhesse os dados de uma vistoria predial com enfoque nos componentes estruturais, utilizando metodologias de análise de riscos e priorização entre elementos e estruturas.

Foi elaborado o algoritmo da aplicação contendo as principais funções, o algoritmo é tido por ser uma sequência de ações para uma determinada solução.

Para agilizar o processo o algoritmo foi realizado em conjunto com o *Wireframing* da aplicação.

A plataforma adotada para a compilação da aplicação foi o *PowerApps*, que é uma plataforma *LowCode* da *Microsoft* que visa a confecção de aplicações mobile de cunho empresarial de rápida compilação e manutenção.

A aplicação foi compilada na linguagem de programação .JSON, utilizada pelo compilador *LowCode Powerapps* da *Microsoft*. A aplicação

pode ser emulada em Web e Mobile que possuam a plataforma *Powerapps* instalada.

O seu banco de dados foi desenvolvido vinculada ao excel online podendo ser exportada por e-mail para o usuário.

A aplicação foi usada em vistorias de 49 reservatórios com objetivo de caracterizar sua estrutura e elementos estruturais críticos. Para fins demonstrativos será apresentado no artigo em tela somente 4 dos 49 reservatórios apresentando apenas o pilar mais degradado dessas estruturas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação Web/Mobile desenvolvida foi batizada como “*INEND - Vistoria Estrutural*”.

A primeira função da aplicação é o cadastro do usuário, este é usado para identificar o vistoriador da estrutura.

No menu de vistoria tem-se acesso às principais funcionalidades da aplicação: cadastro da estrutura, cadastro dos elementos e relatórios gerados.

Dados Técnicos

A seção de dados técnicos permite criar novas estruturas e visualizar as estruturas já cadastradas.

Na criação de uma estrutura insere-se os dados cadastrais e os dados específicos e definem-se os critérios de majoração de acordo com o estado da estrutura e inserem-se as fotos com sua respectiva legenda.

Para demonstração do uso da aplicação no presente artigo foram usados 5 reservatórios elevados que foram vistoriados.

Foi nítida a facilidade na coleta dos dados. O preenchimento de todos os campos da aplicação conclui uma caracterização completa dos reservatórios.

Os campos de inserção variam para cada tipo de estrutura em análise, a aplicação permite a análise de reservatórios, pontilhões e habitações de até 2 pavimentos.

Elementos Estruturais

Nesta seção caracteriza-se o elemento estrutural em análise. A aplicação suporta os elementos estruturais do tipo: pilar, pilar parede, vigas e lajes.

Cada elemento estrutural cadastrado terá uma pontuação de priorização aferida de acordo com as manifestações patológicas encontradas em sua seção crítica.

A pontuação da estrutura é dada pelo somatório da pontuação dos seus elementos estruturais multiplicado pela sua majoração específica.

Para uma melhor representatividade no presente artigo, foram analisados os pilares mais críticos dos reservatórios.

A seção crítica do pilar é determinada pela seção mais deteriorada com maior incidência de manifestações patológicas. É uma forma de obter uma representação da pior hipótese e caracterizá-la.

A metodologia desenvolvida e utilizada pela aplicação permite uma caracterização qualitativa do elemento estrutural. A análise qualitativa demanda da expertise do usuário em avaliar o estado do elemento com acerto.

Análises

Naseção “Análises” pode-se obter a visão geral de cada estrutura juntamente com o relatório textual gerado pela aplicação, bem como a mesma funcionalidade para os elementos estruturais.

O objetivo é auxiliar a tomada de decisão do responsável técnico quanto a qual reservatório seria prioridade para ser inspecionado em nível 2.

Se a aplicação for usada corretamente, sendo devidamente preenchidos os campos, o relatório gerado oferece uma visão completa da situação da estrutura.

O relatório textual bem como a planilha contendo o banco de dados da aplicação pode ser enviada para o e-mail do usuário. A seção de “Análises” oferece ainda a possibilidade de se comparar estruturas e elementos estruturais. Esta função foi muito importante para tomadas

de decisão sobre a prioridade das inspeções nos reservatórios.

As análises dos reservatórios permitiram avaliar qual deles seria de maior prioridade para uma possível intervenção com ou sem a paralisação do seu uso.

Majorações

Os parâmetros de majoração auxiliam a caracterização da estrutura como um todo, tratam de fatores intrínsecos às estruturas. A caracterização de majorações específicas para cada tipo de estrutura facilita a compreensão de sua prioridade em um caso de tomada decisão.

Leva-se em conta por exemplo a importância de um reservatório para uma determinada região ou a influência de um pontilhão no planejamento urbano de uma cidade.

No caso em tela, o parâmetro majorativo de maior relevância foi o risco humano atribuído a cada reservatório. Ao classificar como “alto” o risco humano, o responsável apresenta sua ciência sobre o fato e aplica uma maior prioridade para o reservatório.

Matriz GUT

A Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) é o ponto crítico da aplicação. É a partir dela que se caracteriza a seção crítica do elemento estrutural.

A Matriz GUT irá abordar as anomalias e manifestações patológicas oriundas àquele elemento anteriormente cadastrado.

A aplicação permite a alteração dos valores da Matriz GUT por parte do usuário fazendo com que o responsável técnico possa adequar melhor à sua realidade.

Tem-se a corrosão eletroquímica como manifestação patológica de maior pontuação por ser de rápida propagação e deterioração do elemento aço carbono.

Utilização por parte da empresa parceira

O uso do aplicativo mobil e de modo correto pela empresa parceira demonstrou a facilidade de sua utilização. A aceitação da aplicação como nova forma metodológica de coleta de dados demonstrou a ânsia do mercado da construção civil por aplicativos que aprimorem a produtividade de um serviço. O aplicativo foi constantemente refinado de acordo com o uso e opinião do usuário, sendo que o modelo final conseguiu abranger a análise de mais da metade dos reservatórios.

O aumento da produtividade na coleta de dados, redução de retrabalho na confecção dos laudos e uso de menos equipamentos de anotação em campo foram pontos vantajosos do uso da aplicação

O preenchimento parcialmente automático do laudo de vistoria reduziu de modo considerável o tempo de confecção deste, tempo esse atribuído à digitação e correção de informações.

O processo de análise dos dados coletados por parte do aplicativo permitiu que a empresa parceira realizasse um melhor estudo quanto à priorização dos reservatórios para uma possível inspeção a nível 2.

Os parâmetros quali-quantitativos adotados na Matriz GUT e nas majorações fundamentaram a elaboração de uma tabela de priorização baseada em fatores empíricos com maior confiabilidade dos resultados.

CONCLUSÕES

A revolução digital está presente no DNA da sociedade contemporânea. A facilidade no uso do aplicativo mobile por parte da empresa parceira evidenciou que não existem mais barreiras tecnológicas ou de conhecimentos para implantação de novas tecnologias.

O aplicativo mobile desenvolvido apresenta uma nova porta aberta no mercado da engenharia civil no Brasil, a carência por softwares de fácil uso que demandem apenas do conhecimento técnico da engenharia cresce à medida que a

busca por uma maior produtividade e redução de erros humanos se torna obrigatória.

Por fim explicita-se que nenhuma codificação poderá algum dia superar a ótica crítica do ser pensante, para o bom uso das tecnologias, deve-se ter o bom conhecimento das mesmas e um excelente conhecimento daquilo que nelas serão aplicadas, evitando assim, o domínio do software em cima do usuário.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.575-2: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16747: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

CASTRO, S; TUNES, S. Corrosão, ameaça oculta. Revista Globo Ciência. Abril 1993.

Corrosão precoce de estrutura levou à queda da caixa d'água em Dores (SE). Acessado em 22/10/2018. Disponível em: http://www.f5news.com.br/cotidiano/corrosao-precoce-de-estrutura-levou-a-queda-da-caixa-d%E2%80%99%E2%80%9Cagua-em-dores-se_42975/

DOTTO, J. M. R. Corrosão do aço induzida por íons cloreto – Uma análise crítica das técnicas eletroquímicas aplicadas ao sistema aço-concreto com ou sem pozolana. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO E PERÍCIAS DE SÃO PAULO (IBAPE). **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2007. 32p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO E PERÍCIAS (IBAPE). **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012. 18p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN). Área de materiais desenvolve estudos contra a corrosão. Notícias - Jornal Órbita. Jul. 2002. <http://www.ipen.br/sitio?idc=896>

Laudo do Crea-SE aponta que corrosão provocada pela falta de manutenção causou queda de peça metálica no Shopping Jardins. Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <http://www.crea-se.org.br/laudo-do-crea-se-aponta-que-corrosao-provocada-pela-falta-de-manutencao-causou-queda-de-peca-metalica-no-shopping-jardins/>

LUCINDA, M. A. Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação. RiodeJaneiro: Brasport, 2010.

MAEKOWA, Rafael; MONTEIRO, Marly; OLIVEIRA, Otávio José de. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivação, benefício e dificuldades. Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 4, p.763-779, 2013.

Ponte desaba e rompe tubulação de água em Pedra Branca, SE. Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <http://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2015/05/ponte-desaba-e-rompe-tubulacao-de-agua-em-pedra-branca-se.html>

RIBEIRO, Daniel Verás. Corrosão em Estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.