

# 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	<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>
<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>

## CONTROLE TECNOLÓGICO DA ARGAMASSA POR MEIO DE ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### **Amanda Regina de Souza Macedo**

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN, 59078-970  
Natal, Brasil

### **David Edson Macedo Palhares**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, 59625-900, Mossoró, Brasil

### **Ariadne de Souza e Silva**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, IFRN 59291-727, São Gonçalo do Amarante, Brasil

### **Rafael Alexandre Raimundo**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFPB, 58051-900, João Pessoa, Brasil

### **Cleber da Silva Lourenço**

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN, 59078-970, Natal, Brasil

### **Ruan da Silva Landolfo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, IFPE, 55200-000  
Pesqueira, Brasil

### **Uilame Umbelino Gomes**

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN, 59078-970  
Natal, Brasil

**RESUMO:** A durabilidade de um material é fortemente influenciada pelos processos envolvidos durante a sua produção. Quando produzidos com materiais de boa qualidade

e processos adequados, obtêm-se como resultado uma melhoria no fator econômico para o construtor, como também uma redução de problemas patológicos construtivos. O controle tecnológico da argamassa por meio da utilização de ensaios destrutivos e não destrutivos, contribui para reduzir as manifestações patológicas cada vez mais evidentes nas edificações. Muitos desses fenômenos patológicos são decorrentes de dosagens indevidas que normalmente são encontrados nas obras usuais, onde, em geral, não existe um responsável técnico e ocorre ausência da preocupação com a qualidade das argamassas utilizadas. Neste trabalho, apresentamos uma revisão bibliográfica da utilização dos ensaios destrutivos (ensaio mecânico para a determinação da resistência à compressão) e não destrutivos (módulo de elasticidade dinâmico) para o controle tecnológico de argamassas dosadas em obras. **PALAVRA-CHAVE:** argamassa, controle tecnológico, ensaio destrutivo, ensaio não destrutivo.

**TECHNOLOGICAL CONTROL OF MORTAR THROUGH DESTRUCTIVE AND NON DESTRUCTIVE TESTS: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW**

**ABSTRACT:** The durability of a material is strongly influenced by the processes involved during its production. When used with good

quality materials and suitable processes, the result is an improvement in the economic factor for the builder as well as a reduction in constructive pathological problems. The technological control of the mortar through the use of destructive and non-destructive tests contributes to reduce the increasingly evident pathological manifestations in buildings. Many of these pathological phenomena are caused by improper dosages that are usually found in the usual construction, where, in general, there is no technical responsible and there is an absence of concern with the quality of the mortars used.. In this work, we present a bibliographic review of the use of destructive (mechanical test to determine compressive strength) and non-destructive (dynamic elastic modulus) tests for the technological control of samples of mortars in works.

**KEYWORDS:** mortar, technological control, destructive testing, non-destructive testing.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Recena (2008), desde épocas remotas o homem empregava materiais que têm a finalidade de unir solidariamente elementos de várias naturezas na construção de edificações.

As primeiras argamassas tinham como componentes principais a cal e a areia. Com a evolução das construções surgiram novos materiais. Tal material foi incorporado à mistura do cimento Portland e aglomerantes orgânicos, proporcionando melhorias na trabalhabilidade e nas propriedades mecânicas.

Com o advento da indústria da construção civil, torna-se indispensável controlar a qualidade dos principais materiais utilizados. No entanto, apesar dos grandes avanços tecnológicos em termos de processos construtivos, ainda é elevado o número de problemas patológicos nas edificações.

Nos canteiros de obras as argamassas são geralmente constituídas de cimento, agregados miúdos, aditivos/adições e água, que são dosadas na maioria das vezes através de determinações impróprias. Na maioria dos casos, as formulações são preparadas através das experiências vivenciadas pelos profissionais da construção civil, inexistindo estudo prévio das normas técnicas e/ou aprofundamento nas determinações das proporções, podendo gerar um descontrole na qualidade dos materiais empregados, e, conseqüentemente, o aumento do surgimento de patologias nas edificações.

Para o controle tecnológico da argamassa, esse trabalho sugere a utilização de dois métodos:(a) o método convencional, para determinação da resistência à compressão das argamassas e (b) o método do módulo de elasticidade dinâmico que oferece vantagem em relação ao método destrutivo, pois além de permitir a obtenção de informações quantitativas (módulos elásticos) e qualitativas sobre a integridade de um componente mecânico, o corpo de prova não fica inutilizado após o ensaio, podendo ser reutilizado normalmente em outros ensaios.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Generalidades

As argamassas são materiais que possuem diversas aplicações nas construções, sendo seus principais usos no assentamento de alvenarias e nas etapas de revestimento. Segundo a NBR 13 281 (2005), a argamassa é definida como sendo uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou instalação própria (argamassa industrializada). A argamassa é constituída basicamente por uma pasta resultante da mistura do aglomerante inorgânico com a água, e com um agregado miúdo que pode conter aditivo ou adições.

O cimento é o aglomerante mais utilizado para confecção de argamassas. Estes se diferenciam, quanto às suas propriedades, não só pela composição química do clínquer, mas também por algumas adições tais como: escória de alto-forno, pozolana, materiais carbonáticos e outras, que também vão definir determinadas características a serem consideradas quanto ao seu emprego. A cal também é um aglomerante utilizado para produção de argamassas, obtida da rocha calcária. Após o processo de extração, à cal passa por um processo de hidratação, passando a ser chamada de cal hidratada. Na construção civil, a sua utilização é muito difundida, pois possibilita características como a trabalhabilidade e durabilidade em argamassas (RIBEIRO et al., 2011).

O agregado miúdo é definido conforme a NBR 7211(2005), como sendo aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT-NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT-NBR NM ISO 3310-1. Além desses materiais, a água também possui papel de suma importância na produção de argamassas, influenciando em aspectos como o endurecimento e a trabalhabilidade.

### 2.2 Dosagem de Argamassas

De acordo com Maciel et al. (1998), a dosagem de argamassa é referente a proporção dos materiais utilizados em sua composição. As argamassas geralmente são produzidas em escala industrial ou em canteiros de obras, e seu traço é determinado pelo fabricante.

De acordo com Gomes e Neves (2002), diferentemente do concreto que possui diversos métodos reacionais, a argamassa ainda não é reconhecida no meio técnico. A composição de materiais utilizados para produzir argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos tem sido definido em volume, através diversas normas e procedimentos. Porém, o correto seria defini-los em massa e medi-los em volume.

As diferenças de entendimento do critério adotado influem significativamente sobre a quantidade de materiais matérias-primas empregadassna na fabricação da

argamassa. Quando o traço é definido em volume, a primeira dificuldade encontrada é quanto à quantidade de cimento, que possui variação da massa específica que geralmente é adotada. O consumo de cimento por metro cúbico varia também de acordo com as características físicas, químicas e mineralógicas dos agregados utilizados.

A argamassa vem sendo produzida através de dosagem subjetiva, sendo sua produção de responsabilidade do mestre de obra ou até mesmo do pedreiro, já que a característica mais importante na visão do aplicador é a trabalhabilidade, que proporciona uma maior velocidade na realização de tarefas.

Em função da velocidade de execução, observa-se uma tendência pelo emprego de argamassas magras, em virtude da trabalhabilidade proporcionada. Muitas dificuldades têm sido encontradas na produção de argamassas para revestimentos isentos de patologias e com resistência de aderência mínima prevista em norma.

O bom desempenho da argamassa em revestimentos depende das características da argamassa, do preparo, da natureza do substrato, das condições climáticas no momento de sua aplicação, das condições de cura, e da habilidade do aplicador na execução do revestimento. Dessa forma, o processo de dosagem deve ser o início de todo projeto, a fim proporcionar a minimização de manifestações patológicas nas edificações.

## 2.3 Propriedades Das Argamassas

### *2.3.1. Propriedades no estado fresco*

#### Trabalhabilidade

Uma argamassa é considerada de boa trabalhabilidade quando não apresenta dificuldade para a execução da tarefa a que se destina, possuindo uma boa aderência ao substrato. A trabalhabilidade de uma argamassa pode ser corrigida alterando a quantidade de água de amassamento.

De acordo com Carasek (2007), a trabalhabilidade é uma propriedade complexa já que depende das outras propriedades das argamassas: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade de massa e adesão inicial.

#### Retenção de água

A retenção de água é uma propriedade da argamassa no estado fresco que pode afetar o endurecimento. A retenção de água refere-se à capacidade da argamassa dificultar a perda de água, que foi utilizada em sua produção.

Uma argamassa que apresenta uma boa retenção de água, conseqüentemente vai apresentar uma perda lenta de água por amassamento, um aumento de resistência e de aderência ao substrato, bem como, facilidade no manuseio, minimizando a capacidade de haver danos provocados pelos processos de fissuração devido ao ganho de resistência. Essa capacidade depende principalmente dos aglomerantes utilizados nas produções das argamassas, sendo importante considerar a distribuição

dos tamanhos das partículas das misturas que são feitas junto ao agregado.

#### Plasticidade

A plasticidade é a propriedade em que as argamassas deformam-se e conservam as deformações mesmo após a redução das tensões que provocaram tal deformação; Em termos reológicos a plasticidade de uma argamassa está relacionada com a viscosidade.

A quantidade e os tipos de aglomerantes e agregados que são utilizados possui influência direta com essa propriedade, sendo necessário considerar também a presença de aditivos, o tempo de cura e a intensidade da mistura. A plasticidade e a consistência são fatores determinantes para caracterização da trabalhabilidade.

#### Consistência

A consistência de uma argamassa está relacionada com a capacidade que o material possui de se deformar quando está submetida à ação de cargas. O volume de água utilizada na produção de argamassas é de elevada importância para essa propriedade.

Conforme Carasek (2007), considerando o comportamento reológico das argamassas, a consistência está relacionada com a fluidez e com capacidade da mistura em resistir ao escoamento.

Quanto à consistência, as argamassas subdividem-se em três tipos:

i. Secas: São aquelas em que a pasta somente preenche os vazios existentes entre os grãos dos agregados.

ii. Plásticas: São as argamassas onde uma fina camada da pasta lubrifica a superfície do agregado, sem haver a necessidade de grandes esforços para que haja uma boa adesão.

iii. Fluidas: Nesse caso, os grãos encontram-se imersos na pasta, e como a argamassa é muito líquida, elas se espalham facilmente sobre a base de aplicação sobre a ação da gravidade.

#### Coesão e tixotropia

A coesão em uma argamassa refere-se à capacidade da argamassa manter seus componentes unidos sem que haja separação entre eles. Isso ocorre devido às forças de atração que há entre as partículas do estado sólido e as reações químicas entre os componentes da pasta aglomerante.

A tixotropia pode ser entendida como a mudança de viscosidade da argamassa que é ocasionada por uma agitação. Essa propriedade está relacionada com a coesão.

#### Exsudação

A exsudação resume-se ao fenômeno de separação de parte da água de amassamento de uma argamassa fresca mantida em repouso sem qualquer tipo de vibrações ou choques (SANTOS, 2008).

Esse processo que ocorre em argamassas no estado fresco pode ser entendido como a transferência da água utilizada em sua produção, sendo frequente a sua ocorrência em argamassas em que a consistência varia entre plástica e fluida.

### Tempo de endurecimento

O tempo de endurecimento das argamassas é influenciado pelas condições de temperatura e depende da reação química que ocorre entre o cimento e a água. Esta reação recebe o nome de hidratação.

#### *2.3.2. Propriedades no estado endurecido*

### Resistência Mecânica

A resistência mecânica refere-se à capacidade do material suportar esforços mecânicos a que são submetidos após seu endurecimento. Esses esforços são de diferentes naturezas.

Os problemas mais comuns e relevantes relacionados à resistência mecânica é a baixa resistência superficial que prejudica à fixação das camadas de acabamento, como a pintura ou a fixação das peças cerâmicas.

O consumo e a natureza dos agregados e aglomerantes utilizados na produção das argamassas, assim como a técnica de execução empregada, visa a compactação durante a sua aplicação e fase de acabamento, influenciando significativamente na resistência mecânica da argamassa. Em geral, a resistência mecânica aumenta com a redução da proporção de agregado na argamassa e varia inversamente com a relação água\cimento da argamassa.

### Retração

O processo de retração nas argamassas é mais frequente nas primeiras idades; A retração gera esforços de tração e está relacionado ao movimento da água no interior da pasta para o meio externo no processo de secagem, desencadeando redução de volume, gerando assim, o processo de fissuração.

Esse movimento de água no interior da pasta é considerado de pequena magnitude, podendo contribuir para a ocorrência do processo de retração. A retração pode influenciar as características de estanqueidade e durabilidade das argamassas.

### Aderência

A aderência é uma propriedade de elevada importância para as argamassas, estando relacionada com a capacidade do material manter-se aderido ao substrato por meio da resistência do sistema a tensões normais e tangenciais.

Essa propriedade é um fenômeno mecânico que depende da interação entre a argamassa e o substrato, ou seja, depende do comportamento do sistema que está diretamente ligado às características dos materiais que o constitui, de modo que quanto melhor for à relação entre a argamassa e a base, maior será a aderência.

Segundo Carasek (2007), a aderência está diretamente ligada com a trabalhabilidade da argamassa, energia de impacto, características e propriedades dos substratos e fatores externos. Além disso, é necessário considerar as condições do modo de aplicação da argamassa, como: mão-de-obra, limpeza e fatores climáticos que podem influenciar diretamente na aderência. Os materiais constituintes das argamassas também possuem uma relação direta com a resistência de aderência.

### Permeabilidade

A permeabilidade de uma argamassa está relacionada com passagem de água no material. Essa propriedade possui maior importância para o revestimento, já que o mesmo possui a função de não permitir a infiltração de água, possibilitando proteção ao parâmetro revestido.

De acordo com Santos (2008), a argamassa no estado endurecido permite a passagem de água através da capilaridade ou difusão de vapor de água ou por meio de infiltração sob pressão.

A permeabilidade de uma argamassa é influenciada pelo aglomerante utilizado, quantidade e tipo, além da granulometria do agregado e das características do substrato.

### Capacidade de absorver deformações

As argamassas têm por objetivo unir ou revestir elementos de diferentes naturezas. Por esse motivo, são capazes de absorver as deformações causadas pelas diferentes variações térmicas e/ou higrométricas a que estão expostas constantemente.

Essa propriedade das argamassas está ligada ao módulo de elasticidade que possui uma relação direta com a resistência a compressão. O módulo de elasticidade refere à tensão necessária para que ocorra uma deformação em uma unidade de comprimento do corpo-de-prova utilizado no ensaio. Portanto, o módulo de elasticidade de um material possui uma relação entre tensão e deformação.

Desta forma, materiais que apresentem uma grande capacidade de deformação, apresentam baixo módulo de elasticidade e baixa resistência à compressão.

## **2.4 Controle Tecnológico Das Argamassas**

### *2.4.1. Ensaio Destrutivo- Determinação da Resistência à Compressão.*

A avaliação da resistência à compressão é um dos principais requisitos para a produção de argamassas e concretos, sendo analisada a capacidade desses materiais de suportar carga. (MARTINS, 2011)

Segundo a NBR 7215(1996), para determinação da resistência à compressão devem-se moldar corpos-de-prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura. Os moldes que contêm os corpos-de-prova são conservados em atmosfera úmida para cura inicial; em seguida os corpos-de-prova são desmoldados e submetidos à cura em água saturada de cal até a data de ruptura. Na data prevista para ruptura, os corpos-de-prova são retirados do meio de conservação, capeados com mistura de enxofre, de acordo com procedimento normalizado, e rompido para determinação da resistência à compressão.

Os corpos de prova devem ser rompidos por ensaio de compressão e deve ser levado em consideração as idades especificadas de acordo com o tipo de cimento que foi utilizado para produção da argamassa.

Para iniciar o ensaio é necessário que os pratos da prensa estejam completamente limpos. O corpo de prova deve ser diretamente colocado no prato inferior da prensa, de modo que, fique rigorosamente centrado no eixo de carregamento. A velocidade de carregamento da máquina utilizada no ensaio para transmitir a carga de compressão ao corpo de prova deve ser equivalente a  $(0,25 \pm 0,05)$  Mpa.

A NBR 7215(1996) ainda faz exigências quanto à máquina de ensaio de compressão, exigindo que: (a) As cargas contínuas devem ser aplicada ao longo do corpo de prova, sem choques e com velocidades constantes durante a realização do ensaio; (b) a utilização de uma escala dinamométrica, para verificar a carga de ruptura prevista que deve ser maior que 10 % e menor que 90% da leitura máxima da escala.

A ABNT-NBR 13281(2005), estabelece seis classes para a resistência a compressão de argamassa para assentamento, revestimento de paredes e tetos, conforme mostrado na tabela 1.

<b>Classe</b>	<b>Resistência</b>
<b>P1</b>	Menor igual a 2Mpa
<b>P2</b>	1,5 a 3 Mpa
<b>P3</b>	2,5 a 4,5 Mpa
<b>P4</b>	4 a 6,5 Mpa
<b>P5</b>	6,5 a 9,0 Mpa
<b>P6</b>	>8,0

Tabela 1- Classes de resistência à compressão conforme a ABNT-NBR 13281(2005).

Fonte: Aatoria própria (2014).

#### *2.4.2. Ensaio não destrutivo-Módulo de elasticidade*

De acordo com Silva e Campiteli (2008), a qualidade e a durabilidade de um revestimento de argamassa estão diretamente ligadas à capacidade de absorver deformações, que são medidas através do módulo de elasticidade.

A NBR 15630 (2008), prescreve os procedimentos de ensaios para determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de uma onda ultra-sônica para argamassas de assentamento, revestimento de paredes e tetos.

Para Diogénes et al. (2011), ensaios dinâmicos de caráter não destrutivo, podem fornecer informações integradas e globais da estrutura a respeito da rigidez e do

amortecimento. Através dos módulos de elasticidade é possível estimar a resistência do material, o que torna essa ferramenta de grande importância para os projetistas.

Os métodos dinâmicos permitem obter informações quantitativas (módulos elásticos) e qualitativas sobre a integridade de um componente mecânico, controle de suas propriedades e mudanças de fase. Uma vantagem desse método é que o corpo de prova não fica inutilizado após o ensaio e pode ser empregado em sua função normalmente ou ensaiado muitas outras vezes.

Os módulos elásticos podem ser caracterizados por métodos quase estáticos, métodos dinâmicos ou por ultrassom. Os métodos quase estáticos ou isotérmicos são baseados em ensaios mecânicos monotônicos, e os dinâmicos ou adiabáticos, nas técnicas de ressonância. Os valores determinados pelos métodos dinâmicos são ligeiramente maiores que aqueles determinados pelos estáticos (PEREIRA et. al, 2010)).

De acordo com Diogénes et al. (2011), as técnicas experimentais dinâmicas podem ser classificadas em: Técnica de excitação por impulso, velocidade sônica ou ultrassom e frequência sônica.

No método de excitação por impulso, o corpo de prova sofre um impacto de curta duração e responde com vibrações em suas frequências naturais de vibração de acordo com as condições de contorno impostas. Consiste em um método dinâmico que calcula os módulos de elasticidade (ou de Young) e o amortecimento a partir do som emitido pelo corpo de prova. Este som, ou resposta acústica, é composto pelas frequências naturais de vibração do corpo que são proporcionais aos módulos elásticos e sua amplitude decai de acordo com o amortecimento do material.

Sendo assim, os módulos elásticos são essenciais para o controle de qualidade dos materiais. Tal ensaio pode ser mais bem compreendido através da figura 1.

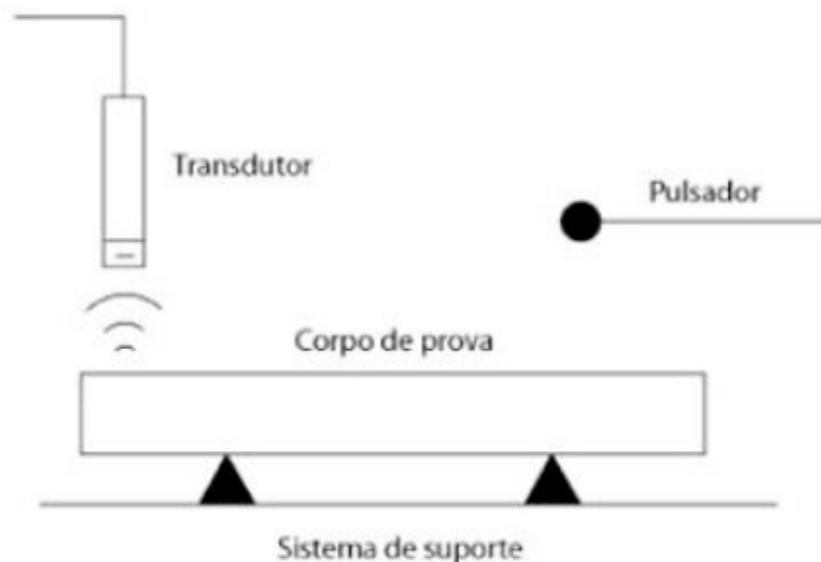


Figura 1- Método dinâmico de excitação por impulso.

Fonte: Sonelastic.com

A realização do ensaio consiste inicialmente no posicionamento do corpo de prova sobre um suporte adequado para sua geometria, ficando suportado por fios nos pontos nodais. Antes da realização do ensaio, as condições de contorno e precisão desejada são definidas pelo operador.

Sendo assim, o corpo de prova é excitado através de uma leve pancada mecânica por um pulsador eletromagnético (manual ou automático). A resposta acústica é captada por um captador acústico e processada pelo software, que calcula os módulos de elasticidade e o amortecimento a partir das frequências naturais de vibração (frequências de ressonância). O amortecimento é calculado pelo método do decremento logarítmico a partir da taxa de atenuação do sinal.

Dessa forma, uma solução viável para o problema da ausência de controle tecnológico é a utilização de ensaios de caracterização dos materiais, feito pelo ensaio não destrutivo baseado na resposta acústica do material ensaiado (técnica de excitação por impulso). Segundo Silva e Campiteli (2008), o módulo de elasticidade é uma expressão da rigidez da argamassa no estado endurecido que é proporcionado pelo cimento hidratado e pela imbricação entre as partículas dos agregados, forma e rugosidades dos grãos, entre outros fatores.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A argamassa apesar de ser um produto largamente utilizado na construção civil, na maioria dos casos apresentam dosagem e formas de produção indevidas. Há uma grande variabilidade na dosagem de argamassas, apresentando muitas vezes dosagens antieconômicas, que além de elevar os custos para os construtores, acabam por gerar módulos de elasticidade e resistências bastante variados. As principais causas desse problema são a ausência de uma orientação adequada acerca das condições de dosagens desse material, como também ausência do controle tecnológico desses materiais, contribuindo para a geração de problemas patológicos nas edificações e gerando um aumento dos custos de construção.

### REFERÊNCIAS

RECENA, F., A., P.; **Conhecendo Argamassa**. EDIPUCRS. Porto Alegre, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT-NBR 13281 – **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

RIBEIRO, C. et al. **Materiais Construção Civil**. 3ª edição. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT-NBR 7211 – **Agregado para concreto**. Rio de Janeiro, 2005.

MACIEL, L., L.; BARROS, M., M., S., B.; SABBATINI, F.; H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, 1998.

GOMES, A.O; NEVES, C, M, M. **Proposta de método de dosagem racional de argamassas contendo argilominerais**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído-ANTAC. Porto Alegre, 2002.

CARASEK, H. Instituto Brasileiro do concreto. Livro de Materiais de Construção Civil – **Argamassas**. Cap.26. [2010?] Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/89963444/Argamassas-Ibracon>. Acesso em: Março. 2014.

SANTOS, M., L., L., de O. **Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT-NBR 7215 -. **Cimento Portland – determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1996.

DIÓGENES et al. **Determination of modulus of elasticity of concrete from the acoustic response**. IBRACON Structures and Materials Journal. Vol. 4. Nº 5, December, 2011.

PEREIRA, A. H. A.; VENET, M.; TONNESEN, T.; RODRIGUES, J. A. **Desenvolvimento de um equipamento para a caracterização não-destrutiva dos módulos elásticos de materiais cerâmicos**. 2010.

SILVA, N.G; CAMPINELI, V.C. **Correlação entre o módulo de elasticidade dinâmico e resistências mecânicas de argamassas de cimento, cal e areia**. 2008.

MARTINS, L. A. **Desenvolvimento de argamassa auto adensável de alta resistência**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 15630: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica**. Rio de Janeiro, 2008.

## **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

