

# 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	Engenharia de construção civil e urbana [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  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  1. Construção civil – Brasil. 2. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado.  CDD 624
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
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	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
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	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
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	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
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	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
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	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>86</b>
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	

<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>101</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5261919128</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>115</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5261919129</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>121</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191210</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>132</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191211</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>149</b>
CONTRIBUIÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL	
Adriana Coelho Vieira	
Brunno Daibert Andrès	
Luis M. Ferreira Gomes	
Peter Kallberg	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191212</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>166</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191213</b>	



<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>177</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>188</b>
COMPORTAMENTO DE BLOCOS DE TRANSIÇÃO COM PERFIL METÁLICO <i>Behavior of steel pile cap</i>	
Rodrigo Gustavo Delalibera	
Marcell Godoi Sivelli	
José Samuel Giongo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>206</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>225</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>240</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52619191218</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>260</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>261</b>

## 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.

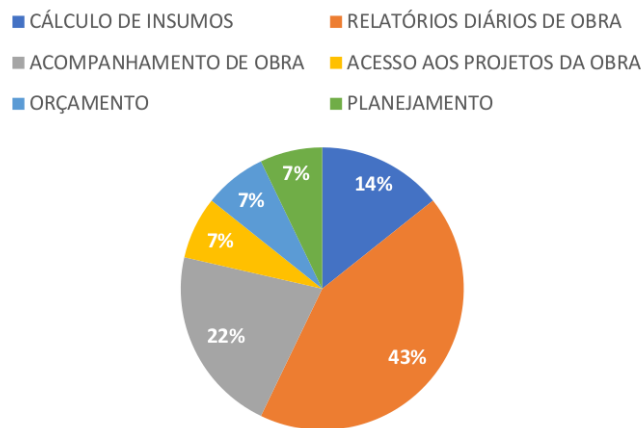
### 4.2.2. Análise do Quadro 2

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.

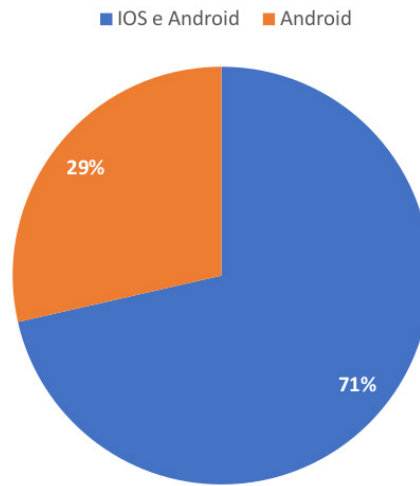


Gráfico 2 – Percentual de aplicativos disponíveis em cada loja dos sistemas operacionais IOS e Android.

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 a 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

