

## PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL PARA DIMENSIONAMENTO DE ESCORAS DE MADEIRA PARA LAJES

**Lincoln Costa Modesto dos Santos**  
lincoln-md@hotmail.com

**Silvia do Amparo Soares**  
silviasoares.amp@gmail.com

**Thiago Augustus Remacre Munareto Lima**  
thiago.remacre@gmail.com

**Resumo** – A ausência de projetos, bem como o dimensionamento empírico, ou a sua falta, em vários âmbitos da engenharia civil são um problema recorrente e muito comum no dia a dia das pequenas e médias construtoras. E esse fator se potencializa quando há uma necessidade de dimensionamento e projetos para uma área específica da operacionalização de um canteiro de obras. As etapas de cimbramento, e reescoramento são um grande exemplo de fatores de dimensionamento que são subestimados em uma obra, em sua grande maioria, todas as etapas de alocação de fôrmas, escoras, e escoramento remanescente são feitas de maneira empírica, prejudicando a estabilidade global da estrutura, visto que os elementos estruturais podem não ter sido projetados para sofrer esforços causados por procedimentos errados de reescora. Nesse sentido, existe uma carência de informatização e tecnologia no dimensionamento desse processo de cimbramento. Assim, propõe-se o desenvolvimento de uma aplicação mobile, voltada a engenheiros e estudantes de engenharia para executar as etapas de cimbramento, de maneira rápida, dinâmica e ao toque, assim conferindo segurança, praticidade e comodismo, ao lançar seu elemento estrutural e receber do aplicativo as diretrizes necessárias para escora e reescora, e tudo isso no ambiente da obra. Além de todo o caráter inovador, o conceito do protótipo é totalmente pioneiro no seu segmento, garantindo um produto patenteável e de fácil inserção no mercado corporativo.

**Palavras-Chave:** Cimbramento, Escoramento, Dimensionamento, Lajes, Madeira.

## INTRODUÇÃO

Os aplicativos mobile são um dos mercados que mais cresce e movimenta altos volumes financeiros ao redor do mundo, é o que aponta um relatório da SensorTower, que revela que apenas no primeiro semestre de 2019 já foram gastos quase US\$ 40 bilhões em compras de aplicativos para smartphones (SENSOR TOWER, 2019). E o Brasil é um mercado em potencial e em expansão, sendo o segundo mercado de apps que mais cresce no mundo. (ADJUST, 2019). Dessa forma as soluções de problemas desenvolvidas em ambiente mobile tem uma grande perspectiva de futuro e crescimento, além de apresentarem-se na maioria das vezes de maneira mais prática, fácil, e ao toque do seu usuário.

Para o setor da construção civil no entanto, é um desafio usar tecnologias devido às características organizacionais e culturais (MICHALOSKI *et. al.*, 2010), Assim, é importante desenvolver competências e propostas inovadoras que busquem solucionar vários dos problemas encontrados no âmbito da engenharia civil, bem como destacam Chen e Kamara (2011) e Bowden *et. al.* (2006) que aplicar computação móvel na construção civil é um dos temas de pesquisa mais importantes na área de Tecnologia de Informação (TI).

Dessa forma, encontrou-se a necessidade de otimização no processo de cimbramento e reescoramento de elementos estruturais, visto que é uma das etapas construtivas que ocorre uma baixa preocupação em dimensionamento e

projeto, comumente sendo executada de forma empírica, o que acaba ocasionando a posteriores patologias na estrutura, comprometendo a segurança da edificação e do canteiro de obras como um todo. Logo, deve-se atentar para a necessidade de projetar e executar de maneira correta as fôrmas e estruturas provisórias de uma obra, porque esse cuidado acaba diminuindo os custos, retrabalhos, e trazendo um maior desempenho e segurança aos elementos estruturais.

Assim, a proposta de unir a demanda de melhorias tecnológicas e o uso de aplicações mobile para a solução de problemas relacionados a falta de projeto e dimensionamento de etapas de cimbramento nas obras de construção civil, torna-se necessário, e nessa premissa, optou-se pelo desenvolvimento de um aplicativo para o cálculo do escoramento em madeira, em ambiente mobile e utilizando a linguagem JAVA e a IDE do Android Studio que é um ambiente gratuito de desenvolvimento integrado para desenvolver para a plataforma do seu Android.

## MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo foi construído numa IDE (Integrated Development Environment) ou ambiente desenvolvimento integrado, que é um programa de computador que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software. A IDE adotada foi o Android Studio, uma aplicação nativa do sistema operacional Android, e desenvolvida pelo Google. Já a linguagem de programação utilizada foi o JAVA que é uma linguagem de alto nível, orientada a objetos, segura, multitarefas, e distribuída com um vasto número de bibliotecas.

### Metodologia

A metodologia idealizada para a construção do protótipo é baseada no modelo ágil, de forma que exista uma transparência garantida em todos os processos que envolvam o resultado e que

sejam claras para ambas as partes envolvidas no projeto, dessa forma, existem várias metodologias de desenvolvimento classificadas como ágil, e dentre elas optou-se pela FDD.

Feature-Driven Development (FDD) é uma metodologia de desenvolvimento de software que inclui alguns benefícios de processos rigorosos, como modelagem, planejamento prévio e controle do projeto, assim como contém características de processos ágeis, como foco na programação, interação constante com o cliente e entrega frequente de versão do produto (SILVA *et. al.*, 2009). Portanto, dentro da metodologia FDD os processos tem como objetivo iniciar pequenas iterações que normalmente duram em torno de duas semanas, onde ao final acontece a entrega de uma parte do software funcionando (HIGHSMITH, 2002).

A metodologia FDD busca o desenvolvimento por funcionalidade, ou seja, por um requisito funcional do sistema. É prática para o trabalho com projetos iniciais ou projetos com codificações existentes. E baseia-se em um conjunto de ações que devem ser cumpridas para garantir êxito em um projeto de software.

Adotando e adaptando a metodologia FDD para o protótipo em questão, as ações adotadas foram:

- Desenvolver um Modelo Abrangente;
- Construção das funcionalidades;
- Planejar por funcionalidade.

### Algoritmo e cálculos

Todos os códigos responsáveis pelo processamento e cálculo dos inputs do usuário, basearam-se na norma ABNT NBR 15696 – Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

A ABNT NBR 15696 determina que para escoramentos em madeira, deverão ser seguidos os critérios de dimensionamento da norma brasileira de madeiras, a ABNT 7190 –Projeto de estruturas de madeira. Quando se tratar de dimensionamento de peças em compressão, como é o caso das escoras ou pontaletes. Nesse caso, o dimensionamento é feito verificando a flambagem local nos postes de descoramento.

Peças submetidas a esse tipo de carregamento sofrem o esmagamento das fibras que compõem a madeira ou ainda, sofrem por instabilidades associadas aos esforços de segunda ordem provocados pela flambagem por carga crítica de Euler (SZUCS et al, 2016). Portanto, a literatura classifica três tipos de situações possíveis de peças, as curtas, medianamente esbeltas, e esbeltas.

Dessa forma, como todo o cálculo por trás da verificação quanto a flambagem é realizado a partir de um esforço local, foi necessário transformar o esforço em área, correspondente o peso próprio da capa de concreto somado a uma carga acidental de projeto e ao peso próprio do elemento de enchimento da laje (bloco cerâmico ou bloco de EPS), para o caso das lajes nervuradas, e ao peso próprio da laje somado a carga acidental de projeto para o caso das lajes maciças.

Obtendo o esforço normal a parcela de  $1\text{m}^2$  de laje, e a partir dos demais inputs do usuário, possibilitando o cálculo com precisão da resistência da escora ou pontalete de madeira, submetido ao esforço normal oriundo da laje, para todos os tipos de peças descritos na ABNTNBR 7190.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresenta-se brevemente a experiência de um usuário ao interagir com a aplicação.



Figura 01 – Tela de boas vindas.



Figura 02 – Tela inicial.

Após selecionado o tipo de laje, são solicitadas outras informações pertinentes a laje e ao escoramento. E então, é exibida uma tela com os resultados dos cálculos de verificação.



Figura 03 – Resultados



Figura 04 – Projeto de escoramento.

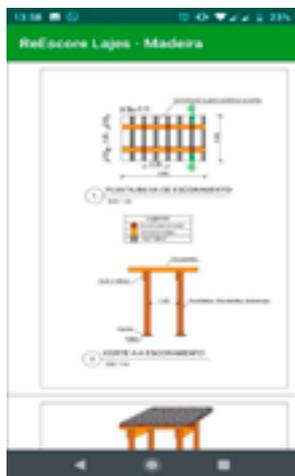


Figura 04 – Projeto de escoramento.

## CONCLUSÕES

Portanto, Os resultados obtidos com a aplicação foram promissores para o desenvolvimento tecnológico dentro da engenharia civil. O aplicativo cumpriu muito bem o papel de realizar os cálculos de dimensionamento para os parâmetros dados de entrada disponíveis, e conseguiu entregar saídas satisfatórias em plataformas acessíveis a grande maioria do seu público-alvo, tornando-o uma ferramenta de fácil acesso e necessária a concepção de um projeto de escoramento para lajes maciças ou nervuradas.

## REFERÊNCIAS

ADJUST. Adjust Global App Trends 2019: **Discover the latest app industry trends**. Disponível em: <<https://www.adjust.com/resources/ebooks/adjust-global-app-trends-report-2019/>>. Acessado em: 20 de novembro, 2019;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeiras**. Rio de Janeiro, 1997;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696: **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009;

BOWDEN et al. **Mobile ICT support for construction process improvement**. *Automation in Construction*, v.15, p.664-676, 2006;

CHEN, Y.; KAMARA, J.M. **A framework for using mobile computing for information management on construction sites**. *Automation Construction*. Article in press. 2011. Disponível em: <<http://prof.incheon.ac.kr:8082/~uicem/pdf/seminar/110628.pdf>> Acessado em 20 de novembro, 2019;

HIGHSMITH, J. **Agile Software Development Ecosystems**. Addison Wesley, 2002;

MICHALOSKI, A.O.; COSTA, A.P.C.S. **A survey of it use by Small and Medium-Sized Construction Companies in a City in Brazil**. *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 15, 2010;

SENSOR TOWER. **Global App Revenue Reached \$39 Billion in the First Half of 2019, Up 15% Year-Over-Year**. Disponível em: <<https://sensortower.com/blog/app-revenue-and-downloads-1h-2019/>> Acessado em: 20 de novembro, 2019;

SILVA, F. G.; HOENTSCH, S. C. P.; SILVA, L. **Uma análise das Metodologias Ágeis FDD e Scrum sob a Perspectiva do Modelo de Qualidade MPS.BR.** Scientia plena vol. 5, num. 12, 2009;

SZUCS, C. A.; TEREZO, R. F.; VALLE, A.; MORAES, P.D. **Estruturas demadeira.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.