

Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia de construção civil e urbana [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-852-6 DOI 10.22533/at.ed.526191912</p> <p>1. Construção civil – Brasil. 2. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado.</p> <p style="text-align: right;">CDD 624</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia de Construção Civil e Urbana” contempla dezoito capítulos com abordagens sobre as mais recentes pesquisas relacionadas a construção civil e modificação do ambiente urbano. A utilização de novas tecnologias, desenvolvimento de novos materiais promovem um avanço na construção civil, permitindo a execução de novas construções, promovendo a reutilização de diversos materiais que antes eram descartados. O uso de ferramentas computacionais permite um maior controle e gerenciamento de obras, proporcionando uma melhor compatibilização de projetos, e evitando diversos problemas na sua execução. Existem aplicativos que permitem realizar o dimensionamento de diversos elementos, contribuindo para a agilidade na execução de projetos. O estudo sobre o comportamento de materiais utilizados na construção civil permite o desenvolvimento de novas soluções, bem como o aprimoramento de sistemas construtivos existentes, proporcionando maior qualidade, eficiência e segurança às obras. A utilização de resíduos de construção e desenvolvimento de materiais, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, resulta em benefícios ao meio ambiente. Da mesma forma, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis. Ante ao exposto, esperamos que esta obra proporcione ao leitor uma leitura agradável e traga conhecimento técnico, contribuindo para uma reflexão sobre os impactos que as pesquisas geram na engenharia de construção civil e urbana, e que seu uso possa trazer benefícios a sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO EM LINGUAGEM PYTHON PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS UTILIZANDO O MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS	
Amanda Isabela de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919121	
CAPÍTULO 2	16
IMPLANTAÇÃO DO BIM EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA JÚNIOR	
Rafael Braida Ribeiro	
Maurício Leonardo Aguilar. Molina	
DOI 10.22533/at.ed.5261919122	
CAPÍTULO 3	28
VARIAÇÃO DE CALOR EM UMA PLACA: ANÁLISE EXPERIMENTAL E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	
Fábio Gaspar Santos Júnior	
Ana Carolina Carius	
Mariana Anastácia de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919123	
CAPÍTULO 4	40
UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA CIDADE DE ALFENAS-MG	
Leonardo Avelar Pereira	
Laísa Cristina Carvalho	
Iago Bernardes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919124	
CAPÍTULO 5	56
APLICATIVOS DE SMARTPHONE COMO FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DE OBRAS	
Francisco Diego Bezerra Soares	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.5261919125	
CAPÍTULO 6	69
A ABORDAGEM <i>DESIGN THINKING</i> NO CURSO DE ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA NO DESAFIO DE CRIAR E INOVAR NA COMPLEXIDADE DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	
Gilselene Garcia Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.5261919126	
CAPÍTULO 7	86
INFLUÊNCIA DA COLAGEM DE LAMINADOS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) NO REFORÇO DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.5261919127	

CAPÍTULO 8	101
MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO: UM ESTUDO SEMI PROBABILÍSTICO E SEUS DESDOBRAMENTOS	
Ana Carolina Carius	
Leonardo de Souza Corrêa	
Vinícius Costa Furtado da Rosa	
Alex Justen Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919128	
CAPÍTULO 9	115
STUDY OF THE DURABILITY OF COMPOSITES OF EUCALYPTUS CELLULOSE FIBER STERIFIED FOR CEMENT MATRIX REINFORCEMENT	
Laís Fernanda dos Santos Marques	
Leila Aparecida de Castro Motta	
Rondinele Alberto dos Reis Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919129	
CAPÍTULO 10	121
CONTROLE TECNOLÓGICO DA ARGAMASSA POR MEIO DE ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Amanda Regina de Souza Macedo	
David Edson Macedo Palhares	
Ariadne de Souza e Silva	
Rafael Alexandre Raimundo	
Cleber da Silva Lourenço	
Ruan da Silva Landolfo	
Uilame Umbelino Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.52619191210	
CAPÍTULO 11	132
A IMPORTÂNCIA DO EMPREGO DE MATERIAIS RETARDANTES AO FOGO NAS GALERIAS COMERCIAIS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA	
Jenifer Pungirum Quaglio	
Maria Teresa Barbosa	
Wendell Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.52619191211	
CAPÍTULO 12	149
CONTRIBUIÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL	
Adriana Coelho Vieira	
Brunno Daibert Andrès	
Luis M. Ferreira Gomes	
Peter Kallberg	
DOI 10.22533/at.ed.52619191212	
CAPÍTULO 13	166
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO SIMPLES COM ADIÇÃO DE CINZA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Ítalo Diego e silva morais	
Ariele Rebeca Martins ribeiro	
Francisco Willian Policarpo de Albuquerque	
Walber Alves Freitas	
Francisca Lucivania policarpo de Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.52619191213	

CAPÍTULO 14	177
ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE USINA RECICLADORA DE RESÍDUOS DE CONCRETO NA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN	
Adeirton Gois de Lima	
Francisco Herikleptom Mariano da Costa	
Lucas Allan Saldanha dos Santos	
Hannah Lerissa Hydaradaya Moura Santos de Farias	
DOI 10.22533/at.ed.52619191214	
CAPÍTULO 15	188
COMPORTAMENTO DE BLOCOS DE TRANSIÇÃO COM PERFIL METÁLICO <i>Behavior of steel pile cap</i>	
Rodrigo Gustavo Delalibera	
Marcell Godoi Sivelli	
José Samuel Giongo	
DOI 10.22533/at.ed.52619191215	
CAPÍTULO 16	206
ESTUDO COMPARATIVO DA ASSOCIAÇÃO DE MEMBROS DE TRELIÇAS ISOSTÁTICAS	
Francisca Ires Vieira de Melo	
Leonardo Henrique Borges de Oliveira	
Layane Silva de Amorim	
Lourena Barbosa Cavalcante Paiva	
Sara Fernandes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.52619191216	
CAPÍTULO 17	225
FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS ALTOS SEGUNDO DUAS VERSÕES: A SUGERIDA PELA NBR 6123/1988 E OUTRA SIMPLIFICADA	
Marcus Vinicius Paula de Lima	
Nara Villanova Menon	
Maicon de Freitas Arcine	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.52619191217	
CAPÍTULO 18	240
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO SUBMETIDOS À COMPRESSÃO DE ACORDO COM A NBR 14762:2010	
Amanda Isabela de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.52619191218	
SOBRE A ORGANIZADORA	260
ÍNDICE REMISSIVO	261

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA CIDADE DE ALFENAS-MG

Leonardo Avelar Pereira

Universidade José do Rosário
Vellano – UNIFENAS, Engenharia Civil
Alfenas-MG

Laísa Cristina Carvalho

Universidade José do Rosário
Vellano – UNIFENAS, Engenharia Civil
Piumhi-MG

Iago Bernardes dos Santos

Universidade José do Rosário
Vellano – UNIFENAS, Engenharia Civil
Alfenas-MG

RESUMO: A metodologia BIM aborda o processo de criação e modelagem do projeto de construção gerenciando as informações abastecidas no modelo da edificação. O objetivo do trabalho é expor o avanço proporcionado pela tecnologia na construção civil com o uso da Metodologia BIM, mostrando como a compatibilização de projetos traz benefícios para as etapas de planejamento, gestão e execução de obras, identificando as principais interferências encontradas na execução dos projetos de engenharia. O estudo de caso de uma obra residencial a cidade de Alfenas-MG, em que foi acompanhada com um projeto compatibilizado na metodologia e na execução da obra seguiu-se o projeto convencional

sem utilização da mesma, com ajuda de softwares de compatibilização aplicados a metodologia BIM. Desse modo, foi evidenciado a importância da compatibilização de projetos para melhor eficiência, bem como, a economia de insumos, pois com o uso da metodologia e espaço da estrutura, encanamento e vedação foram melhor utilizados, de forma a facilitar o cumprimento da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia. Projetos. Engenharia. Compatibilização. BIM.

USE OF BIM METHODOLOGY FOR ELABORATION AND EXECUTION OF PROJECTS IN THE CITY OF ALFENAS-MG

ABSTRACT: The BIM methodology covers the process of creating and modeling the construction project, managing the information supplied in the building model. The objective of this work is to expose the progress made by technology in construction with the use of the BIM Methodology, showing how the compatibility of projects brings benefits to the planning stages, management and execution of works, identifying the main interferences found in the execution of the projects of engineering. The case study of a residential project in the city of Alfenas-MG, in which it was accompanied by a project compatible with the methodology and execution of the project, followed the conventional design

without using it, with the aid of compatibilization software applied to the methodology BIM. In this way, it was evidenced the importance of the compatibilization of projects for better efficiency, as well as the economy of inputs, because with the use of methodology and space of the structure, plumbing and sealing were better used, in order to facilitate the accomplishment of the work.

KEYWORDS: Technology. Projects. Engineering. Compatibility. BIM.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria da construção é altamente impulsionada pela redução de custos, mas o progresso da inovação é muito pequeno. Muitas publicações mencionam a desvantagem na eficiência na construção como visto no último decênio. A escassez de engenheiros qualificados impõe a explorar melhor os escassos recursos de engenharia com novos designs, ferramentas e processos (RAMMANT, 2015).

Atualmente, a construção civil brasileira, em específico os setores de projetos, coordenação e compatibilização, encontram-se com uma demanda muito maior do que suas estruturas físicas, profissionais e técnicas suportam. Isto desencadeia uma série de falhas técnicas de projetos, que podem persistir até a execução da edificação e que, muitas vezes, são decorrentes de: curtos prazos para elaboração dos projetos, solicitações cada vez maiores do mercado por produtos de melhor qualidade, defasagem organizacional e técnica de muitas empresas e falta de utilização de tecnologias mais avançadas e automatizadas que auxiliem o processo de desenvolvimentos de edificações (MIRSICO, 2017).

Nesse contexto, a abordagem do assunto evidenciado, será de grande importância para os profissionais da área de construção e engenharia devido a gama de benefícios proporcionado pela metodologia BIM.

A metodologia BIM aborda o processo de criação e modelagem do projeto de construção gerenciando as informações abastecidas no modelo da edificação. A principal característica do BIM tem como objetivo proporcionar uma gestão mais clara e informativa. Isto é possível, pois de maneira virtual, os projetos são testados tridimensionalmente possibilitando uma visão mais abrangente de todos os projetos complementares da obra a ser construída, possibilitando identificar de maneira fácil e rápida as possíveis inconsistências nos projetos (MOTA, 2014).

O desenvolvimento do “BIM aberto” para facilitar o gerenciamento integrado da construção parece ter obtido algum progresso na construção da infraestrutura vertical. No entanto, os problemas de interoperabilidade específicos da infraestrutura horizontal ainda precisam ser resolvidos (KENLEY e MANESH, 2016).

O objetivo deste trabalho é mostrar como o avanço da tecnologia na construção civil proporcionou melhorias para os projetistas através do uso da metodologia BIM.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

BIM é definido como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Na fase de projeto, os benefícios proporcionados pelo BIM: visualização previa e mais confiável do projeto, correções automáticas e criação de modelos 2D e 3D de alta qualidade e precisão.

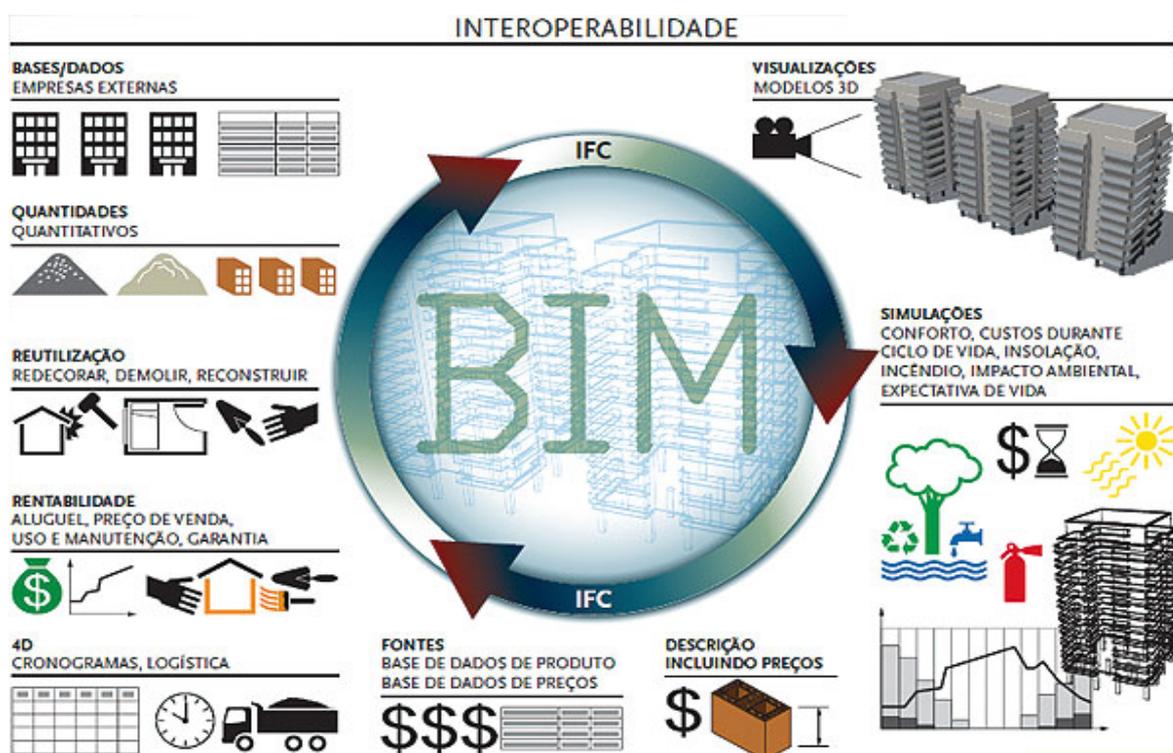


Figura 1 - Interoperabilidade

Fonte: Revista AU, Julho/2011.

Nas fases de planejamento e fiscalização de projetos, aliando-se o uso do BIM, é possível desfrutar de recurso de fundamental importância na gestão garantindo diminuição de riscos proporcionando retornos mais ágeis (SANTOS, 2014).

Informações como: planejamento, custos, produção e manutenção, podem ser gerenciados através da modelagem da construção com o BIM que torna a gestão mais clara e objetiva alcançando todos os níveis da edificação através da modelagem tridimensional (KYMMELL, 2008).

2.1 Desafios para implantação do BIM

As informações concentradas fornecidas pelo BIM, facilita a leitura e manipulação destas, o que traz agilidade de otimização durante o desenvolvimento. Além dos trabalhos internos relacionados a projetos, também deve-se pensar em todo fluxo de trabalho da construção civil, pois a participação de demais setores é de grande importância para o sucesso de uma implementação da metodologia BIM dentro de

uma organização (ADDOR, 2010).

A metodologia BIM está se tornando um novo padrão de trabalho na construção civil. Os processos de projeto bem definidos e com muitos detalhes de informação são as características que mais despertam interesse para que as organizações o adotem (RUSCHEL, 2010).

A elaboração dos projetos em três dimensões, irá demandar um maior empenho dos projetistas que estão acostumados com desenhos em 2D, porém esta dificuldade é superada rapidamente, pois seus benefícios superam as dificuldades, proporcionando resolver as interferências entre os projetos (FARIA, 2007).

2.2 Correções de Problemas Com a Metodologia Bim

O projeto e a construção de uma edificação se dá pela concepção de informações e coordenadas consistentes e arquivadas de maneira adequada sendo este processo denominado como modelagem de informações da construção. As informações claras e atualizadas da construção em uma plataforma digital, fornece aos profissionais da construção civil, uma visão geral da construção, colaborando com outras etapas (CADS, 2015).

Segundo Blanco (2011), um projeto desenvolvido com a metodologia BIM, fornece uma comunicação mais refinada entre os profissionais envolvidos na construção. Isso se dá pelo fato de existir apenas um modelo de informações digital que integra todos os projetos em um único ambiente, facilitando o entendimento e compreensão durante a leitura. A Figura 2 compara e exemplifica em uma sequência de passos a diferença entre o desenvolvimento de projetos comum em 2D e o desenvolvimento em 3D utilizando BIM.

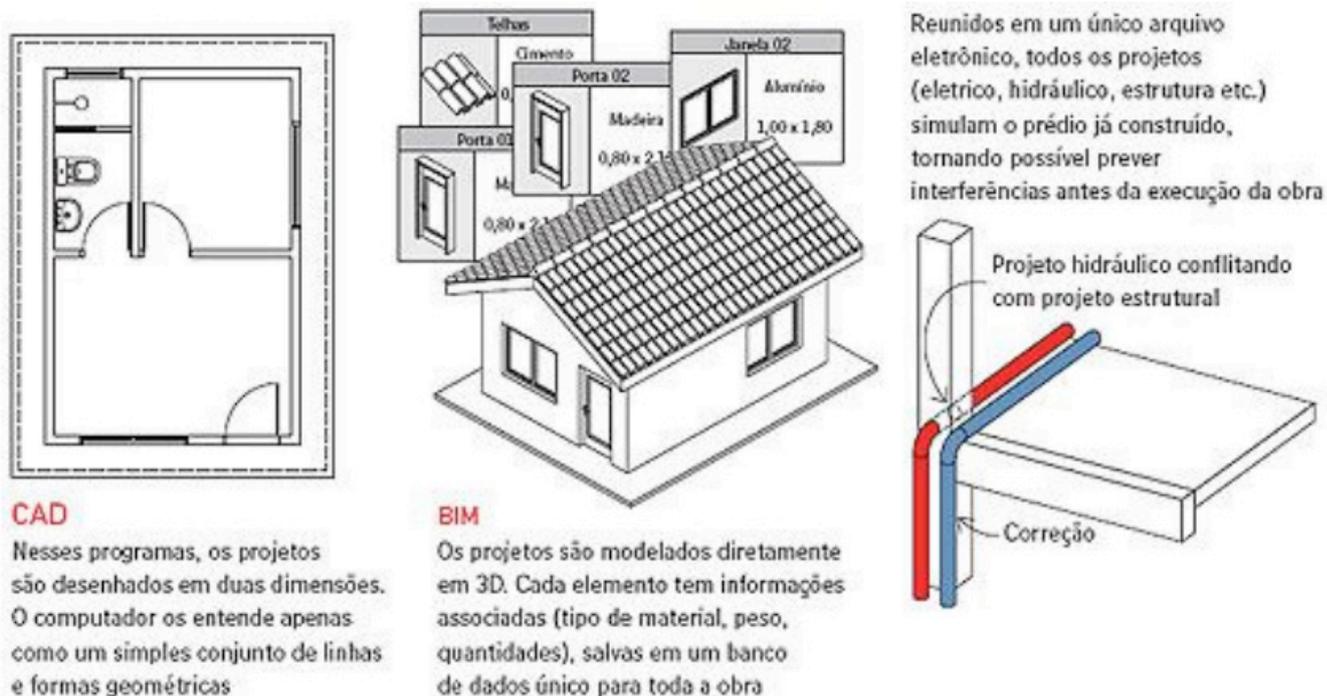


Figura 2- Compatibilização tridimensional

Fonte: FARIA, 2007

2.3 Projetos de Edificações

O objetivo da elaboração dos projetos é a determinação antecipada das características construtivas do objeto a ser construído, como: materiais, posicionamentos, dimensões, representações gráficas, entre outros. Respeitando sempre os princípios e técnicas da engenharia e arquitetura (NBR 13531:1995).

Segundo Oliveira e Freitas (1997), é necessária uma análise voltada aos conceitos e importância do projeto, pois é nesta etapa que grande parte das decisões são tomadas, garantindo o sucesso ou o fracasso do empreendimento. A etapa de execução da edificação representa grande parte do custo de uma obra, porém é na etapa de projeto que é definido de 70% a 80% do custo total.

2.3.1. Projeto arquitetônico

Segundo Salgado (2007), o projeto arquitetônico tem como função materializar as ideias da edificação, dando formas, dimensões e estudando a viabilidade do empreendimento. O projeto de arquitetura possui uma sequência de etapas que envolvem o entendimento do problema, a apresentação de uma solução em forma de projeto e a avaliação desta solução. Entretanto necessita também ser compreendido como um processo criativo.

De acordo com a ABNT NBR 13532, as atividades técnicas de execução de projetos arquitetônicos seguem as seguintes etapas:

- Levantamento de dados para arquitetura;
- Programa de necessidade de arquitetura;

- Estudo de viabilidade de arquitetura;
- Estudo preliminar de arquitetura;
- Anteprojeto de arquitetura ou de pré-execução;
- Projeto preliminar de arquitetura;
- Projeto básico de arquitetura;
- Projeto para execução de arquitetura.

2.3.2. Projeto complementar estrutural em concreto armado

Segundo a NBR 6118:2014, as estruturas em concreto armado, consistem em peças feitas com concreto, que resistem as forças de compressão, e adiciona-se aço dentro da peça para combater as forças de tração solicitadas na estrutura. As peças de concreto devem ser produzidas seguindo requisitos de qualidade especificados em normas técnicas.

A norma também regulamenta que a solução em projeto, deve abordar os seguintes requisitos:

- O projeto estrutural deve conter desenhos técnicos com especificações e critérios de projeto, que podem também ser dispostos em documentos anexos ao projeto;
- Estes documentos devem expressar de maneira clara suas informações, facilitando a leitura e compreensão durante a execução;

Ainda sobre aos requisitos técnicos dos projetos que devem ser seguidos, as estruturas em concreto armado são classificadas em três grupos:

2.3.2.1. Capacidade Resistência

Segundo a NBR 6118:2014, a estrutura deve ser assegurada quanto a ruptura.

2.3.2.2. Desempenho em serviço

A estrutura de concreto deve se manter em condições de uso durante sua vida útil, sendo assim, a estrutura não pode apresentar avarias que comprometam totalmente ou parcialmente o seu uso (NBR 6118:2014).

2.3.2.3. Durabilidade

Durante a elaboração de projetos estruturais, de qualquer tipo, a NBR 6118:2014 ainda cita que deve-se levar em consideração as influências ambientais, garantindo que a estrutura os resista.

2.3.3. Projeto Complementar Hidrossanitário

Os sistemas prediais hidrossanitários, são recursos que tem como funções o fornecimento de água potável, a coleta e destinação de fluídos sanitários e coleta e destinação de águas pluviais. Segundo a NBR 5626:1998, para garantia de qualidade

dos projetos hidrossanitários, o mesmo deve seguir as seguintes condições: estudo de alternativas de traçado de tubulações, atender as necessidades dos clientes, respeitas as normas vigente, compatibilizar com os demais sistemas existentes da edificação, análise de dimensionamento, manutenção do projeto, documentação detalhada, desenhos técnicos. Todos estes preceitos tem o objetivo de garantir a facilidade de execução, qualidade e durabilidade do sistema (NBR 8160:1999).

A NBR 5626:1988, ainda regulamenta, que as soluções em projetos, devem abordar os seguintes requisitos:

- Garantir água potável;
- Garantir continuamente o fornecimento de água em quantidade, pressões e velocidades adequadas e compatíveis garantindo um bom funcionamento dos aparelhos ligados à rede;
- Garantir fácil manutenção;
- Evitar ruídos impróprios no ambiente;
- Prever peças de utilização de forma adequada, facilitando seu uso;

2.3.4. Projeto complementar elétrico

Segundo a NBR 5410:2004, o sistema predial elétrico é responsável por levar a energia elétrica para todos os pontos de utilização da edificação. Um projeto elétrico é desenvolvido a partir de uma planta arquitetônica para levantar a demanda de energia necessária para os ocupantes da edificação e locação adequada dos pontos de iluminação, tomadas e quadros de energia, garantindo fácil acionamento e compatibilização com a estrutura por onde passarão os eletrodutos.

3 | MÉTODO

Será mostrado as incompatibilizações apresentadas na obra. Estas incompatibilidades ocorrem devido aos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico terem sido elaborados por diferentes profissionais não havendo comunicação entre eles, e assim ocasionou os problemas que serão evidenciados e que poderiam ter sido evitadas se apenas um profissional houvesse feito todos os projetos, ou que houvesse comunicação entre eles para a compatibilização de todos os projetos. O trabalho foi realizado em uma obra na cidade de Alfenas-MG que conta com área construída de 299,99 m² em dois pavimentos, e é do tipo residencial unifamiliar. Seguindo o andamento da obra para visualização da utilidade de compatibilização, fazendo comparação entre o projeto compatibilizado e o projeto original feito pelos profissionais, e que foi utilizado na obra.



Figura 3 – Fachada da casa

Fonte: Acervo próprio

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Incompatibilidades Encontradas

4.1.1 Fundação X Instalações Sanitárias

Conforme mostra a Figura 4, foi encontrado o problema de incompatibilização entre o projeto hidráulico e o projeto estrutural de fundação, onde foi traçada a tubulação na lateral do terreno, e não foi analisado que neste local haveria um bloco de coroamento da fundação. Isto inviabilizou a passagem da tubulação por este local sendo necessário mudar a tubulação de lugar não previsto em projeto.m

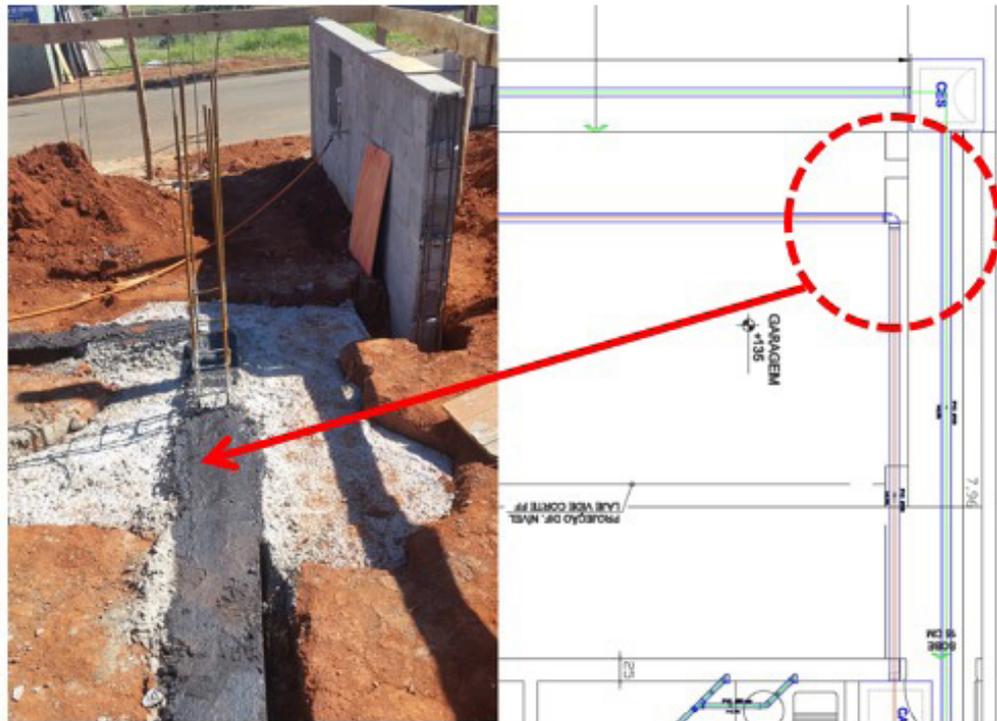


Figura 4 - Incompatibilidade entre fundação e tubulação traçados no projeto

Fonte: Acervo Próprio

A solução adotada, foi traçar novos caminhos para as tubulações de esgoto e águas pluviais, por onde não atravessam os elementos de fundação como mostra as Figuras 5 e 6.

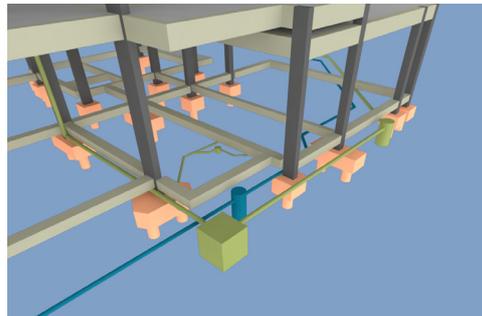


Figura 5 - Visualização tridimensional do lançamento sanitário externo - Vista 1

Fonte: Acervo Próprio

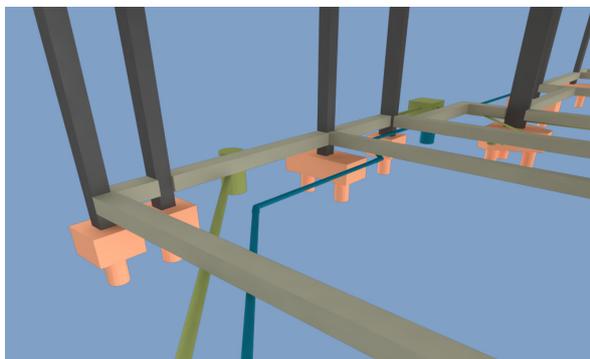


Figura 6 - Visualização tridimensional do lançamento sanitário externo - Vista 2

Fonte: Acerto Próprio

4.1.2 Diferença De Espessura Entre Alvenaria E Superestrutura

No projeto de arquitetura da residência, foi determinado que a espessura final das paredes fosse com 25 centímetros. E durante a concepção do projeto estrutural, o primeiro engenheiro determinou que os pilares possuiriam dimensão de 24x24 centímetros. Entretanto para a alvenaria de vedação da casa, poderia se utilizar tijolos com espessura de 14 ou 19 centímetros, o que faria com que os pilares ficassem expostos além da alvenaria de vedação.

O fato de os pilares ficarem projetados além da alvenaria, implicaria em um aumento considerável da espessura do revestimento argamassado conforme exemplifica a Figura 7, o que faria uma grande diferença de custo se tratando de uma residência de quase 300 m² de construção. Tal fato poderia ter sido notado caso houvesse feito a compatibilização.

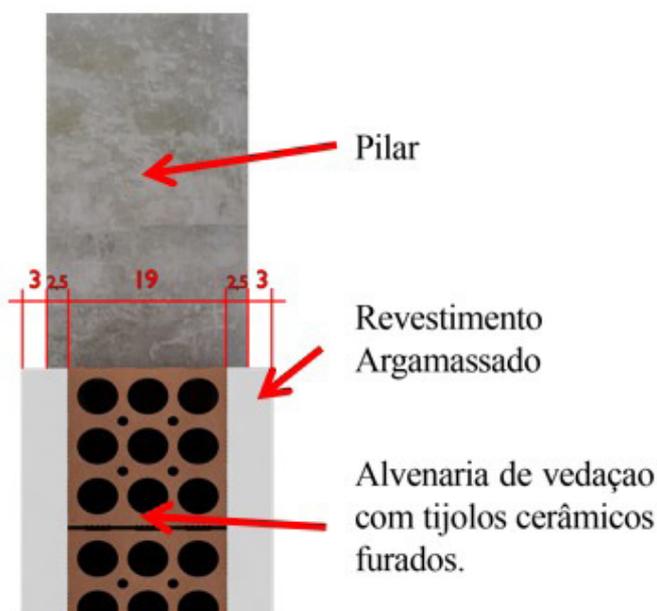


Figura 7 - Ilustração comparando a espessura entre o pilar e a alvenaria

Fonte: Acervo Próprio

A solução adotada após o projeto estrutural ser refeito, foi adotar pilares com

dimensão de 14 centímetros no seu menor lado, isso fez com que os pilares ficassem alinhados com a alvenaria de vedação que também possui 14 centímetros de espessura. Com esta solução foi possível corrigir o problema antes de prosseguir a obra.

4.1.3 Diferença De Espessura Entre Alvenaria E Vigas Baldrame

As vigas baldrame da residência já haviam sido construídos quando o projeto estrutural foi refeito, e como os pilares haviam dimensões definidas de 24x24 centímetros, o baldrame também foi projetado com 24 centímetros de espessura. E após o novo dimensionamento, onde os pilares e a alvenaria foram projetados com 14 centímetros, ficou remanescente uma diferença de 10 centímetros entre a viga baldrame e os pilares e alvenaria como mostra as Figuras 8 e 9, sendo que esta diferença na espessura, em alguns pontos foi possível centraliza-las sobrando 5 cm para cada lado, porem em outros, a alvenaria ficou alinhada em apenas um dos lados da viga, sobrando a diferença de 10 centímetros para apenas um lado.



Figura 8 - Diferença de espessura entre vigas baldrame e alvenaria

Fonte: Acervo Próprio



Figura 9 - Diferença de espessura entre vigas baldrame e pilar

Fonte: Acervo Próprio

Neste caso, não houve uma solução concreta a ser aplicada. Durante a execução foi acompanhado de perto a locação e alinhamento das paredes para garantir que nenhum espaço fosse comprometido. A diferença de espessuras entre a estrutura e alvenaria de vedação apenas ocasionou um pequeno aumento de área útil nos cômodos.

4.1.4 Instalações Hidráulicas X Superestrutura

Novamente se tratando de tubulações traçadas em locais incorretos, temos um problema que foi encontrado no lavabo do pavimento térreo, onde o projeto hidrossanitário indica a passagem horizontal de tubulações através de um pilar locado no centro da parede como mostra a Figura 10.

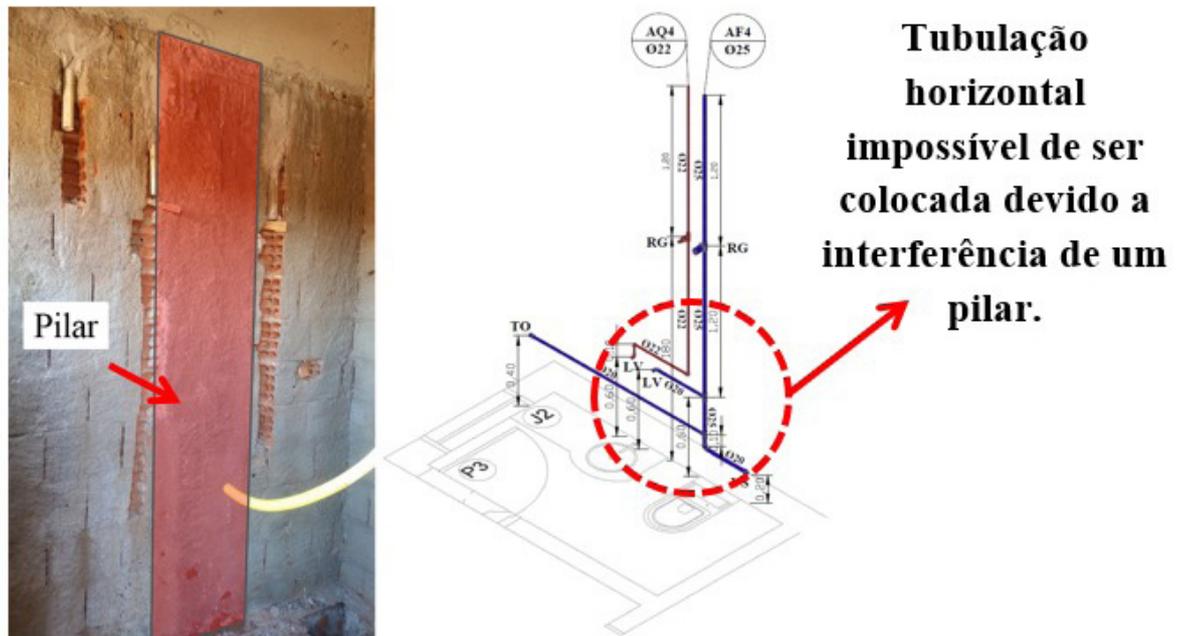


Figura 10 - Tubulação hidráulica traçada através de pilar

Fonte: Acervo Próprio

A norma técnica de concreto armado, determina condições para que seja possível atravessar vigas e pilares com tubulações, porém estes elementos estruturais devem ser previamente calculados considerando os diâmetros e a extensão por qual a tubulação irá atravessar a estrutura. Tal previsão não foi realizada no projeto estrutural da residência.

A solução adotada para resolver este problema, foi traçar novos caminhos e criar uma nova coluna de água fria para as tubulações que abastecem as peças de utilização do ambiente como mostra as Figuras 11 e 12.

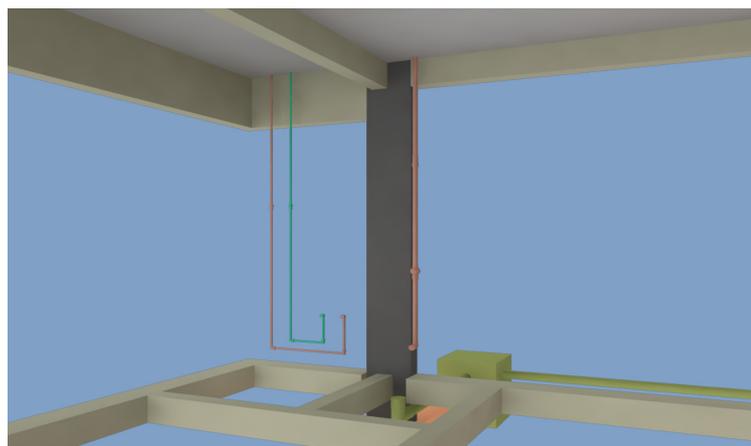


Figura 11 - Visualização tridimensional do lançamento hidrossanitário do Lavabo - Vista 1

Fonte: Acervo Próprio

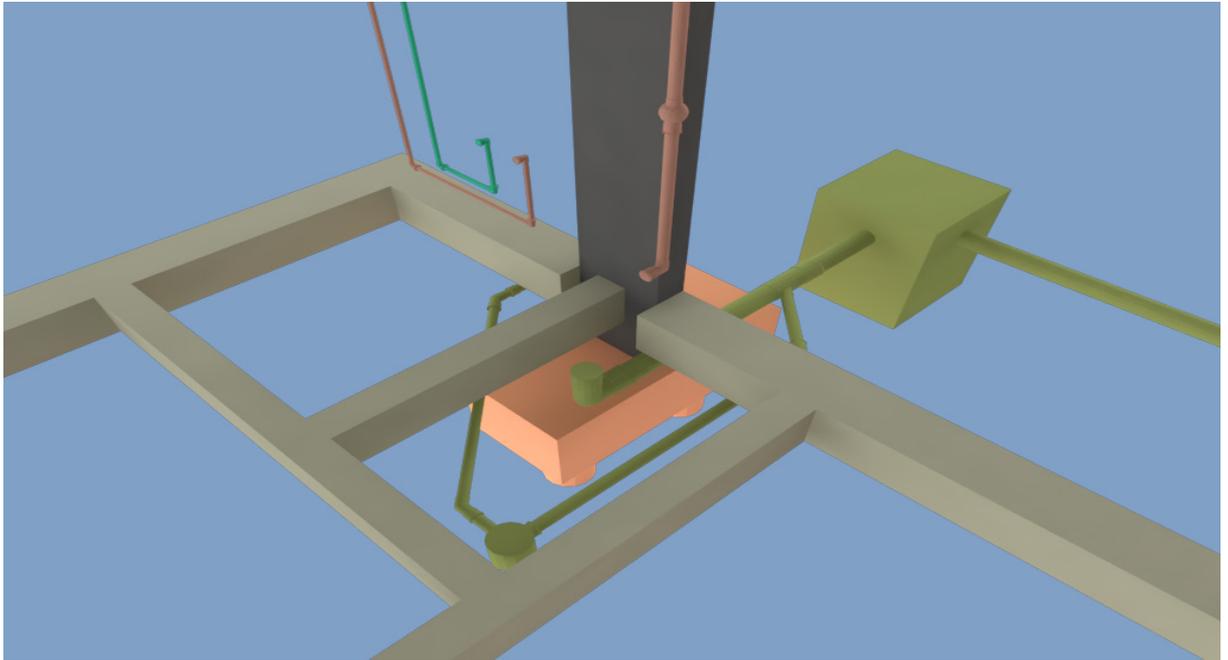


Figura 12 - Visualização tridimensional do lançamento hidrossanitário do Lavabo - Vista 2

Fonte: Acervo Próprio

Além do novo traçado das tubulações de água fria e água quente, a Figura 12 mostra na visualização tridimensional do lançamento hidrossanitário as tubulações do sistema de esgoto, que são posicionadas em locais onde não há interferências e obstáculos.

5 | CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após este estudo ficou claro a importância de se fazer uma interação de todos os projetos, isto é, o processo de compatibilização de projetos traz inúmeras vantagens quando comparado aos métodos tradicionais. Hoje com o avanço da tecnologia, ficou mais fácil a implementação do uso da Metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de engenharia.

Poucos profissionais atualmente conseguem desenvolver todos os projetos na mesma base de programa computacional, isto devido à falta de conhecimento nas demais áreas a qual trabalham e a falta de oportunidades para poder conseguir fazer com excelência seus projetos.

Neste trabalho foi mostrado a Metodologia BIM aplicada no estudo de caso, onde foi constatado os “erros” ocasionados pela não compatibilização dos projetos, o que proporcionou a perda e desperdício de insumos e de tempo na execução da mesma. O projeto já elaborado em sua total compreensão traz muitos benefícios, onde poderá ser executada uma obra sem problemas, sem riscos e sem perdas de materiais, com mais segurança e conforto.

REFERÊNCIAS

ACCA, **Software Edificius 2017**. Bagnoli Irpino, Itália, 2017.

ADDOR, M.; CASTANHO, M.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J.; NARDELLI, E.; OLIVEIRA, A. **Colocando o “i” no BIM**. Revista eletrônica de arquitetura e urbanismo, edição nº 4, 2010. Disponível em: <<http://www.usjt.br/arq.urb/>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

ALTOQI, **Plataforma QiBuilder 2018**. Florianópolis, Brasil, 2017.

ALTOQI, **Software Eberick 2018**. Florianópolis, Brasil, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

AUTODESK. **Software Revit 2018**. San Rafael, Estados Unidos da América, 2017.

BLANCO, Mirian. **Vantagens de negócio: saiba o que as empresas têm a ganhar ao adotar a modelagem da construção para empreendimentos residenciais e comerciais**. PINIWeb: Revista Construção Mercado - negócios de incorporação e construção. Ed. 115, fevereiro de 2011. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo283862-1.aspx>>. Acesso em 10 de nov. de 2017.

CADS, Computer Aided Design Studio. **Projeto Arquitetônico no Revit 2015**, Tecnopuc, Porto Alegre. Porto Alegre, 2015.

DELATORRE, Joyce. **BIM na prática: como uma empresa construtora pode fazer uso da tecnologia BIM**. Autodesk University, 2011. Disponível em: <http://aucache.autodesk.com/au2011/sessions/5522/nov29_virtual_handouts/v1_CR5522_Delatorre.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de Bim: Uma Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Construtores e Incorporadores**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483p.

FARIA, Renato. **Construção Integrada**. Revista Técnica: São Paulo, 2007. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx>>. Acesso em 10 de nov. de 2017.

FLORIO, Wilson. **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**. 2007. 10 f. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Porto Alegre: 2007.

FRANCO, Luiz Sérgio; AGOPYAN, Vahan. **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1993.

GRAPHISOFT. **Software ArchiCAD**. Budapeste, Hungria, 2017.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Compatibilização de projetos**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mestrado Profissionalizante. São Paulo, 2003.

HOWEL, Norb. **Você consegue sobreviver sem o BIM? Permanecendo Competitivo**. Resumo de Negócios BIM. Autodesk. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/temp/amer/edms/fy16-q1/february-15/5508/19242/test-drive-bim-construction-br-bim-ebook.pdf>>. Acesso em: 10 de nov. 2017.

KYMMEL, Willem. **Bulding linformation Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulation**. 1ª ed. McGraw-Hill, 2008.

MOTA, Raphael Alves. **A implantação do sistema BIM em escritórios de Engenharia Civil: Estudo de caso. Relatório (Graduação Engenharia Civil)** – Universidade do Planalto Catarinense. Lajes, 2014.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. **Melhoria da qualidade da etapa de projeto de obras de edificação: um estudo de caso**. Revista READ, ed. 7, vol. 3, nº 3. Porto Alegre, 1997. Disponível em: <http://gianti.ea.ufrgs.br/files/artigos/1997/1997_047_ENANPAD.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

PAIXÃO, Luciana. **Archicad ou Revit: Qual software escolher?**, agosto de 2014. Disponível em: <<https://www.aarquitectura.com.br/blog/revit-arquitetura/archicad-ou-revit-qual-software-escolher/>>. Acesso em 10 de nov. de 2017.

SALGADO, Mônica Santos. **Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício** – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

TRIMBLE, **Software Tekla Structures**. Sunnyvale, Estados Unidos da América, 2017.

VECTORWORKS, **Software Architect**. Columbia, Estados Unidos da América, 2017.

APLICATIVOS DE SMARTPHONE COMO FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DE OBRAS

Francisco Diego Bezerra Soares

Universidade Regional do Cariri

Crato – Ceará

**Guilherme Álvaro Rodrigues Maia
Esmeraldo**

Instituto Federal do Ceará campus Crato

Crato – Ceará

RESUMO: Tem crescido o uso dos celulares inteligentes – os smartphones – como a revolução tecnológica de maior impacto dos últimos anos. Essas ferramentas, que funcionam como um computador de bolso com acesso a milhões de aplicativos, tem como principal característica a mobilidade, já que acompanha o usuário por onde quer que ele vá durante dias longos espaços de tempo. Essa propriedade pode ser de suma importância para alavancar melhorias nos processos de gerenciamento de uma obra, proporcionando mais integração e estreitando o contato do canteiro com o escritório. Desse modo, este estudo objetivou analisar as características de sete aplicativos voltados para gestão, planejamento e controle de obras, disponíveis gratuitamente nas lojas oficiais dos sistemas IOS e Android. A metodologia empregada neste estudo é investigativa e online. A análise dos resultados apresentou perfis com os quais cada aplicativo mais se identifica dentro da problemática macro

que é o gerenciamento de obras. Analisando o foco desses aplicativos, foi possível perceber que o serviço mais comumente encontrado é o de emissão e recebimento de relatórios diários, sendo somente um dos estudados o que apresentou uma gama mais considerável de serviços disponíveis. Concluiu-se, com a presente pesquisa, que é de suma importância o desenvolvimento de aplicativos para gerenciamento de obras de construção civil que integrem mais serviços num mesmo aplicativo, favorecendo o usuário e contribuindo para uma gestão verdadeiramente simplificada e acessível.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo móvel. Gerenciamento de Obra. Estudo comparativo.

SMARTPHONE APPLICATIONS AS A TOOL FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT

ABSTRACT: The use of smartphones has been growing as the most impacting technology revolution of recent years. These tools act as a handheld computer with access to millions of applications and have mobility as their main feature. This property is important and can leverage improvements in management processes of constructions, providing more integration and closer site-to-office contact. Thus, this study aimed to analyze the characteristics of seven applications focused on management,

planning and control of constructions, available for free at the official stores of the IOS and Android systems. The methodology employed in this study is investigative and online. The results analysis presented profiles which each application most identifies itself within the macro problem that is the construction management. Analyzing the focus of these applications, it was possible to notice that the most commonly found service is the sending and receiving daily reports, with only one of those applications studied presenting the most considerable range of available services. It was concluded with the present research that it is very important to develop applications for management of constructions that integrate more services in the same application, favoring the user and contributing to a truly simplified and accessible management.

KEYWORDS: Mobile app. Construction management. Comparative study.

1 | INTRODUÇÃO

É considerável a influência que a indústria da Construção Civil exerce sobre o desenvolvimento do país. Observando seu papel sob a perspectiva econômica, é fácil perceber que o grande número de atividades envolvidas nos ciclos de produção resulta no consumo de bens e serviços de outros setores. A vertente social configura-se como mais um exemplo, já que recai sobre ela o fato de a indústria da construção absorver mão-de-obra.

Picchi (2003) analisou o processo produtivo sintetizado, caracterizando-o como um aglomerado de etapas interdependentes e com um nível de gerenciamento global quase inexistente. Somado a isso, os estudos de Bertelsen (2002) apontam para uma indústria permeada por incertezas e desperdícios – realidade decorrente do fato de que as partes envolvidas no projeto (projetistas, colaboradores, construtores e fornecedores) geralmente não trabalham integradas, estando cada uma em um ambiente separado onde o compartilhamento de informações não é intenso. Essa realidade de não cooperação entre os agentes incluídos nos processos acaba por gerar menos eficiência e produtividade (DAWOOD et al., 2002). Essa dificuldade em visualizar o planejamento de um empreendimento construtivo de maneira integrada é uma problemática vivenciada constantemente pelas empresas e permite afirmar que há uma necessidade urgente em valorizar a integração entre as partes, contribuindo para uma diminuição nos possíveis erros, retrabalhos e ineficiência dos processos.

A solução desse problema tem sua base no compartilhamento e transferência de informação, de modo que os agentes envolvidos no processo de elaboração de projetos e acompanhamento de execução tenham uma relação mais estreita. Uma ferramenta de uso bastante difundido na atualidade nos diversos setores da construção civil é a Tecnologia da Informação (TI). As empresas que aderem a essa alternativa têm em mãos um elemento estratégico, já que as TI's proporcionam mais agilidade nas atividades, desde a concepção dos projetos até o gerenciamento (BETTS, 1999 apud JACOSKI; LAMBERTS, 2002).

A escolha correta de ferramentas de TI é um importante fator quando se busca minimizar riscos e auxiliar os gerentes a obter melhoria nos seus processos de controle (projeto ou produção). Quando bem selecionadas, esses instrumentos podem não só sistematizar as soluções em projeto, como também alinhar as metas da organização (MORAES; LAURINDO, 2003).

É crescente o uso de aplicativos no dia-a-dia da sociedade atual – para os mais diversos fins. Essa ferramenta tecnológica é útil principalmente por disponibilizar soluções ao usuário com um único clique, de maneira fácil e interativa. Os setores da indústria da Construção Civil também não ficam de fora: são muitos os aplicativos desenvolvidos na intenção de melhorar e promover um gerenciamento e planejamento de obras integrado e descomplicado.

Diante do exposto, o presente artigo busca apresentar aplicativos voltados para o ramo da Construção Civil, sobretudo no que se refere ao gerenciamento de obras. Esse estudo é de caráter comparativo, e pretende fornecer uma análise das vantagens e desvantagens em utilizar cada ferramenta.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento e Controle de Obras

Mattos (2010) avalia que o processo de planejamento e controle de uma obra exerce uma grande influência no desempenho final da produção, e problemas como elevados desperdícios, baixa produtividade, atrasos e baixa qualidade dos produtos gerados são uma das maiores deficiências que sem o planejamento e o controle adequado. Somado a isso, há uma ligação entre o planejamento e o controle onde ambos se complementam, sendo responsáveis pela obtenção de resultados esperados de custo, prazo e qualidade do projeto.

Existem técnicas de planejamento que utilizam cronogramas, diagramas de rede e linhas de balanço, onde as primeiras são mais utilizadas nas obras por serem mais acessíveis, ainda que encontrem limitações em atividades que possuem muitas interligações ou provoquem mudanças nos caminhos críticos.

Desde que tem avançado a tecnologia, o homem tem feito uso dessa ferramenta para o aperfeiçoamento de atividades de gestão em seus empreendimentos. Essa realidade tem sido aliada no desenvolvimento de atividades voltadas para o gerenciamento. Como exemplo disso, pode-se citar o trabalho de Vargas (1996), que ainda em 1996, já utilizava os programas de gerenciamento Microsoft Project® versão 4.1 para Windows 95 e Symantec Time Line® versão 6.1 para Windows 3.x. para estruturar a programação de atividades repetitivas em obras de construção civil. Atualmente, soluções mais completas e simplificadas vêm sendo desenvolvidas, como é o caso do BIM (*Building Information Model*) que consegue reunir uma gama de

informações da obra, até aplicativos que cabem na palma da mão.

2.2 Tecnologia Computacional Móvel

Segundo Figueiredo e Nakamura (2003), a definição de computação móvel consiste de um dispositivo capaz de processar, compartilhar informações via rede e de fácil transporte pelo usuário. Portanto, para este fim, os dispositivos computacionais devem ser de pequenas dimensões e não dependerem de cabos de conexão à rede ou fonte de energia elétrica.

Para aplicação da computação móvel, atualmente, é bastante difundido o uso dos smartphones principalmente devido à sua multifuncionalidade e à praticidade do uso, além de ser um dispositivo que faz parte do cotidiano de praticamente todos os indivíduos.

A sociedade atual tem vivenciado a evolução e ampliação dos serviços de telefonia móvel globais de proporções nunca antes imaginadas. Os processos de interação entre homens e homens e máquinas, segundo Lemos (2005), estão sendo redefinidos ao passo que avança a incorporação de sistemas operacionais permitindo aos celulares acesso e navegação à Internet banda larga sem fio. Essa revolução tecnológica à qual os telefones móveis têm sido submetidos está permitindo ao usuário um estado de permanente conexão entre indivíduos em movimento (BAUMAN, 2004). Moura e Mantovani (2005), após analisar os estudos de Bauman, defendem que o uso do celular dá ao usuário a possibilidade de agregar a ideia de família, intimidade, de emergência e de trabalho, estreitando as fronteiras entre a definição de público e privado.

Nesse contexto, o surgimento de dispositivos cada vez menores e com as mesmas funções do computador pessoal, anunciam uma nova tendência de comunicação, baseada na mobilidade. Essas mudanças na forma de comunicar-se conferiram à humanidade uma maior autonomia para desenvolver suas relações e atividades. Somado a isso, o desenvolvimento da tecnologia dos Circuitos Integrados (Cis), tornou possível a inserção de grande quantidade de transistores em um único chip. Isso tudo permitiu a criação de microprocessadores que, inicialmente aplicados em computadores, eram usados com periféricos externos como linhas de entrada e saída, temporizadores, memória e outros. Atualmente, implantados nos smartphones, permitem maior interação entre esses componentes.

O avanço do mercado de dispositivos móveis vem proporcionando oportunidades comerciais e sociais nas mais diversas áreas. Os smartphones, que funcionam como um computador de bolso, têm acesso fácil e rápido a milhões de aplicativos. O número de aplicativos baixados nos smartphones já ultrapassa centenas de bilhões, segundo dados da International Data Corporation (IDC, 2013). Essa realidade é sobretudo resultado da facilidade de acesso a esses app's nas suas respectivas lojas virtuais. Tudo isso converge para o fato de que a utilização de ferramentas computacionais no formato de aplicativos móveis, é uma alternativa

eficaz para promover soluções ao público-alvo desejado. Além disso, é relevante e considerável a pessoalidade que estes equipamentos proporcionam aos usuários, já que um profissional pode fazer uso do seu próprio aparelho, com o qual já é familiarizado devido ao uso diário (FIGUEIREDO E NAKAMURA, 2013).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo parte de uma pesquisa on-line em lojas oficiais de aplicativos para os sistemas operacionais Android e IOS, buscando conhecer e caracterizar os aplicativos disponíveis para download que sejam gratuitos e possam auxiliar nos processos de gestão, planejamento e controle de obras.

A partir da especificação desses app's, o estudo realiza uma análise comparativa entre os aplicativos encontrados, de modo a apresentar opções favoráveis ao uso na construção civil.

A análise à qual se refere este estudo fez uso de dois grupos de métricas:

1. Caracterização técnica: Compreende os aspectos técnicos do aplicativo, que se referem principalmente às características de armazenamento, análises de usuários, disponibilidade em português e outros parâmetros similares;

2. Serviços: Refere-se aos aspectos mais voltados para o âmbito da construção civil, explicitando tipos de serviços dessa área que são possíveis de serem desenvolvidos com auxílio do app em questão.

Essas métricas foram escolhidas porque, a partir das observações realizadas sob essas duas perspectivas, é possível chegar a uma análise mais precisa sobre a viabilidade do uso desses apps para gerenciamento de obras na construção civil, sem desprezar seu desempenho técnico.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados obtidos através do estudo comparativo entre seis dispositivos existentes no mercado, consistindo em apresentar suas características técnicas e os serviços disponíveis em cada aplicativo e a partir do estudo discutir os resultados obtidos. Foram tomados como objeto de estudo seis aplicativos gratuitos, disponíveis nas lojas online oficiais dos sistemas operacionais móveis IOS e Android. Somente um dos aplicativos apresentou serviços que englobam as diversas vertentes do gerenciamento de uma obra. Os demais apresentaram perfis mais específicos de determinadas atividades, sendo quase todos mais voltados para a elaboração de relatórios diários.

4.1 Estudo Comparativo

Os canteiros de obras do mundo inteiro já usufruem dos benefícios da

tecnologia. Com aplicativos desenvolvidos para auxiliar no gerenciamento de obras, profissionais da construção civil têm, ao alcance de alguns cliques, a possibilidade de acompanhar o andamento da obra, além de manterem-se atualizados sobre atividades de execução e controle. A gestão, através dessas ferramentas, não só melhora a comunicação entre escritório e canteiro de obras, como também proporciona mais agilidade devido a otimização do tempo de trabalho dedicado para cada processo, já que diminui o número de idas à obra e permite que as informações sobre ela sejam acessadas com facilidade.

Este estudo tem como objeto de estudo seis aplicativos de gerenciamento de obras, disponíveis em lojas oficiais dos sistemas IOS e Android. Nas seções a seguir estão apresentados os resultados observados.

4.1.1 Caracterização Técnica

No que se refere às análises macros – voltadas principalmente para as características mais técnicas dos aplicativos – foram analisados os seguintes pontos (Tabela 1):

- Idioma: Apresenta os idiomas suportados por cada aplicativo móvel, sendo o idioma português o de maior potencial positivo para este estudo;
- Plataforma: Refere-se às plataformas nas quais o app é encontrado para download, podendo ser IOS e/ou Android. Quanto mais acessível, mais positivo será o aplicativo nestas análises;
- Espaço ocupado para armazenamento: Apresenta, em megabytes (MB), o espaço que o app ocupa no smartphone considerando as informações disponibilizadas nas plataformas;
- Avaliação de Usuários (0-5): Considera as análises realizadas pelos usuários e disponibilizadas em forma de média nas plataformas. As avaliações variam de 0 a 5 pontos.

O Quadro 1 apresenta os aspectos técnicos pelos quais cada aplicativo móvel é composto, sobretudo aqueles que interessam às análises dessa pesquisa. O idioma é importante porque torna mais prática a comunicação do usuário com o app e do usuário com outros usuários, além de tornar o uso rápido e acessível. Se disposto nas duas plataformas (IOS e Android), o aplicativo será mais acessível, já que poderá ser baixado em qualquer smartphone. O espaço necessário para armazenamento e a avaliação de outros usuários são, quase sempre, fatores determinantes para que o indivíduo adote ou não aquela ferramenta. Por este motivo, as métricas acima foram escolhidas e analisadas neste trabalho. Todos os dados foram coletados das plataformas IOS e Android para download de aplicativos.

Aplicativo	Idioma	Plataforma	Espaço ocupado para armazenamento		Avaliação de usuários (0-5)	
			IOS	ANDROID	IOS	ANDROID
Diário de Obra Online	Português e Inglês	IOS e Android	9,5 MB	12 MB	3.4	3.8
.ConstruCalc	Português e Inglês	IOS e Android	31,8 MB	10 MB	4.7	4.7
Construct App	Português, Espanhol e Inglês	IOS e Android	50,6 MB	8,8 MB	4.6	4.3
PlanGrid Construction Software	Inglês, Japonês, Espanhol	IOS e Android	137,8 MB	42 MB	4.3	4.3
Vigha	Português e Inglês	IOS e Android	8,9 MB	873 KB	+	3.9
RDObras - Diário de Obras	Português	Android	*	24 MB	-	4.0
ObraGo! Diário de Obra	Português e Inglês	Android	*	5,7 MB	-	4.0

Quadro 1 – Caracterização técnica dos app's.

Legenda:

“+” = Não há número suficiente de avaliações.

“*” = Como o aplicativo não está disponível para IOS, não há informações de armazenamento para esta plataforma.

“-” = Como o aplicativo não está disponível para IOS, não há informações de avaliação para esta plataforma.

Fonte: Autores (2019).

4.1.2. Serviços Disponíveis

No que tange aos serviços que os aplicativos propõem, buscou-se analisar aqueles que apresentam a possibilidade de enviar, emitir e receber relatórios técnicos da obra, controle de chegada e saída de materiais, elaboração e acompanhamento de orçamentos e acesso às plantas da obra. Os resultados dessas investigações seguem apresentados na Quadro 2.

Aplicativo	Serviços					
	Cálculo de insumos	Relatórios diários de obra	Acompanhamento de obra	Acesso aos projetos da obra	Orçamento	Planejamento
.Diário de Obra Online	-	X	-	-	-	-
.ConstruCalc	X	-	-	-	-	-
Construct App	-	X	X	-	-	-
PlanGrid Construction Software	-	X	X	X	-	-
Vigha	X	X	X	-	X	X
RDObras - Diário de Obras	-	X	-	-	-	-
ObraGo! Diário de Obra	-	X	-	-	-	-

Quadro 2 – Serviços disponíveis em cada app.

Legenda:

“-” = Não suporta a métrica.

“X” = Suporta a métrica.

Fonte: Autores (2019).

O Cálculo de Insumos refere-se à possibilidade de calcular, no próprio aplicativo de smartphone, a quantidade de materiais e mão de obra necessárias à execução de um serviço. Esse fator é muito importante quando se busca determinar quantidade de materiais e seu orçamento, principalmente.

Os relatórios diários da obra permitem ao usuário expressar rapidamente qual o andamento da obra no dia de determinada visita, além de inserir informações importantes e compartilhar com facilidade.

O acompanhamento de obras faz referência à possibilidade de estar por dentro do desenvolvimento da obra de maneira fácil e on-line, tornando a resolução de problemas mais simples e melhorando o contato entre o canteiro e o escritório.

Acessar os projetos permite compreender o andamento dos processos e mensurá-los, verificando sempre o quando da obra foi concluída e se os projetos têm sido seguidos corretamente.

O orçamento refere-se à possibilidade de gerar planilhas de custos através do aplicativo, sobretudo para questões de controle financeiro e quantidade de materiais. Essa ferramenta é útil porque permite maior lisura nos processos financeiros das empresas e torna simples a “suposição” de valores a serem gastos com determinado serviço.

O planejamento diz respeito à possibilidade de organizar a obra de maneira prévia com auxílio do app, em relação aos insumos, duração da obra, orçamento e afins.

4.2 Análise dos Resultados

Para a discussão dos resultados obtidos neste trabalho, foram criados gráficos estatísticos para sumarizar relacionar, de uma maneira geral, os serviços desenvolvidos pelos aplicativos estudados.

4.2.1. Análise do Quadro 1

O fato de que há uma quantidade considerável de aplicativos em português é bastante positivo. Dentre os pesquisados, somente o PlanGrid não dispõe de versão em português. Outro aspecto interessante é que a grande maioria dos app's está disponível também em inglês, o que contribui para que o compartilhamento de informações seja ainda mais amplo. Também vale ressaltar que todos os app's analisados estão disponíveis para dispositivos Android. Isso é muito positivo, já que a maioria dos smartphones utilizados no Brasil fazem uso desse sistema operacional e é o mais amplamente difundido nacionalmente.

De uma maneira geral, os aplicativos móveis foram avaliados positivamente pelos usuários, estando sempre em torno de 3 pontos. Isso significa que cumprem o que se propõem a fazer, mesmo que sejam serviços muito restritos e pontuais. Somadas às avaliações de usuários, o espaço dedicado para o armazenamento também é um fator determinante para a decisão do usuário de aderir ou não à ferramenta. Se mais compactos, geralmente tornam-se mais fáceis de usar e não demandam muito do smartphone, apresentando-se como ferramentas rápidas e simples. No entanto, aqueles que requerem mais espaço para armazenamento também devem oferecer mais atributos.

4.2.2. Análise do Quadro 2

Analisando o Quadro 2, é clara a ocorrência de mais aplicativos trabalhando com emissão de relatórios de obra. Isso se dá, principalmente, devido à necessidade que os canteiros e escritórios têm de compartilhar com mais facilidade o que acontece na obra com os setores administrativos. Além disso, essa é uma tarefa mais fácil de executar nos smartphones.

Também merece destaque as observações sobre o acesso aos projetos da obra, orçamento e planejamento. Poucos são os aplicativos que se dedicam a executar essas tarefas. Pressupõe-se que isso se dá devido à dificuldade de realizar essas tarefas em um dispositivo tão compacto como um smartphone. Já que são atividades que demandam muita memória computacional e muito acesso simultâneo a documentos e ambientes diferentes, é comum que essas atividades sejam mais realizadas em notebooks e computadores de mesa.

4.2.3. Análise Geral dos Quadros

O Gráfico 1 apresenta o percentual de aplicativos que desenvolvem cada tipo de serviço analisado. Observa-se que tarefas relacionadas à elaboração de relatórios diários de obra são mais fáceis de encontrar nos app's em geral, o que contribui para uma integração de informações de maneira mais rápida e prática, fortalecendo o elo entre o escritório e o canteiro.

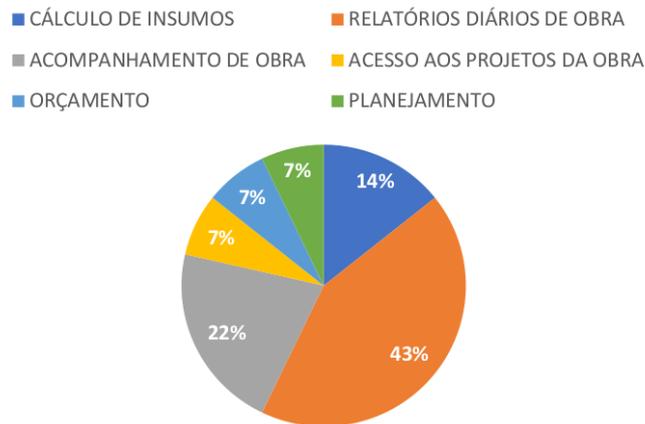


Gráfico 1 – Percentual de aplicativos que desenvolvem cada serviço analisado.

Fonte: Autores (2019).

Por outro lado, os pontos mais relacionados ao planejamento e ao desenvolvimento de orçamento da obra aparecem mais timidamente nos app's. O acesso aos projetos da obra também é raro de encontrar nos aplicativos analisados. Essa realidade é resultado da dificuldade de inserir esses serviços em aplicativos para smartphone, já que os projetos de engenharia são geralmente arquivos grandes que requerem muito armazenamento e um bom sistema operacional, demandando muito do smartphone e do app. Somado a isso, a realização de orçamento para uma obra requer acesso a planilhas financeiras que sirvam como base para a determinação de custos unitários – como a o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil); por exemplo – o que dificulta a inserção dessa tarefa nos aplicativos. O planejamento de obra, por sua vez, é uma atividade difícil de ser realizada em smartphones, já que é dependente de informações contidas nos projetos e no orçamento da obra – serviços geralmente desenvolvidos em escritório e com ajuda de softwares que não estão disponíveis para telefones celulares. No Gráfico 2, é possível observar quais dos app's estão disponíveis nas duas lojas oficiais utilizadas na pesquisa.

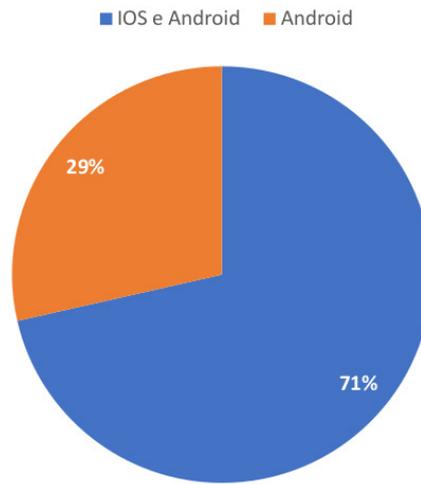


Gráfico 2 – Percentual de aplicativos disponíveis em cada loja dos sistemas operacionais IOS e Android.

Fonte: Autores (2019).

Todos os aplicativos estudados estão disponíveis na Play Store, loja oficial do sistema Android. O sistema IOS não dispõe de dois dos aplicativos analisados – o *ObraGo!* e o *RDObras*. Dentre os app's, destacam-se o *PlanGrid*, *ConstruCalc* e *Construct App*, cujo download pode ser feito na Apple Store e na Play Store, além de serem aplicativos bem avaliados nas duas plataformas (ver Quadro 1), agregando a estas três ferramentas uma boa acessibilidade e uma boa avaliação do que se comprometem a fazer.

Entre os aplicativos com avaliação disponível no IOS e Android (ver Quadro 1), foi possível determinar um ranking, estando o *ConstruCalc* em primeiro lugar como aplicativos mais bem avaliados, seguido do *Construct App*, *PlanGrid* e *Diário de Obra Online*. Vale ressaltar que essas avaliações se referem somente ao que o aplicativo se propõe fazer. Percebe-se com clareza que, embora ainda não disponha de avaliações suficientes no IOS, o aplicativo *Vigha* é o mais completo para uso em gerenciamento de obras, já que abrange o desenvolvimento de diversas atividades. Os aplicativos *Diário de Obra Online*, *ObraGo*, e *RDObras* podem ser considerados – devido às atividades que desenvolvem – como aplicativos específicos para relatórios diários. O *ConstruCalc* é próprio para cálculo de insumos, enquanto que o *Construct App* e o *PlanGrid* adequam-se mais a atividades mais voltadas para o acompanhamento de obras.

5 | CONCLUSÕES

O gerenciamento de obras na construção civil envolve diversos desafios. Um deles, é a integração entre os canteiros de obras e os escritórios administrativos. Nessa perspectiva, muitos desenvolvedores lançaram aos smartphones ferramentas para proporcionar esse link do canteiro de obras com o escritório, tornando possíveis

inclusive atividades de planejamento, orçamento, acesso aos projetos das edificações e outros serviços antes possibilitados somente com o uso de um computador.

O uso de aplicativos de smartphone para simplificar atividades do dia a dia de diversos profissionais é uma realidade crescente. No âmbito da construção civil, mais especificamente no que se refere à gestão, essas ferramentas têm sido importantes para proporcionar melhorias nos processos de planejamento e controle de obras.

Para que a utilização de smartphones nos canteiros de obras e escritórios como auxílio para o gerenciamento seja mais fortalecida, é necessária uma nova solução que agregue mais serviços necessários ao planejamento e controle de obras, e que esteja disponível no idioma português. Dessa forma, espera-se que essas investigações sirvam de impulso para a realização de mais pesquisas voltadas para a área da tecnologia a favor da gestão e controle de obras. No que se refere ao uso dos smartphones, em especial, ainda há muito o que se desenvolver e aprimorar, e a pesquisa científica somada à evolução tecnológica são ferramentas cruciais para o avanço dessa área.

REFERÊNCIAS

BERTELSEN, S. Bridging the gaps – towards a comprehensive understanding of lean construction. In: Proceedings IGCL-10. Gramado, 2002.

BETTS, M. Strategic Management of I.T in Construction. Londres: Blackwell Science, 1999.

DAWOOD, N; SRIPRASERT, E.; MALLASI, Z; HONNS, B. 4D visualization development: Real Life Case Studies. In: INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. CIB W78 conferência. Aarhus School of Architecture, 2002.

FIGUEIREDO, C. M. S., NAKAMURA, E. Computação móvel: novas oportunidades e desafios. Rev T&C Amazônia. 2003; 1(2):16-28.

IGNACZACK, L. Um Novo Modelo de Infra-estrutura de Chaves Publicas para Uso no Brasil Utilizando Aplicativos com o Codigo Fonte Aberto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

International Data Corporation (IDC). IDC: press release. China to Become the Largest Market for Smartphones in 2012 with Brazil and India Forecast to Join the Top 5 Country-Level Markets by 2016, According to IDC. Framingham: MA; 2013.

MATTOS, A. D. Planejamento e Controle de Obras. São Paulo: Editora Pini, 2010.

MORAES, R.O.; LAURINDO, F.J.B. Um estudo de caso de gestão de portfólio de projetos de Tecnologia da Informação. Gestão & Produção v.10, n.3, p.311-328, São Carlos, dez. 2003.

PICHI, F.A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. Revista Ambiente Construído, v. 03, p. 7-23, Porto Alegre, 2003.

VARGAS, C. L. S. Utilizando programas de computador de gerenciamento de projetos para estruturar a programação de atividades repetitivas em obras de construção civil com a técnica da linha de balanço. Piracicaba: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção e 2nd International Congress of Industrial

Engineering – ENEGEP/Piracicaba, 1996.

LAURINDO, F.J.B., SHIMIZU, T., CARVALHO, M.M. de, RABECHINI JR, R. O papel da Tecnologia da Informação (TI) na estratégia das organizações. *Gestão & Produção*, v.8, n.2, p.160-179, São Carlos, ago. 2001.

SILVA FILHO, Y. V. ; FALLER, N. ; SCHMITZ, E. A. Projeto de circuitos integrados em VLSI. Rio de Janeiro: NCE, UFRJ, 1982. 22 p. (Relatório Técnico, 03/82).

SOBRE O ORGANIZADORA

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação do vento 225, 226, 228, 229, 230, 235
Algoritmo 1, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 240, 251, 254, 258
Análise estrutural 1, 2, 4, 9, 14, 15, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 198, 224
Aplicativo 28, 56, 60, 61, 62, 63, 66
Aprendizagem 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84
Argamassa 107, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131
Armaduras 93, 95, 192, 196, 197, 199, 200, 202

B

BIM 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 40, 41, 42, 43, 53, 54, 55, 58
Blocos de concreto 190

C

Cálculo 1, 4, 10, 14, 15, 33, 38, 63, 66, 69, 75, 80, 84, 86, 90, 93, 98, 101, 104, 105, 106, 109, 112, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 195, 205, 210, 211, 226, 227, 230, 233, 238, 240, 245, 247, 248, 249, 251, 254, 257
Compatibilização 23, 24, 25, 40, 41, 44, 46, 49, 53, 55
Concreto 45, 52, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 123, 130, 131, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 195, 198, 205, 230, 231, 238, 239
Controle tecnológico 121, 122, 127, 130

D

Desenvolvimento 1, 16, 34, 41, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 63, 65, 66, 69, 70, 71, 74, 77, 84, 90, 131, 149, 151, 163, 167, 209, 230, 259
Dimensionamento 2, 3, 26, 46, 50, 88, 142, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 199, 204, 208, 212, 223, 238, 240, 241, 242, 246, 247, 249, 258, 259

E

Edificações 17, 41, 44, 54, 67, 87, 90, 99, 121, 122, 124, 130, 133, 135, 137, 140, 141, 142, 147, 148, 226, 229, 230, 233, 237, 238
Elementos finitos 15, 28, 33, 34, 38, 198, 199, 246
Eletricidade 149, 152, 153, 154, 156, 159, 160, 161, 163
Energia 5, 6, 15, 46, 59, 126, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 170, 179, 183, 184, 186
Energia renovável 149
Ensaio 28, 101, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 121, 122, 128, 129, 130, 169, 170, 191, 197, 205
Estabilidade 86, 87, 88, 92, 93, 98, 99, 115, 226, 238, 246, 249, 258
Estacas 157, 188, 189, 190, 205
Estruturas 1, 2, 3, 9, 14, 15, 28, 38, 41, 45, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 99, 100, 105, 113, 119, 167, 168, 169, 171, 176, 178, 179, 186, 205, 207, 208, 223, 224, 225, 238, 239, 241, 259

G

Gerenciamento de obras 56, 58, 60, 61, 66

Gerenciamento de projetos 16, 19, 27, 67

I

Inovação 41, 69, 70, 72, 73, 74, 85, 179

M

Materiais 2, 28, 30, 31, 35, 38, 44, 53, 60, 62, 63, 88, 99, 102, 103, 105, 109, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 140, 143, 147, 148, 167, 168, 169, 172, 198, 199, 223, 228

Método dos deslocamentos 1, 3, 9, 14, 15

Modelagem estrutural 225

Módulo de elasticidade 4, 10, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 127, 128, 130, 131, 198, 199, 209, 231, 244

P

Perfis de aço 240, 241, 249, 258, 259

Pré-moldados 90, 177, 178, 179, 180, 181, 186, 187

Projeto 1, 2, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 68, 70, 72, 74, 82, 87, 88, 89, 90, 99, 104, 109, 112, 124, 132, 134, 135, 142, 147, 168, 178, 181, 184, 186, 205, 224, 235, 238, 259

Projeto arquitetônico 26, 44, 54

Propriedades geométricas 3, 209, 222, 242, 243, 245, 249, 251

R

Reciclagem 120, 177, 180, 181, 182, 186, 187

Reforço estrutural 86

Resíduos sólidos 167, 177, 179, 180, 186

Resistência 23, 26, 35, 45, 88, 89, 90, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 124, 126, 127, 128, 129, 131, 142, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 189, 195, 198, 199, 200, 231, 240, 242, 249, 251, 257, 258

S

Segurança 53, 132, 134, 135, 139, 140, 142, 143, 151, 179, 212, 226, 230, 233, 238, 260

Simulações 28, 30, 31, 33, 35, 98, 190, 225

Sustentabilidade 19, 20, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 186

T

Tecnologia 27, 40, 41, 42, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 67, 68, 121, 131, 152, 153, 157, 161, 163, 166, 260

Treliças 9, 14, 15, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 220, 223, 224

V

Viga 50, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 102, 103, 112, 206, 209, 212, 221, 222, 223, 237, 246

