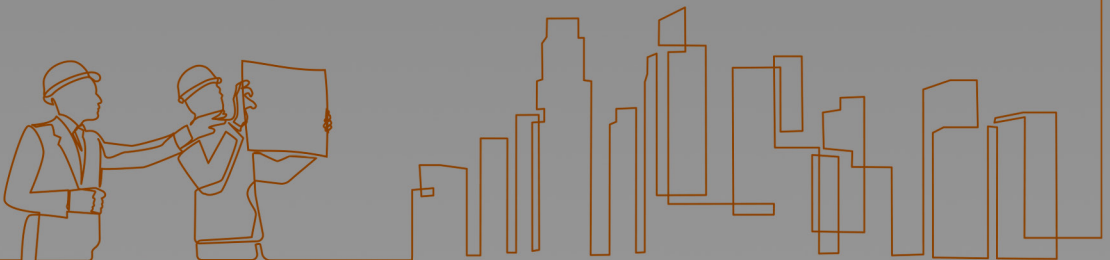


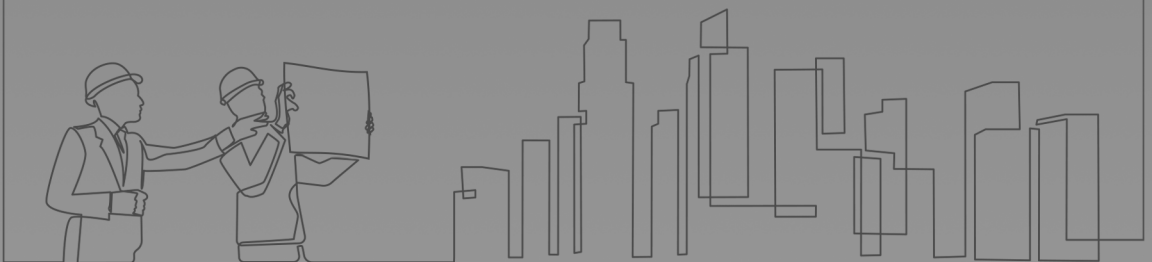
# TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

**Edna Alves Oliveira  
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco  
(Organizadores)**



# TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

**Edna Alves Oliveira  
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco  
(Organizadores)**



**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Tecnologia em materiais e processos construtivos

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Edna Alves Oliveira  
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 Tecnologia em materiais e processos construtivos /  
Organizadores Edna Alves Oliveira, Luiz Antônio  
Melgaço Nunes Branco. – Ponta Grossa - PR: Atena,  
2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-589-1

DOI 10.22533/at.ed.891201811

1. Tecnologia. 2. Materiais e processos construtivos. I.  
Oliveira, Edna Alves (Organizadora). II. Branco, Luiz Antônio  
Melgaço Nunes (Organizador). III. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

## APRESENTAÇÃO

O homem sempre buscou na natureza, esse rico conjunto de elementos envolvendo mares, rios, lagos, terras, flora e fauna, sua capacidade de sobrevivência. Primitivamente caçando e coletando, vivendo no nomadismo até o surgimento das primeiras comunidades, quando sua capacidade e habilidades lhe permitiram perceber que não havia mais necessidade de tantos deslocamentos. A ideia de recurso como insumo estava clara. Havia abundância de materiais e com adequação ferramental a vida evoluía. Era o início de conquistas e realizações na área do conhecimento humano. Ocorriam, portanto, os primeiros passos no campo da experimentação científica, fato que permitiu, ao longo do tempo, a expansão da visão de mundo, bem como o domínio e controle cada vez mais maior dentro de uma vida já em sociedade.

Dentre as várias áreas do saber que evoluíram desde então, surge a engenharia como uma grande aplicadora desse conhecimento, transformando os recursos naturais ou gerando bens que são necessários e largamente utilizados para o desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, a técnica, a metodologia e a instrumentação no mundo são uma constante e embasam toda a vida humana contemporânea. E tomada, então, como referencial, a tecnologia requer um olhar atento sobre o qual o trabalho repousa. Atualmente, o método científico tende a ser dominante e hegemônico, caracterizando-se por uma ciência experimental, por isso, a instrumentação e a medição são formas de garantir a confiabilidade de resultados. Para tal e perante tantas possibilidades de materiais, técnicas e ensaios, é necessário aprender a lidar com o novo que emerge a cada momento. Um dos paradigmas da educação que se aplica, nesse caso, é a formação de profissionais sobretudo na área tecnológica não apenas dotando-os de elementos técnicos para dominar uma realidade, mas permitindo-lhes compreender o significado e tendências dessa mesma realidade.

Nesse sentido, esta publicação é uma modesta contribuição a esse processo de formação e todos capítulos são oriundos de atividades de pesquisas desenvolvidas e conduzidas diretamente pelos autores.

Os organizadores desejam expressar agradecimentos a todos que graciosamente se dispuseram a colaborar nesta publicação e esperam que a leitura possa ser enriquecedora e fonte de inspiração.

Edna Alves Oliveira

Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

Belo Horizonte, agosto/2020

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DE UMA HABITAÇÃO POR MEIO DE TRÊS MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

Cynara Fiedler Bremer  
Mariana Tonini de Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.8912018111**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

#### **AVALIAÇÃO DA MICROESTRUTURA E DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE BACTÉRIAS DO GÊNERO BACILLUS SUBTILIS**

Gláucia Nolasco de Almeida Mello  
Samuel Ângelo Santiago

**DOI 10.22533/at.ed.8912018112**

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **COMPORTAMENTO AO CISALHAMENTO DE MINI PAREDES EXECUTADAS COM BLOCOS ENCAIXÁVEIS DE SOLO CIMENTO**

Juliana Moreira Senna Guimarães  
Edna Alves Oliveira  
João Batista Santos de Assis

**DOI 10.22533/at.ed.8912018113**

### **CAPÍTULO 4..... 46**

#### **ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Adriano de Paula e Silva  
Cristiane Machado Parisi Jonov  
Priscila Salvador Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8912018114**

### **CAPÍTULO 5..... 65**

#### **PLANEJAMENTO DE CRONOGRAMAS FÍSICO FINANCEIROS UTILIZANDO LINHA DE BALANÇO E TECNOLOGIA BIM**

Danielle Meireles de Oliveira  
Sidnea Eliane Campos Ribeiro  
Aldo Giuntini de Magalhães  
Sérgio Geraldo dos Reis Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.8912018115**

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>75</b>
POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA E CONCRETO COM RESÍDUOS DE MARMORES E GRANITOS	
Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco André Ricardo de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8912018116</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>88</b>
TIJOLITO – SISTEMA AG CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA	
João Batista Santos de Assis Juliana Senna Guimarães Rúbia Nunes Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8912018117</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>101</b>
VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS EM CONCRETO E BLOCO CERÂMICO PARA VEDAÇÃO	
Jamile Salim Fuina Bernardo Caetano Chaves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8912018118</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>117</b>

## TIJOLITO – SISTEMA AG CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

### João Batista Santos de Assis

Engenheiro Civil, Professor, Dr. em Estruturas pela UFMG, E-mail: jbsassis@yahoo.com.br;

### Juliana Senna Guimarães

Engenheira Civil e Ma. em Construção Civil pela Universidade FUMEC, E-mail: juliana.msguimaraes@gmail.com

### Rúbia Nunes Vieira

Graduanda em Engenharia Civil pela PUCMINAS, E-mail: rubia.nunes@sga.pucminas.br.

**RESUMO:** Este capítulo tratará da apresentação do TIJOLITO – Sistema Andrade Gutierrez de Construção industrializada (SAGCI). As pesquisas iniciaram em 1979, a partir de uma preocupação com a qualidade das paredes construídas naquele ano. Assis notou que a má qualidade delas estava relacionada à grande variação nas dimensões dos tijolos. Após vários estudos e experimentos em laboratório, verificou que tijolos de solo cimento, prensados poderiam ser a solução, pois a variação dimensional passou para o nível de milímetro, o que seria praticamente impossível para os tijolos cerâmicos. Durante o desenvolvimento da pesquisa, verificou-se que várias manifestações patológicas poderiam inviabilizar os estudos com o solo cimento. O pesquisador resolveu fazer uma experiência de produzir um bloco com sistema macho e fêmea, para construir as paredes. A ideia deu tão certo que a Construtora Andrade Gutierrez resolveu patrocinar toda a parte experimental da

pesquisa, o que resultou em aplicações diversas em casas e equipamentos públicos, resultando daí o nascimento do TIJOLITO – SAGCI.

**PALAVRAS CHAVE:** Tijolos de solo cimento, Tijolito, Sistema construtivo industrializado em solo cimento, Tijolo ecológico.

### “TIJOLITO - SISTEMA AG” INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION

**ABSTRACT:** This chapter will deal with the presentation of “TIJOLITO - Andrade Gutierrez” System of Industrialized Construction (SAGCI). Research began in 1979, out of concern for the quality of the walls built that year. Assis noticed that their poor quality was related to the great variation in the dimensions of the bricks. After several studies and experiments in the laboratory, he found that pressed cement soil bricks could be the solution, since the dimensional variation has passed to the millimeter level, which would be practically impossible for ceramic bricks. During the development of the research, it was found that several pathological manifestations could make studies with cement soil unfeasible. The researcher decided to make an experiment to produce a block with male and female system, to build the walls. The idea was so successful that Construtora Andrade Gutierrez decided to sponsor the entire experimental part of the research, which resulted in different applications in houses and public facilities, resulting in the birth of TIJOLITO - SAGCI.

**KEYWORDS:** Cement soil bricks, Brick, Industrialized construction system on cement soil, Ecological brick.

Para iniciar este capítulo, torna-se necessário definir o que é um sistema construtivo industrializado.

Um sistema construtivo é um conjunto de técnicas, materiais, componentes e elementos empregados em determinada construção.

Os sistemas conhecidos como convencionais usam fundações, paredes, lajes, coberturas, executados *in loco* e utilizam-se de materiais tradicionais como, tijolos ou blocos, concreto, madeira, telhas de fibro cimento, plástica, metálica ou cerâmica.

Os sistemas construtivos podem ser racionalizados e/ou industrializados. Os racionalizados são aqueles em que um ou mais elementos que comporão a construção são industrializados, isto é, vêm de uma fábrica, mas, a sua característica predominante é o uso de materiais de execução convencionais. Os industrializados são totalmente fabricados fora do canteiro da obra e para esta transportados para montagem e acabamento final. O sistema que vamos relatar neste capítulo poderia estar enquadrado como racionalizado/ industrializado.

Erroneamente, é comum a associação dos conceitos de racionalização e industrialização a técnicas complexas, que demandam estruturas de grande porte para a produção dos materiais de construção e necessitam de pessoal com alto grau de qualificação, realidade esta, muitas vezes, distante da engenharia do dia a dia, daquela que é empregada em canteiros de obras tradicionais. Diferentemente dessa concepção, a racionalização está presente em técnicas construtivas simples, porém inteligentes, as quais propiciam a utilização adequada dos recursos disponíveis, maximizando as propriedades cada material de construção empregado, evitando desperdícios, economizando tempo de produção e possibilitando a produção em escala. Com um material disponível em todo o planeta, como o solo, aliado a outros recorrentes no mercado da construção como o cimento e cal e o emprego de técnicas utilizando os conceitos de racionalização e industrialização, foi possível desenvolver um sistema construtivo eficiente, que produz unidades de alvenaria de forma industrial, porém acessível à população em geral TIJOLITO – O Sistema Andrade Gutierrez de Construção Industrializada (SAGCI).

O tijolito, parte do SAGCI, é um bloco criado e patenteado pelo prof. Doutor João Batista Santos de Assis e, que foi desenvolvido na PUCMINAS e patrocinado pela Construtora Andrade Gutierrez.

O estudo que deu origem ao tijolito, na década de 1970, foi a baixa qualidade dos tijolos cerâmicos da época, principalmente em relação às dimensões. Como a espessura dos tijolos cerâmicos variavam muito, as paredes só podiam ser alinhadas numa das faces. Este grave problema foi o catalizador da pesquisa do prof. Joao Batista, que viu na mistura de solo e cal e posteriormente de solo e cimento, uma possibilidade de produzir-se um bloco com regularidade dimensional. O solo, matéria prima renovável, conjuntamente com o cimento e a cal formam um conjunto coeso. A água presente entre os grãos de solo reage com o cimento, produzindo silicato de cálcio hidratado (CSH) e alumina de cálcio hidratada (CAH), compostos químicos que encapsulam as partículas de argila, formando ligações fortes, conferindo ao bloco resistência mecânica considerável, resistência às intempéries e a fungos e bactérias.

De acordo com as necessidades que surgiam durante a realização da pesquisa do

Prof. João Batista, a geometria inicial que era um simples prisma evoluiu até a geometria atual: um bloco encaixável. O sistema de encaixe, inicialmente produzido em 1986, foi pensado e aprimorado especialmente para reduzir a massa do bloco e conferir leveza a edificação. O encaixe perfeito entre suas unidades somente foi possível a partir do desenvolvimento do controle de qualidade das dimensões das unidades, hoje, da ordem de  $\pm 0,5$  mm em todas as faces.

Esse rigor dimensional permitiu que fossem desenvolvidos encaixes horizontais e verticais no corpo do bloco, garantindo o acoplamento perfeito entre suas unidades, permitindo que a argamassa de assentamento – material de construção presente nas alvenarias tradicionais - fosse dispensada, dando lugar a fiadas com juntas horizontais secas. Para conferir estabilidade à parede, foi desenvolvido um orifício, de aproximadamente 30 mm de diâmetro, que recebe uma argamassa – mistura fluida de cimento, cal e areia. Esta argamassa pode ser substituída pelo graute existente no mercado, quando se solidifica forma mini colunas de estabilização, na parte interna da alvenaria, conferindo estabilidade ao painel e permitindo que este seja, inclusive, para paredes estruturais, dispensando a construção de outros elementos estruturais como pilares e vigas. A Figura 1 apresenta a evolução das geometrias do bloco padrão do Tijolito, desde sua concepção inicial, até os dias de hoje, finalizando com o design contemporâneo, o bloco TJ 110.

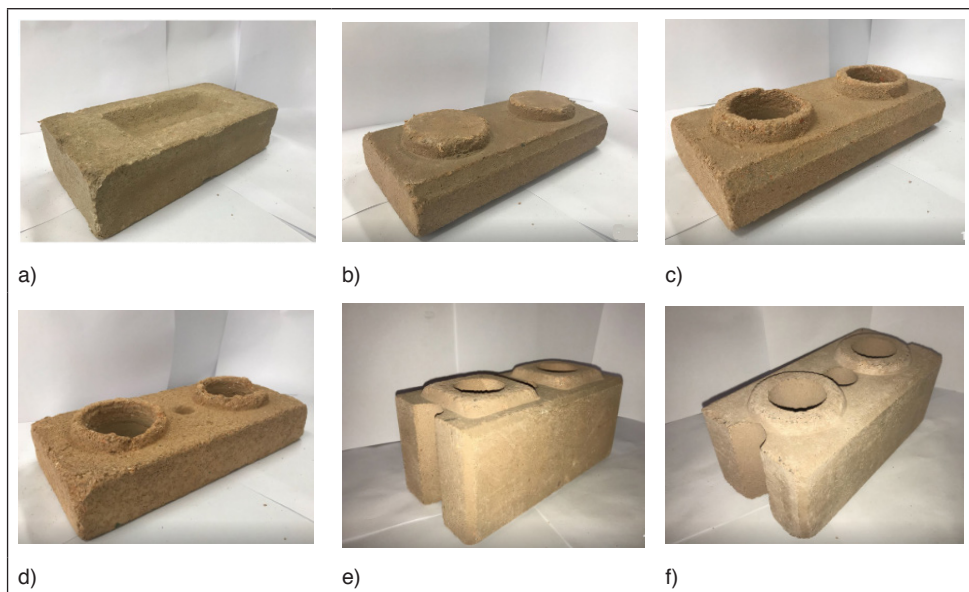


Figura 1 – Evolução da geometria do Tijolito a) primeiro bloco (1979) b) criação do encaixe vertical c) inserção de dois orifícios d) criação do orifício de injeção da argamassa e) machos quadrados f) geometria atual TJ 110 – machos troncos cônicos

A presença de apenas um orifício para a injeção da argamassa estabilizadora do painel confere ao Tijolito uma característica única: a possibilidade de usar os dois orifícios



maiores, com 45 mm de diâmetro, cada, para a passagem de cablagem elétrica ou tubos das redes hidráulicas. As utilidades são inseridas concomitantemente com a execução da parede, dispensando os cortes (quebra) dos blocos, depois que a alvenaria é finalizada, evitando-se desperdícios e retrabalho. Especificamente para a instalação elétrica, o orifício funciona como um eletroduto, dispensando o uso de tubos ou mangueiras para a passagem da fiação, pois a regularidade na superfície interna dos orifícios do tijolito impedem que os fios sejam danificados por eventuais arestas vivas com superfície cortante. A figura 2 apresenta o tijolito produzido em prensa manual e uma vista de uma mini parede.

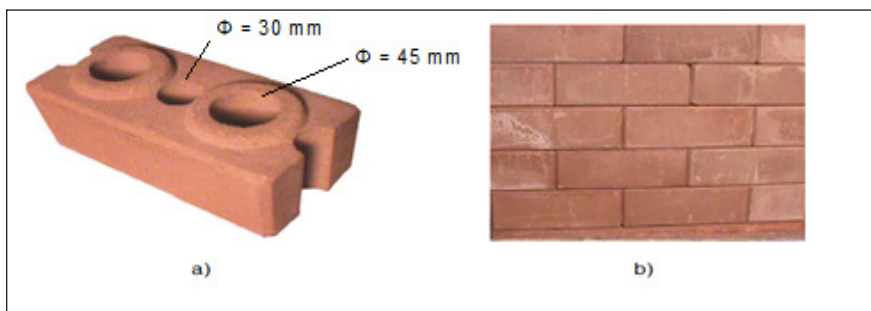


Figura 2 - a) Tijolito, bloco padrão TJ 110 b) vista de um painel executado com o Tijolito

Fonte: Assis (2001).

Com o passar do tempo e com o aprofundamento das pesquisas, não apenas a geometria do bloco evoluiu, mas também se desenvolveu um sistema construtivo completo, possibilitando a construção de edificações inteiras utilizando o SAGCI como material de construção principal, sem recorrer, na execução da alvenaria, aos materiais tradicionalmente empregados nas construções da época, como os tijolos cerâmicos e os blocos de concreto. A figura 3 apresenta os diversos formatos dos tijolitos do SAGCI.

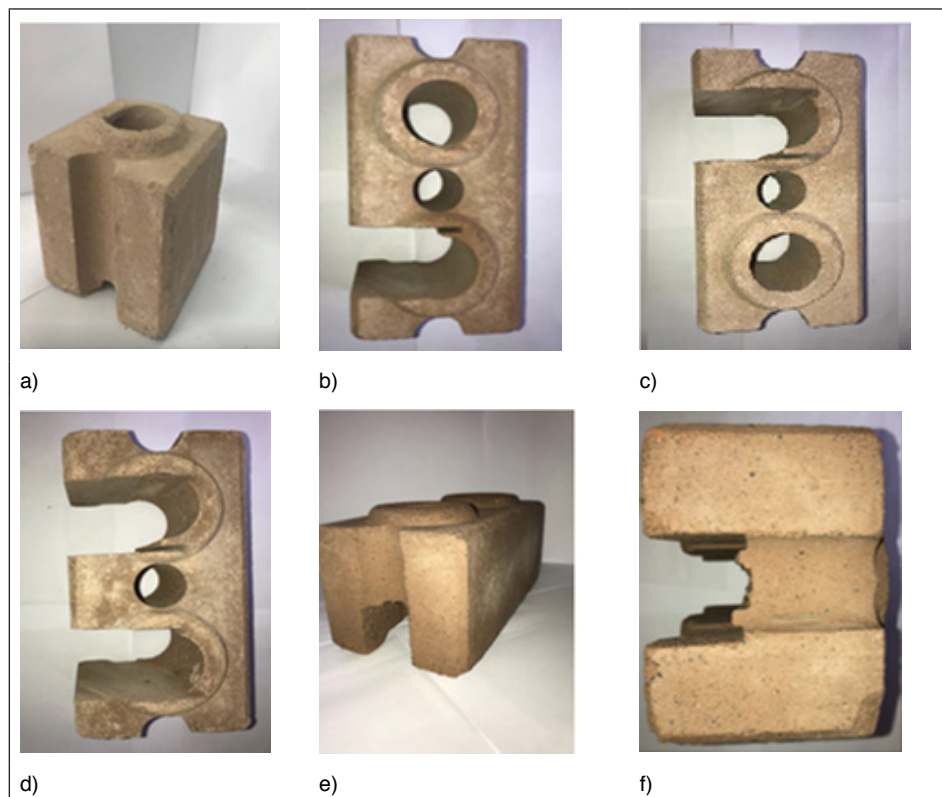


Figura 3 - Tipologias do Tijolito: a) TJ 111- meio Tijolito; b) vista superior do TJ 112; c) vista superior do TJ 113; d) vista superior do TJ 114; e) vista do TJ 115 f) TJ 115 - vista lateral

Fonte: Guimarães (2018).

Blocos com características específicas foram criados para integrarem o conjunto de unidades necessárias para construir uma edificação por completo. Durante a etapa do desenvolvimento das outras tipologias sempre se preservou a ideia de manter a linha de um sistema construtivo que tivesse a mínima variabilidade de peças para não onerar a fabricação da prensa com várias matrizes e para não demandar muito tempo dos executores, na montagem dos painéis. Alguns blocos encaixáveis alemães chegam a ter seu conjunto formado por mais de 20 peças, enquanto o SAGCI apresenta apenas 6. Além do bloco padrão, o TJ 110, o TJ 111 é o meio bloco usado nas amarrações e finalizações das paredes, o TJ 112, TJ 113 e TJ 114 são utilizados para a instalação de caixinhas elétricas. O TJ 115, bloco canaleta, é produzido na fábrica de tijolito, por corte longitudinal com largura aproximada de 32 mm, podendo ser cortado com o canal maior que este, mas não maior que 45 mm, pois se houver necessidade de base da canaleta maior que 45 mm, então, recomenda-se um verga ou contraverga aparente. Importante salientar que para compor a verga e contraverga, seria recomendável a armação necessária para vencer o vão ao invés de concreto deve-se utilizar o graute adequado ou argamassa de cimento e areia.

Para compor o tijolito – SAGCI, além da fabricação dos blocos, foi necessário desenvolver outros componentes para a construção, como marcos em aço para portas e janelas, de tal forma que estes produtos industrializados pudessem melhorar o processo construtivo. Os marcos para portas e janelas são fabricados com jabre duplo para favorecerem a instalação de portas com abertura para esquerda ou direita, além disto é possível usar-se quadros metálicos ou de madeira com tela mosquiteiro, a porta abrindo para dentro da construção e a tela mosquiteiro abrindo para fora. Os marcos das janelas também apresentam jabre duplo. O externo serve para a instalação de janelas tipo veneziana e o interno serve para instalação de janelas com vidros ou tela mosquiteiro. A figura 4, mostra como é o detalhe do marco com jabre duplo.



Figura 4 – Detalhe do jabre duplo em porta e janela

Quando o marco de madeira for qualquer um dos comerciais existentes, para portas de 62 cm, 72 cm e 82 cm, a instalação deles, no SAGCI é muito simples. Ajusta-se o vão deixado, múltiplo de 110 mm, com argamassa 1:1:5 e posteriormente instala-se o marco com parafusos e buchas de nylon.

A dimensão do tijolito, relativamente à sua altura é totalmente adequada para a instalação de caixas elétricas do tipo 2"x4" ou 4"x4". A figura 3 mostra os tijolitos especiais para a instalação de caixa 2"x4" comercial. São eles: TJ 112 e TJ 113.

Quanto às fundações necessárias para a construção de uma edificação utilizando o SAGCI, estas podem ser as tradicionais, como por exemplo: radier ou sapata corrida com ou sem finalização de vigas baldrame. O SAGCI adapta-se perfeitamente a todos os tipos

de fundação, não onerando a construção, se comparado com os materiais tradicionais usuais em alvenaria, similares ao bloco tijolito.

No tocante à cobertura da edificação, o engradamento do telhado pode ser com engradamento de madeira ou perfis metálicos e as telhas já utilizadas nas construções com o SAGCI foram de: fibrocimento; plástico; cerâmica; concreto; vidro e papelão. Pode-se dizer que dependendo do número de telhados é possível fazer uso de estrutura metálica de aço previamente estudada de tal forma que contemple acréscimos futuros para a edificação. O projeto do engradamento, racionalizado, favorece e reduz bastante o custo final do telhado.

A figura 5 mostra como os detalhes de alvenaria, esquadrias e cobertura se integram formando um sistema único. Essa edificação foi exposta em uma feira de tecnologias de baixo custo, mostrando a viabilidade do emprego do sistema.



Figura 5 - Casa construída em Brasília – Distrito Federal - 1992

Fonte: Assis (2008)

O SAGCI foi testado em edificações de um, dois e três pavimentos, no Brasil e Exterior e, o seu comportamento foi considerado satisfatório diante das exigências normais para quaisquer sistemas construtivos conhecidos como tradicionais. Além do desempenho satisfatório em relação ao carregamento que as alvenarias estão geralmente submetidas como solicitações à tração e à compressão, dentre outras, o Tijolito também se mostrou adequado quando submetido aos esforços de cisalhamento gerados por abalos sísmicos. Em alguns locais onde foi empregado, como na Argentina e nas ilhas caribenhas de Trinidad e Tobago, esses esforços mostram-se atuantes, exigindo que as alvenarias resistissem às suas solicitações.

Avaliações técnicas do elemento principal do sistema construtivo foram feitas na

PUC Minas, UFMG, PUCRJ, UFRJ, IPTSP e Universidade de Colúmbia nos EUA. Estas avaliações foram: i) durabilidade por molhagem e secagem; ii) controle da quantidade de cimento no produto pronto, visando verificar a qualidade e homogeneidade da mistura no tijolito; iii) controle dimensional logo após a fabricação do bloco.

O controle dimensional do tijolito é fundamental para a qualidade da construção acabada utilizando o SAGCI. Os encaixes precisam ser regulares para conferir estabilidade quando do intertravamento das fiadas da alvenaria. Se não forem estáveis e contarem com alguma imperfeição na sua fabricação, a alvenaria pode desenvolver fissuras prejudicando o desempenho da construção. Principalmente em alvenarias estruturais, como no caso do Tijolito, ao receberem o carregamento, as paredes devem manter-se íntegras para transmiti-lo efetivamente ao solo, fato este que só é possível se as unidades possuírem entre si uma variabilidade dimensional mínima, no caso do sistema de  $\pm 0,5$  mm, para a dimensão mais crítica, a altura do bloco. A figura 6 mostra outros resultados para as principais medidas do Tijolito.

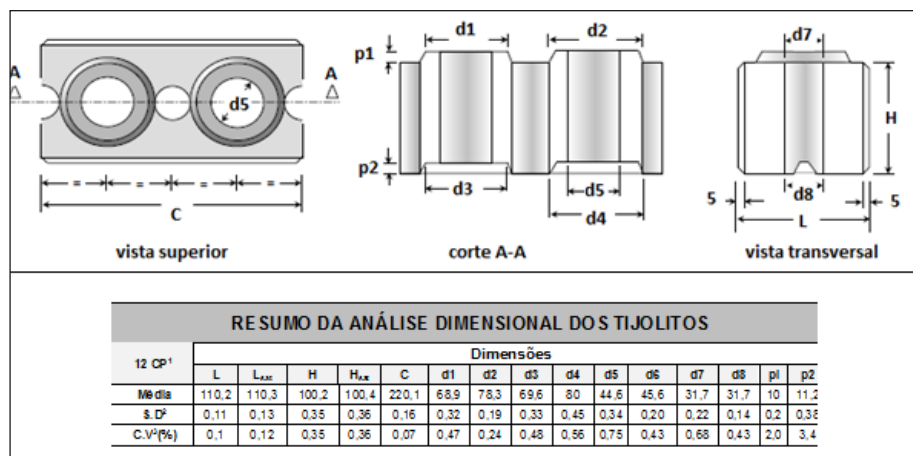


Figura 6 – Análise dimensional do Tijolito

Fonte: Guimarães (2018).

iv) resistência à compressão do TJ 110, visando a garantia da qualidade do produto final. O SAGCI possui resistência média à compressão da ordem de 1,88 MPa, mostrando-se superior, quando em comparação com outras técnicas que empregam terra crua, que são da ordem de 1,0 Mpa; v) determinação da unidade padrão para entender como funciona a distribuição de carga até a ruptura do tijolito padrão; vi) comportamento de parede construída com o tijolito ao choque térmico; vii) comportamento de alvenaria construída com os blocos TJ 110 e TJ 111, relativamente ao fogo; viii) como é a condutividade térmica do tijolito?; ix) como funciona o isolamento acústico de alvenaria do SAGCI?; x) qual a capacidade de pilares executados com este sistema?; xi) como é a forma mais comum de ruptura de paredes deste sistema?; xii) qual o módulo de elasticidade do tijolito padrão?; xiii) estudo de compressão diagonal. Esforços de cisalhamento influenciam no projeto de edificações

que estejam em locais que sofram abalos sísmicos. Como o Tijolito foi empregado em alguns desses locais, o estudo dessa característica torna-se importante. A determinação da tensão de cisalhamento foi verificada com a aplicação de compressão nas diagonais de mini paredes, com cinco fiadas e com dimensões de 550x550 mm<sup>2</sup>, obtendo-se 1,05 MPa de resistência média ao cisalhamento, valor superior aos blocos similares disponíveis no mercado, que apresentam resistência de 0,34 MPa. O módulo de elasticidade transversal do Tijolito a 20% e a 50% da carga de ruptura da alvenaria são 22,2 MPa; 55,4 MPa, respectivamente; xv) determinação da resistência de paredes do sistema com compressão excêntrica; xvi) controle de absorção de água do bloco padrão, objetivando a garantia da qualidade do produto final;

A quantificação da absorção d'água é fundamental para a verificação se a alvenaria sofrerá expansão quando submetida à umidade. Pouca absorção faz com que as paredes sejam mais duráveis, conservando os revestimentos empregados em suas superfícies, não deixando que esses se desprendam do substrato. A absorção d'água do Tijolito é de 9,9%, valor compatível com as normas vigentes no Brasil.

A tabela 1 apresenta algumas características do tijolito avaliado durante o desenvolvimento do mestrado de Guimarães (2018).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS TIJOLITOS					
12 CP	Massa seca ao ar (g)	Massa após saturação (g)	Absorção D'água (%)	Massa unitária seca (g/cm <sup>3</sup> )	Massa unitária saturada (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Média</b>	2797,7	3103,2	9,9	1,46	1,49
<b>S.D</b>	1466,9	1637,4	3,2	0,65	0,55
<b>C.V(%)</b>	52,4	52,8	31,9	44,38	37,32

Tabela 1 – Controle de absorção de água no TJ 100

Fonte: Guimarães (2018).

xvii) como o produto funciona em fogão a lenha? xviii) como o tijolito funciona em churrasqueira doméstica?; xix) como a alvenaria deste sistema funciona com fundação em areia?; como funciona a parede deste sistema à cargas horizontais uniformemente distribuídas?

A figura 7 mostra uma churrasqueira construída em 2005 e em uso, em Belo Horizonte. Até o momento não apresentou nenhum dano estrutural.



Figura 7 – Churrasqueira construída em 2005 e em uso

Fonte: Autores

## ALGUMAS CONSTRUÇÕES COM O TIJOLITO – SAGCI

Muito mais do que apenas um bloco, o Tijolito é a peça fundamental do sistema construtivo adequado às necessidades da engenharia contemporânea. Ao longo de sua história foi empregado em diversas construções, em muitos estados do Brasil e em vários países no exterior. A geometria singular de suas unidades confere ao sistema simplicidade e celeridade na execução e montagem. Essa característica permitiu que prédios até três pavimentos, escolas, escritórios e casas fossem construídos por pessoas sem o conhecimento técnico construtivo prévio, que foram brevemente treinadas por arquitetos e/ou engenheiros, fato esse que demonstra como a execução do SAGCI é acessível à população, e não somente a profissionais como pedreiros e mestres de obras.

Na década de 90 o Tijolito foi utilizado como aliado a políticas governamentais no combate ao déficit habitacional brasileiro, proporcionando a execução de moradias dignas e de qualidade, com pouco tempo de construção. O Conjunto Sapucaias, construído em 1997, na cidade de Contagem, estado de Minas Gerais – Brasil foi construído por moradores, muitos deles mulheres, donas de casa, que viram no Sistema a possibilidade de com o seu próprio trabalho erguer a moradia tão sonhada. O conjunto Granja de Freitas III, construído também em 1997, contou com a construção de 146 casas geminadas para abrigarem famílias que residiam inicialmente em áreas de risco na cidade de Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil. A figura 8 mostra duas obras de maior impacto para a população de Contagem e Belo Horizonte.





Figura 8 – a) Vista parcial do conjunto Sapucaias, com casas de 40 m<sup>2</sup>, em Contagem – MG; e b) Parte do conjunto habitacional Granja de Freitas III com 146 unidades geminadas construídas para a Prefeitura de Belo Horizonte - MG

Fonte: Assis (2008).

Não somente utilizado na construção de conjuntos habitacionais e em programas governamentais, o Tijolito também foi utilizado na construção de casas de alto padrão, demonstrando que o SAGCI é aplicável tanto no desenvolvimento de projetos básicos, para atender as demandas sociais dos menos favorecidos, quanto em construções sofisticadas. A figura 9a) mostra um condomínio de alto padrão, em Luanda, Angola, destacando que o Sistema é compatível com os padrões de qualidade e desempenho exigidos no exterior. A figura 9b) mostra uma Casa Laboratório, onde diversos, porém harmônicos, detalhes construtivos mostram-se adequados com o Tijolito, como por exemplo: revestimentos cerâmicos; gesso; madeira, adequam-se perfeitamente às alvenarias, permitindo que arquitetos e *designers* utilizem-se de toda criatividade em seus projetos, sem limitações técnicas.



Figura 9 a) Condomínio de alto padrão em Luanda, Angola; b) Casa Laboratório em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Fonte: Assis (2008)

## O TIJOLITO E A SUSTENTABILIDADE

Adicionalmente ao aspecto da qualidade do material de construção, a mistura entre solo, cimento e/ou cal origina a um produto sustentável. O solo, material que pode ser encontrado em abundância em todo o planeta, o cimento, utilizado em teores mínimos



em relação aos tradicionais blocos de concreto, faz com que o bloco acabado consuma menos deste material, que demanda tanta energia para ser produzido. A cura em ambiente controlado, simplesmente com umidade elevada e ao ar, dispensa a queima em fornos, faz com que não sejam utilizados combustíveis fósseis na sua produção e que não sejam expelidos gases que afetem o meio ambiente. O orifício próprio para injeção de argamassa ou graute faz com que haja redução do desperdício de argamassa – material que gera resíduos consideráveis em canteiros de obras tradicionais. A passagem interna de utilidades, dispensando a quebra da parede final para sua instalação faz com que menos resíduos de demolição sejam gerados, contribuindo para a sustentabilidade, e, também, para a segurança no canteiro de obras, reduzindo os riscos de acidentes de trabalho. Estima-se que em relação ao custo total de uma construção utilizando o Tijolito o desperdício esteja abaixo de 2%, valor abaixo de países desenvolvidos como o Japão, que apresentam um desperdício acima de 5%, enquanto os sistemas tradicionais desperdiçam cerca de 30% da alvenaria comum.

Portanto, devido aos temas elencados nesse capítulo, conclui-se que o Tijolito é a materialização dos conceitos de qualidade, responsabilidade social e sustentabilidade. É um sistema industrial/racionalizado que pode ser empregado em larga escala para a construção de moradias, escritórios, escolas e outras edificações, com níveis elevados de qualidade e desempenho, permitindo o emprego conjugado com vários tipos de acabamentos e revestimentos, conferindo alta liberdade aos projetos arquitetônicos. Com um treinamento simples, pessoas que nunca construíram edificações com este sistema, tornam-se aptas a trabalhar em seus próprios projetos. Governos podem aproveitar da celeridade da construção utilizando o Tijolito para colocar em prática as suas ações sociais. Não só em relação a estética e a construção de moradias de qualidade, o SAGCI emprega conceitos sustentáveis desde a produção do bloco até o produto final, a construção acabada, gerando benefícios para o meio ambiente em seu aspecto biológico, como a redução do desperdício, como também para o meio ambiente do trabalho, gerando menos resíduos no canteiro, evitando acidentes, sendo um sistema seguro, de qualidade e ecologicamente sustentável.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, João Batista Santos de. Avaliação do comportamento estrutural de paredinhas construídas com blocos de solo-cimento, isentas de argamassa de assentamento e submetidas à carga axial de compressão. In: INTERNACIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 7., 2002, Belo Horizonte. Proceedings... Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica, 2002. V. 1.

\_\_\_\_\_. Avaliação experimental do comportamento estrutural de paredes não armadas, submetidas à compressão axial, construídas com Tijolito. Orientador: Eduardo Chahud. 2001. 188 f, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

\_\_\_\_\_. Bloco intertravado de solo-cimento Tijolito. In: WORKSHOP – ARQUITETURA DE TERRA, 1995, São Paulo: Anais ... São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 1995.

\_\_\_\_\_. Evaluation of the structural behavior of small walls with soil-cement blocks and without the use of mortar in the horizontal joints: Tijolito Compressed by axial load. In: SEMINAR INTERNATIONAL OF HOUSES CONSTRUCTION, 31.Jun. de 2003, Montreal. Proceedings... Montreal, Canada, 2003.

\_\_\_\_\_. Manual de Construção para obras que utilizam o Tijolito: Sistema Ag de Construção Industrializada. 4. Ed. Belo Horizonte: Construtora Andrade Gutierrez S.A.

\_\_\_\_\_. Manual para projetistas: Tijolito: Sistema Ag de Construção Industrializada. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2005.

\_\_\_\_\_. A influência da insolação, em paredes de solo-cimento, nas fissuras e trincas devidas à retração por secagem. Dissertação de trabalho financiado pelo FIP-PUCMINAS. Belo Horizonte, 1989.

\_\_\_\_\_. Manual de Uso de Manutenção da Vila Tecnológica de Juiz de Fora. Construtora Andrade Gutierrez S.A. Belo Horizonte, 1996.

\_\_\_\_\_; CHAHUD, Eduardo. Avaliação do comportamento estrutural de mini paredes construídas com blocos de solo-cimento, isentas de argamassa entre as fiadas: Tijolito: Sistema AG de Construção Industrializada. In: SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE CONSTRUCCION COM TIERRA (SIACOT), 3., OUT. DE 2004, San Miguel de Tucuman, Argentina. Anais... San Miguel de Tucuman, Argentina: Universidad Nacional de Tucuman, 2004.

GUIMARÃES, Juliana Moreira Senna. OLIVEIRA, Edna Alves; ASSIS, João Batista Santos de. Avaliação experimental do comportamento ao cisalhamento de paredes de alvenaria estrutural construídas com blocos encaixáveis de solo cimento. 2018. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Processos Construtivos) - Universidade FUMEC. Orientadora: Edna Alves Oliveira; Coorientador: João Batista Santos de Assis.

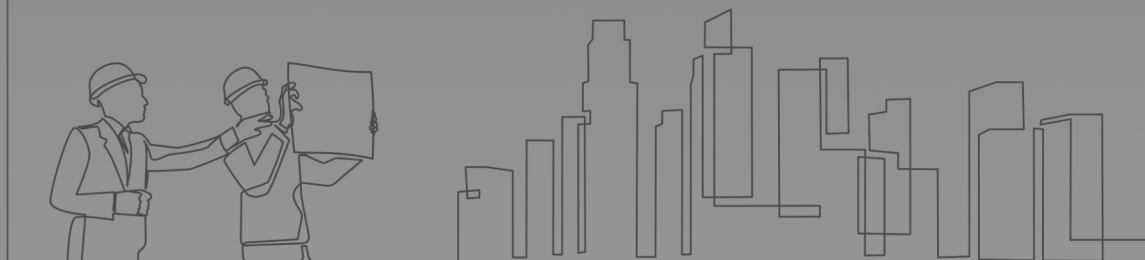
# TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

