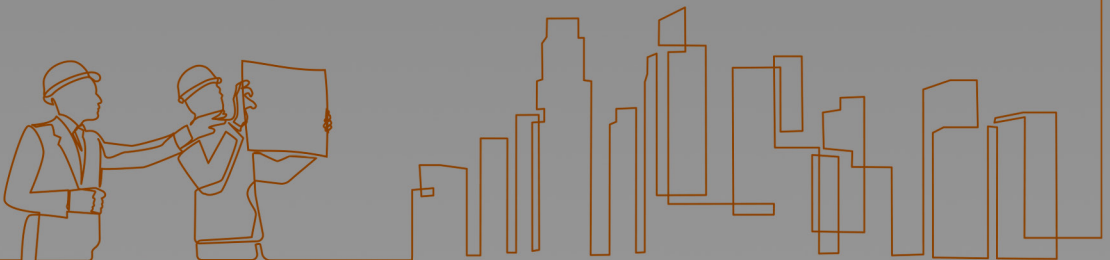


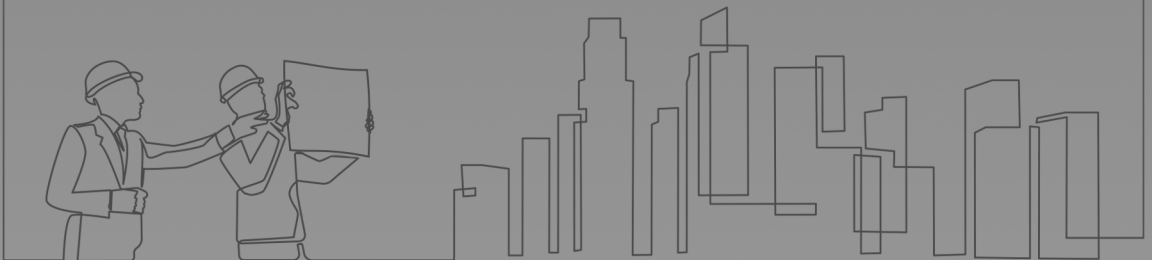
TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

**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 Cremo

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^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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

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

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

VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS EM CONCRETO E BLOCO CERÂMICO PARA VEDAÇÃO

Jamile Salim Fuina

Profa. Dra. do Curso de Mestrado Profissional em Processos Construtivos
Universidade Fumec, jamile@fumec.br

Bernardo Caetano Chaves

Mestre em Processos Construtivos
Universidade Fumec,
bernardocaetanochaves@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho apresenta a avaliação do desempenho acústico de edificações executadas com painéis pré-fabricados mistos, de concreto armado e blocos cerâmicos, usados como parede de vedação e sem função estrutural. As análises acústicas, aqui abordadas, foram realizadas conforme recomendações da ABNT NBR 15575-4:2013. Foi objeto de estudo analisar o desempenho acústico do referido sistema construtivo por meio de ensaios *in loco*; avaliar e comparar o nível de desempenho acústico obtido com os níveis apresentados num Documento de Avaliação Técnica disponível na literatura. Os ensaios de campo foram realizados em três etapas, direcionados pelo método simplificado em campo. A diferença padronizada de nível ponderada foi medida em campo, através do uso do aparelho de medição de pressão sonora ou decibelímetro da marca INSTRUTHERM, modelo THDL 400. Verificou-se, a partir da análise dos resultados obtidos, que parte do sistema atende diretamente às necessidades da norma, contudo, existe desconformidade com as exigências da norma de desempenho, para os sistemas de vedação internos, em áreas de circulação comum, possivelmente em função dos detalhes construtivos adotados no preenchimento das

juntas entre os painéis e a estrutura.

PALAVRAS-CHAVE: painéis pré-fabricados mistos, desempenho acústico, paredes de vedação

VERIFICATION OF THE ACOUSTIC PERFORMANCE OF MIXED PREFABRICATED PANELS IN CONCRETE AND CERAMIC BLOCK FOR SEALING WALL

ABSTRACT: The present work presents the evaluation of the acoustic performance of buildings made with mixed prefabricated panels, reinforced concrete and ceramic blocks, used as sealing wall and without structural function. The acoustic analyses, discussed here, were performed according to the recommendations of ABNT NBR 15575-4: 2013. The object of the study was to analyze the acoustic performance of this constructive system by means of on-site tests; evaluate and compare the level of acoustic performance obtained, with the levels presented in a Technical Evaluation Document available in the literature. The field tests were performed in three stages, directed by the simplified method in the field. The standardized difference in weighted level was measured in the field, using an INSTRUTHERM sound pressure measurement device or decibelmeter, model THDL 400. From the analysis of the results obtained, it was found that part of the system directly serves to the requirements of the standard, however, there is a non-compliance with the requirements of the performance standard, for internal sealing systems, in areas of common circulation, possibly due to the construction details adopted in the filling of the joints between the panels and the structure.

KEYWORDS: mixed prefabricated panels, acoustic performance, walls for sealing

1 | INTRODUÇÃO

Diante dos diversos tipos de processos construtivos empregados no mercado imobiliário do Brasil, especialmente quanto à construção de residências, torna-se necessário obter materiais por um custo menor para as moradias das classes de baixa renda (famílias com rendas entre um e três salários mínimos).

Para atender a tal necessidade, e ao mesmo tempo obter melhor retorno financeiro, busca-se construir um número maior de unidades em um mesmo empreendimento, maximizando a produtividade por meio de alternativas construtivas pré-fabricadas. Esses processos construtivos envolvem alternativas e proporcionam inovações à construção civil, além de agilidade, devido aos sistemas flexibilizados de pré-fabricação e às suas especificações. Aliado aos fatores relacionados, há o fator econômico, já que há redução de desperdícios na sua execução e montagem em obra.

Dentre os produtos pré-fabricados, há os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, foco de análise deste trabalho em termos acústicos, registrados como “painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos sem função estrutural”, neste trabalho denominados como painéis em estudo. Estes painéis são empregados como paredes, sem função estrutural, de edifícios residenciais multifamiliares de até 16 pavimentos.

A avaliação abordada neste trabalho refere-se ao desempenho acústico dos painéis, consistindo em um estudo na área de processos construtivos e seguindo as orientações da NBR 15575-4, em sua parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE, tópico 12, item da norma que apresenta os critérios mínimos de desempenho acústico que devem ser atendidos por todas unidades habitacionais construídas após 2013 (ABNT, 2013).

2 | PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS EM CONCRETO E BLOCO CERÂMICO

Tecnologias construtivas aplicadas aos modelos habitacionais levam à redução tanto do preço, prazo, como da redução de resíduos de construção, ao mesmo tempo que aumentam o desempenho e habitabilidade, proporcionando, assim, a melhoria no espaço das habitações construídas em grande escala. Portanto, como enfatiza Ornstein *et al.* (2017), ampliam as condições para reduzir o déficit habitacional brasileiro, nas esferas Federal, Estadual e Municipal.

Os sistemas construtivos “inovadores” são assim denominados, como qualquer outra inovação tecnológica, por entendimento de que são produtos que ainda não possuem normas técnicas que especifiquem suas características, ou mesmo que tenham procedimentos de projeto e execução definidos, como explicam Fabrício e Ono (2015). Este conceito é válido em outros países, conforme Ornstein *et al.* (2017).

Segundo Amâncio *et al.* (2012), Barros (2013), Castilho *et al.* (2001), El Debs (2017), Zenerato *et al.* (2018), os painéis pré-fabricados possuem um campo de aplicação amplo, com linha de produção industrializada e montagem no canteiro de obras, sendo considerados sistemas construtivos inovadores.

O foco principal deste estudo é direcionado para um sistema construtivo pré-fabricado, os “painéis pré-fabricados mistos em concreto e bloco cerâmico”, ou, como aqui chamados, painéis em estudo. Estes, de acordo com Amâncio *et al.* (2012), Barros (2013) e DATec– Documento de Aprovação Técnica, são constituídos de materiais como blocos cerâmicos, mangueiras corrugadas de plástico para passagem dos cabamentos dos circuitos elétricos, nervuras de concreto auto adensável e treliça metálica com função de armadura para absorção de impactos no manuseio e transporte, sendo sem função estrutural.

O DATec, desenvolvido para amparar a normatização dos processos, resume que os painéis pré-fabricados em estudo são confeccionados em fôrmas metálicas, na posição horizontal, com aplicação de um desmoldante. Nas fôrmas, as armaduras são configuradas, sendo posteriormente posicionadas e ajustadas com auxílio de espaçadores plásticos distribuídos conforme projeto.

As armaduras são de aço CA 50 e/ou CA 60, de acordo com o projeto. As nervuras são dispostas tanto na horizontal, como na vertical e como também no perímetro do painel, com função exclusiva para estruturar o painel no momento da desenforma, durante o manuseio, transporte e montagem.

A avaliação da isolamento sonora dos painéis aqui estudados é direcionada pela ABNT NBR 15575-4 na versão 2013, intitulada de Edificações Habitacionais – Desempenho.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) é composta de 06 (seis) partes, sendo: Parte 1: Requisitos gerais; Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais; Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos; Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas; Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas e Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2013).

3 | O SOM E SUAS PARTICULARIDADES

O ruído urbano está presente nas residências, locais de trabalho, hospitais, escolas, ambiente de lazer, enfim, cada vez mais presente no cotidiano da população. Porém, prejudica as relações sociais, o comportamento, rendimento de trabalho e escolar, assim como a saúde das pessoas (ENIZ e GARAVELLI, 2006). Em razão de tais interferências que tanto afetam a vida da população, como afirma Silva (2005), os fenômenos da acústica devem ser estudados, pois são pouco conhecidos e equacionados.

Durante o projeto da edificação, como detalham Ferreira Neto e Bertoli (2008), não é raro que as questões de conforto ambiental fiquem em segundo plano, pois, muitas vezes, somente depois do edifício pronto e entregue, é que esse item passa a ser questionado, e geralmente, pelo usuário, podendo o ruído ser de fontes externas (tráfego rodoviário, ferroviário ou aéreo, estabelecimentos comerciais e industriais), ou mesmo de fontes internas à edificação (como aqueles que são causados por conversas, passos, rádio, televisão, casas de máquinas, elevadores), completa Michalski (2011).

A energia sonora produzida em um cômodo de uma unidade se propaga por toda a edificação, como alega Michalski (2011), e por qualquer caminho disponível, podendo chegar aos outros ambientes como ruído. A transmissão pode ser, ainda de acordo com

Michalski (2011), direta, ou seja, através dos elementos de divisória entre as salas, ou indireta, através das paredes laterais, teto e chão.

Aos fatores citados, torna-se importante acrescentar que a energia sonora pode ser transmitida pelo ar através de ondas longitudinais, ou seja, a vibração das partículas de ar ocorre na mesma direção da propagação da onda, ou por meio sólido, quando a propagação ocorre em uma estrutura da edificação, através de vários tipos de onda sonora, ou seja, longitudinal, de cisalhamento, torsional e de flexão (MICHALSKI, 2011).

Com a entrada em vigor da norma de desempenho NBR 15.575 em 2008, os construtores ficaram bastante preocupados com o impacto financeiro da aplicação de seus preceitos em seus empreendimentos. Um dos principais pontos de polêmica foi o isolamento acústico garantido pelos sistemas construtivos utilizados (KLAVDIANOS e ALMEIDA, 2013).

A NBR 10151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento (ABNT, 2000), fixa as condições exigíveis para avaliação do ruído em comunidades. A ABNT (2000) também especifica um método para a medição de ruído, aplicação de correções nos níveis medidos se o ruído apresentar características especiais e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores. O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) em decibel dB (A), ou seja, como define a ABNT (2000), é o “nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo intervalo de medição”. O método de avaliação do ruído traduz-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora corrigido (L_c) e o nível de critério de avaliação (NCA), estabelecido pela NBR 10151 (ABNT, 2000). A Tabela 1 mostra o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB (A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Tabela 1: Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB (A)

Fonte: ABNT, 2000

A Tabela 2 apresenta valores mínimos de desempenho da diferença padronizada de nível ponderada, denominada como $D_{2m,n,T,w}$, da vedação externa de dormitório.

CLASSE DE RÚIDO	LOCALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30

Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.

Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos

Tabela 2: Valores mínimos da $D_{2m,nT,w}$ para vedação externa de dormitório.

Fonte: ABNT, 2013

Com relação ao nível mínimo de desempenho, a NBR 15575 (ABNT, 2013), no tópico 12.3.2.2, apresenta os valores de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, que é a diferença entre a leitura do ruído no local emissor subtraída da leitura do ruído que chega ao local receptor, como mostra a Tabela 3.

ELEMENTO	$D_{nT,w}$ [dB]
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	≥ 40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	≥ 40

Tabela 3: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes

Fonte: ABNT, 2013

4 | METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em três etapas. Adotou-se o método de ensaio simplificado em campo. O local escolhido para a realização dos mesmos foi uma unidade de uma edificação que pertence a um conjunto residencial multifamiliar para pessoas de baixa renda, localizado em Betim-MG. O critério para a escolha do local dos ensaios foi de acessibilidade, aliado às características técnicas da edificação.

Quanto à parte estrutural dos edifícios, esta é composta por peças pré-fabricadas de concreto armado, como os pilares, as vigas e as lajes, bem como as cintas de fundação. Quanto à fundação, foram executados tubulões e os blocos de equalização de esforços, concretados *in loco* com concreto usinado. A planta baixa do padrão dos apartamentos é apresentada na Figura 1, sendo dois quartos, um banheiro, uma sala e uma cozinha conjugada com a área de serviço.

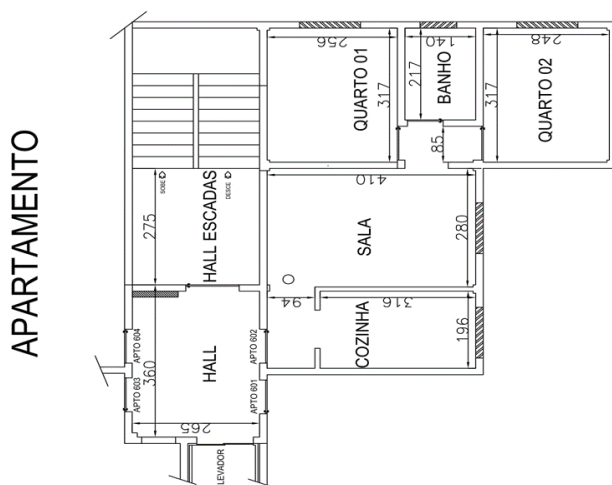


Figura 1: Planta baixa padrão dos apartamentos

Fonte: Os autores, 2019

Os apartamentos acessíveis para os ensaios estavam desabitados, sem mobiliário. As paredes externas possuem 130 mm de espessura, as paredes internas e de áreas secas possuem 140 mm de espessura, e as paredes de geminação de divisa e áreas comuns 180 mm de espessura. Além de que, o pé direito de todo o apartamento é de 2,58 m.

O aparelho usado para as medições de ruído (pressão sonora) foi um decibelímetro digital multifunção (termo-higro-decibelímetro-luxímetro) da marca Instrutherm® modelo THDL-400, ilustrado na Figura 2. Este aparelho em específico, por suas citadas características multifuncionais, configura como temperatura de -20° a 750°C, umidade de 25 a 95% U.R. (umidade relativa), luxímetro de 0,01 a 200000 Lux, com função Max. Hold, e por fim, decibelímetro de 35 a 130 dB. O funcionamento deste decibelímetro se dá

apontando o microfone para o local a ser medido e captando o ruído formado pelas ondas sonoras no ambiente analisado. Como não se dispunha de equipamento para acoplar no decibelímetro a fim de armazenar as medições, estas foram filmadas, fotografadas e anotadas, e transferidas para formulário.



Figura 2: Aparelho de medição de pressão sonora ou decibelímetro

Fonte: Os autores, 2019

Os locais de medição são ilustrados na Figura 3, destacando o Bloco A, o pátio de convivência do residencial, o Bloco B, o pátio de estacionamento do Bloco B, e o pátio de estacionamento do Bloco E.



Figura 3: Vista aérea do conjunto residencial multifamiliar, com os locais de medição marcados

Fonte: Adaptado de Google, 2018

A segunda etapa de ensaio foi feita com o uso do medidor de nível de pressão sonora, no local, para avaliação do desempenho das vedações verticais e horizontais internas do sistema construtivo, de acordo com a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), no tópico 12.2.1.2 – Método de engenharia, realizado em campo, onde, para paredes internas (SVVI), determina, entre unidades autônomas e entre uma unidade e áreas comuns, o isolamento sonoro global, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método é descrito na norma *ISO 140 – 4* (ISO, 1998a).

A terceira e última etapa foi feita com o uso do medidor de nível de pressão sonora, no local, para avaliação do desempenho das fachadas em edificações do sistema construtivo, também de acordo com as recomendações da norma NBR 15575 (ABNT, 2013), tópico 12.2.1.2, só que para fachadas externas – Método de engenharia, realizado em campo, onde, para fachadas (SVVE), determina, para conjunto de fachada e cobertura, no caso de casas térreas e sobrados, e somente fachada nos edifícios multipiso, o isolamento sonoro global, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método também é descrito pela *ISO 140 – 5* (ISO, 1998b).

Para a execução dos ensaios acústicos, foi desenvolvido um formulário para organização das medições e ponderações, de acordo com as já citadas normas, que se aplica aos três ensaios.

Na sequência dos ensaios, diante do critério já mencionado, de acessibilidade, o ambiente estudado passou a ser uma unidade autônoma, o apartamento 602, localizado no sexto andar, do Bloco B, e, em seguida, leituras em áreas de uso comum, sendo o *hall* de acesso ao elevador social e aos apartamentos, o patamar da caixa de escadas e o salão de recepção. No Bloco A, o salão de festas e a unidade 603.

Na primeira etapa, há a necessidade de classificar e determinar o tipo de área onde se encontra o condomínio, e, então, após as medições, comparar com os parâmetros da NBR 10151 (ABNT 2000). Portanto, o método de avaliação do ruído baseia-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora corrigido (L_c) e o nível de critério de avaliação (NCA). Para ambientes externos o NCA está indicado na Tabela 1.

Na segunda etapa, para a unidade autônoma, o apartamento 602 do Bloco B, definiu-se a sala como fonte geradora, onde foram instalados os equipamentos, um *notebook* acoplado com duas caixas de som externas e um celular com um programa de música ligado. Neste local, fez-se uso do equipamento, o medidor de nível de pressão sonora e este ponto foi denominado emissor.

Após as leituras do emissor, foram feitas as leituras no quarto 1, que faz divisão com a sala. Neste local, foram determinados pontos distintos de medição, denominados receptores, demarcados como R01, R02, R03, R04 (FIGURA 4).

Posteriormente, foram feitas as leituras nas áreas comuns, sendo o *hall* de elevador de acesso aos apartamentos e o patamar da caixa de escadas, como mostrado nas Figuras 5 e 6 demarcados como R05 e R06.

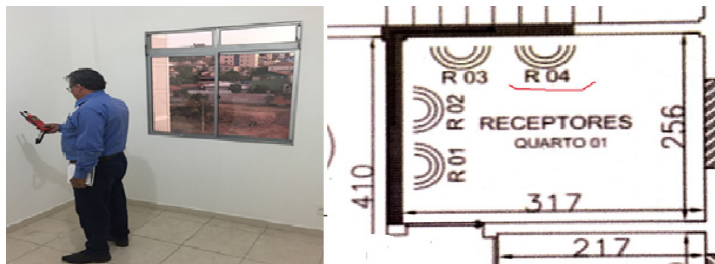


Figura 4: Medição de pressão sonora, equipamento posicionado em R04

Fonte: Os autores, 2019



Figura 5: Medição de pressão sonora, equipamento posicionado em R05

Fonte: Os autores, 2019



Figura 6: Medição de pressão sonora, equipamento posicionado em R06

Fonte: Os autores, 2019

As medições foram feitas entre os horários de 17:00h e 18:00h, do dia 12/07/2019, numa sexta-feira.

Para a segunda parte dos ensaios foram consideradas quatro situações distintas referentes à fonte geradora: situação 1: emissora com 60 dB(A); situação 2 - emissora com 70 dB(A); situação 3 - emissora com 80 dB(A) e situação 4 - emissora acima de 60 dB(A) acrescido de fala.

Na terceira etapa de ensaios, fez-se o uso do medidor de nível de pressão sonora, no local, para avaliação do desempenho das fachadas do sistema construtivo. O método é descrito na norma *ISO – 140 – 5* (ISO, 1998b).

Conforme a NBR 15575 (ABNT, 2013), no t3pico 12.2.1.2, cabe registrar que os resultados obtidos restringem-se somente 3s medi33es efetuadas.

Para fachadas, definiu-se, diante do espa33o acess33vel, os seguintes ambientes: o *hall* social do edif33cio denominado Bloco B; o sal33o de recep33o, localizado no mesmo Bloco, na fachada frontal, ao lado direito da entrada social do edif33cio e o sal33o de festas do condom33nio residencial, localizado 3s esquerda da entrada social do edif33cio denominado de Bloco A. Estes locais s33o os receptores e fazem parte das fachadas dos dois blocos acima mencionados e est33o voltados para o Norte.

As medi33es foram feitas entre os hor33rios de 12:00h e 13:30h, do dia 18/07/2019, numa quinta-feira.

A fonte geradora, com 70 dB(A), foi instalada pr33ximo ao muro de divisa do condom33nio com a rua, a 2 metros da fachada frontal do Bloco B e o mesmo foi feito para o Bloco A, conforme recomenda33es da ISO 140-5 (ISO, 1998b).

Nos locais mencionados, ap33s as leituras do emissor, pr33ximo 3s fonte geradora, foram feitas as leituras no sal33o de recep33es de visitas, no *hall* de entrada social e no sal33o de festas do condom33nio residencial, locais estes denominados de receptores, que foram denominados como RE01, RE02 e RE03, respectivamente, e tamb33m mostrados nas Figuras 7, 8 e 9.



Figura 7: Medi33o interna do sal33o de recep33o de visitas, no bloco B, RE01

Fonte: Os autores, 2019



Figura 8: Vista externa de RE01 e interior do hall social do bloco B, RE02

Fonte: Os autores, 2019



Figura 9: Vista do salão de festas do condomínio e dos pontos de RE03

Fonte: Os autores, 2019

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios também foram divididos em três etapas distintas e podem ser visualizados, a seguir, nas Tabelas 4, 5 e 6, onde são comparados com os padrões normativos, estando na ordem, da primeira para a terceira etapa, respectivamente.

De acordo com os documentos normativos analisados, com o estudo desenvolvido e com os ensaios apresentados, são feitas algumas discussões, a seguir, sobre os resultados obtidos.

Referente ao local onde o condomínio residencial foi implantado, de acordo com

a NBR 10151 (ABNT, 2000), conclui-se que o local classifica-se, através da comparação com a Tabela 1, como área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, sendo a escolha do terreno para implantação do condomínio residencial correta para o empreendimento. A Tabela 4 apresenta o resultado ensaiado comparado com o NCA – Nível de critério de avaliação conforme NBR 10151 (ABNT, 2000), onde a comparação, para período diurno, se aproxima de 50 dB (A).

Número Apartamento	Bloco	Local de leitura	Posição da Janela		Mobiliário		Leitura Laeq - dB(A)	Parâmetro NBR - dB(A)	Período	Tipo de área conforme NBR
			Fechadas	Abertas	presente	ausente				
803	A	sala		X	X		48,6	50	Diurno	Estritamente residencial urbana
602	B	quarto 1	X			X	48,6	50	Diurno	Estritamente residencial urbana
602	B	quarto 2	X			X	48,7	50	Diurno	Estritamente residencial urbana
602	B	sala	X			X	48,0	50	Diurno	Estritamente residencial urbana
602	B	cozinha	X			X	48,5	50	Diurno	Estritamente residencial urbana

Tabela 4: Resultados da primeira etapa

Fonte: Os autores, 2019

Referente aos ensaios de desempenho para o sistema de vedações verticais internos, (SVVI), percebem-se pelos resultados obtidos, que as paredes pré-fabricadas do apartamento analisado estão em desconformidade com as exigências normativas da NBR 15575 (ABNT, 2013). Foram realizados procedimentos direcionados pela ISO 140-4 (ISO, 1998a) e os parâmetros apresentados na Tabela 3.

Constata-se, em análise normativa, que os locais ensaiados são classificados como parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos, onde no ensaio foram denominados de R05 e R06, com exigência de $D_{nT,w}$ maior ou igual a 30 dB. Entretanto, conforme Tabela 5, foram obtidos resultados inferiores aos esperados. Para os pontos denominados de R01, R02, R03 e R04, classificados como parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório, com exigência de $D_{nT,w}$ maior ou igual a 45 dB, os resultados obtidos também foram inferiores aos esperados. Contudo, existem outros pontos a serem considerados, abordados nas considerações finais.

Como nenhum valor obtido através dos ensaios realizados na segunda etapa ultrapassou o valor de 29 dB (TABELA 5), conclui-se que o SVVI não se enquadra nos padrões normativos, levando em consideração a metodologia aplicada para os ensaios e a necessidade de se obter os níveis apresentados na Tabela 3.

Número Apto./Local	Bloco	Local de leitura	Denominação Local	Posição da Janela		Mobiliário		Emissor dB(A)	Laeq - dB(A) Emissor	Laeq - dB(A) Receptor	DnT,w Encontrado	Parâmetro ABNT - DnT,w
				Fechadas	Abertas	presente	ausente					
602	B	quarto 1	R1	X			X	60,0	61,0	49,2	11,8	≥ 45
602	B	quarto 1	R1	X			X	70,0	70,2	56,1	14,1	≥ 45
602	B	quarto 1	R1	X			X	80,0	80,8	62,6	18,2	≥ 45
602	B	quarto 1	R1	X			X	60,0+ fala	77,4	56,8	20,6	≥ 45
602	B	quarto 1	R2	X			X	60,0	61,0	49,0	12,0	≥ 45
602	B	quarto 1	R2	X			X	70,0	70,2	51,2	19,0	≥ 45
602	B	quarto 1	R2	X			X	80,0	80,8	63,0	17,8	≥ 45
602	B	quarto 1	R2	X			X	60,0+ fala	77,4	51,8	25,6	≥ 45
602	B	quarto 1	R3	X			X	60,0	61,0	48,1	12,9	≥ 45
602	B	quarto 1	R3	X			X	70,0	70,2	49,3	20,9	≥ 45
602	B	quarto 1	R3	X			X	80,0	80,8	58,3	22,5	≥ 45
602	B	quarto 1	R3	X			X	60,0+ fala	77,4	49,3	28,1	≥ 45
602	B	quarto 1	R4	X			X	60,0	61,0	48,2	12,8	≥ 45
602	B	quarto 1	R4	X			X	70,0	70,2	52,3	17,9	≥ 45
602	B	quarto 1	R4	X			X	80,0	80,8	67,5	13,3	≥ 45
602	B	quarto 1	R4	X			X	60,0+ fala	77,4	56,5	20,9	≥ 45
602	B	6º andar / hall elevador	R5	X			X	70,0	70,2	47,9	22,3	≥ 30
602	B	6º andar / hall escada	R6	X			X	70,0	70,2	47,5	22,7	≥ 30

Tabela 5: Resultados da segunda etapa

Fonte: Os autores, 2019

Local	Bloco	Local de leitura	Denominação Local	Posição da Janela		Mobiliário		Emissor dB(A)	Laeq - dB(A) Emissor	Laeq - dB(A) Receptor	D _{2m,n,T,w} Encontrado	Parâm.ABNT D _{2m,n,T,w} (dB)
				Fechadas	Abertas	presente	ausente					
salão	B	salão recepção	R01	X			X	70,0	75,4	48,7	26,7	>= 20
hall	B	hall social/elevador	R02	X			X	70,0	75,4	52,2	23,2	>= 20
salão	A	salão de festas	R03	X			X	70,0	69,7	48,9	20,8	>= 20

Tabela 6: Resultados da terceira etapa

Fonte: Os autores, 2019

Referente aos ensaios de desempenho para o sistema de vedações verticais externos, (SVVE), desenvolvidos na terceira etapa de ensaios deste trabalho, observados na Tabela 6, conclui-se que as paredes pré-fabricadas, do edifício analisado, atendem as exigências normativas da NBR 15575 (ABNT,2013), tendo a metodologia aplicada nos ensaios sido direcionada pela ISO 140-5 (ISO, 1998b) e aparecem na Tabela 2, que coloca como valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,n,T,w}$, da vedação externa de dormitório, como classe de ruído do tipo I – Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas, o valor maior ou igual a 20 dB. Assim, conclui-se que o sistema de vedações verticais externos, conforme locais analisados na terceira etapa, atende às normas, visto que os valores encontrados, nos três locais ensaiados, foram satisfatórios, sendo superiores ao mínimo exigido (ver Tabela 6).

O DATec apresenta os resultados obtidos para a avaliação técnica referente ao desempenho acústico analisado aqui. Assim, a Tabela 7 apresenta uma comparação dos resultados obtidos pelo DATec com os melhores resultados obtidos nos ensaios feitos na segunda e na terceira parte deste trabalho. No DATec, foram usados dois métodos de avaliação. O método de engenharia realizado em campo, com os resultados apresentados na Tabela 7 e o método de precisão, realizado em laboratório, onde apresentou-se resultado para o índice de redução sonora ponderado (R_w) de 42 dB.

Local	Espessura da parede (mm)	Critérios mínimos de desempenho da diferença padronizada de nível ponderado (ABNT NBR 15.575-4:2013) (dB)	Resultado do ensaio	PARTE 2	PARTE 3
			de campo (dB)	(SVVI)	(SVVE)
			DATec	DnT,w(dB)	D2m,nT,w (dB)
Fachada de habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído da Classe de ruído II.	135	D2m,nT,w ≥ 25	31	-	-
Fachada de habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas (Classe I).	135	D2m,nT,w ≥ 20	-	-	26,7
Parede cega entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	140	DnT,w ≥ 40	40	-	-
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	140	DnT,w ≥ 45	-	28,1	-
Parede cega de salas e de cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria nos pavimentos.	140	DnT,w ≥ 30	33	22,7	-

Tabela 7: Comparação de resultados

Fonte: Os autores, 2019

Neste trabalho, abordou-se o método simplificado em campo, que permite obter estimativa do isolamento sonoro global da vedação (SVVE) e (SVVI), em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro e, logo, diz-se menos preciso. Contudo, obteve-se como o melhor resultado da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{2m,n,T,w}$) (Tabela 7), para SVVE, resultado satisfatório de 26,7 dB.

Já para a diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$), para SVVI, obteve-se como os dois melhores resultados, 28,1 dB e 22,7 dB, que, comparando-se aos resultados obtidos pelo DATec, são inferiores e não satisfatórios.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral de avaliar o desempenho acústico dos painéis em estudo foi alcançado em três etapas. Avaliou-se, na primeira etapa, o ruído sonoro da região em que está inserido o condomínio multifamiliar, na segunda, o desempenho acústico para paredes internas (SVVI), em que contemplou-se uma fonte denominada emissora e outras seis denominadas receptoras, sendo quatro internas à unidade ensaiada e duas externas, em áreas internas de circulação comum, e, na terceira etapa, o desempenho acústico para isolamento aéreo em sistema de vedação vertical externa (SVVE) de edificação.

Para a primeira parte dos ensaios, os resultados encontrados comprovam a classificação da região onde se localiza o condomínio multifamiliar como área mista, predominantemente residencial, pois nenhum resultado ultrapassou 50 dB (A) em horário diurno, conforme a Tabela 4.

Para a segunda parte dos ensaios, embora os resultados encontrados traduzam-se na não satisfação normativa, onde a diferença padronizada de nível ponderada não atingiu a exigência mínima da norma que é de, no mínimo, 30 dB (A) para parede cega de salas e cozinhas entre unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, bem como de 45 dB (A) para parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório, cabe registrar que os ensaios foram feitos

direcionados pelo método simplificado em campo, onde não se dispõe de instrumento que seja capaz de medir o tempo de reverberação e também que faz-se necessário avaliar com mais riqueza de detalhes o sistema construtivo como um todo, levando em consideração os materiais usados para o preenchimento das juntas formadas entre os painéis e as estruturas que circundam o mesmo. Registra-se ainda, a hipótese deste material deixar vazios e estes propagarem maior quantidade de ruídos, interferindo, assim, diretamente nos resultados encontrados. Outro fator determinante para a definição mais elaborada dos resultados encontrados na segunda parte de ensaios é direcionado pela ciência da probabilidade e estatística, onde, só pode-se fazer afirmativas com precisão, onde tem-se um significativo número de lotes avaliados. No caso deste trabalho, foi avaliada apenas uma unidade autônoma, logo, para precisão, seria necessária a ampliação deste número, preferencialmente para todas as unidades do edifício analisado.

Para a terceira e última parte dos ensaios os mesmos atenderam à norma de desempenho, que diante dos resultados obtidos, o nível de ruído se classifica como classe I - habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas, como o condomínio residencial (Tabela 2). Os valores obtidos para a diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros de distância da edificação tiveram resultados superiores a 20 dB (A), conforme o mínimo exigido pela norma.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2000.

____NBR 15.575-4: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

AMANCIO, R. C. A.; FABRICIO, M. M.; MITIDIERI FILHO, C. V. Avaliações técnicas de produtos de construção inovadores no Brasil. IN: Jornada para engenharia para a sociedade, investigação e inovação – cidades e desenvolvimento. Lisboa, Portugal, 2012. p. 1-7.

BARROS, M. M. S. B. Tecnologias construtivas para produção de edifícios no Brasil: Perspectivas e desafios. Relatório Final da Pesquisa “Subsídios para a Definição de Estratégias de Apoio à Indústria da Construção Civil”. Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Instituto Euvaldo Lodi (IEL) - Núcleo Regional do Estado do Rio de Janeiro - Produto 4 - Diagnóstico da Divisão da Construção de Edifícios - 2ª Versão. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2013.

CASTILHO, V. C.; EL DEBS, M. K.; GIL, L. S.; Contribuição dos painéis pré-moldados de fechamento no enrijecimento da estrutura principal: estudo de caso. Cadernos de Engenharia de Estruturas. n. 17. São Carlos, 2001.

EL DEBS, M. K. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações. Oficina de Textos, 2. ed. São Paulo, 2017. ISBN: 978-85-7975-279-7.

ENIZ, A.; GARAVELLI, S. S. L. A contaminação acústica em ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal. Holos Environment, v. 6, n. 2, p. 137, Brasília, 2006. ISSN: 1519- 8421.

FABRÍCIO, M. M., ONO, R. O., Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras. Manutenção e Percepção dos Usuários. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído –ANTAC. Porto Alegre, 2015. ISBN 978-85-89478-42-7. DOI: 10.4322/978-85-89478-42-7.

FERREIRA NETO, M. F.; BERTOLI, S. R. Critérios de Desempenho Acústico e Níveis de Conforto Acústico: Uma Pequena Análise em Edifícios Residenciais de São Paulo, Brasil. IN: VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008, Buenos Aires, 2008.

GOOGLE, 2018 – Imagem residencial multifamiliar – Acesso em 14 de julho de 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO 140- 4: Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 4: Field measurement airborne sound insulation between rooms. Geneva, 1998a.

___ ISO 140-5: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of fachade elements fachades. Genebra, 1998b.

KLAVDIANOS, D. A. M.; ALMEIDA, E. A. A. Avaliação do desempenho acústico de edificações em diferentes sistemas construtivos, conforme a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575. Apostila para Sinduscon-DF. Brasília, 2013.

MICHALSKI, R. L. X. N. Metodologias para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações. Tese do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2011. 235 f.

ORNSTEIN, S. W.; OLIVEIRA, F. L.; ONO, R. Em busca da qualidade na habitação social no Brasil: instrumentos para a avaliação pós ocupação (APO) aplicada a sistemas construtivos inovadores. IN: 4º CIHEL – Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono - A Cidade Habitada. Porto, Portugal, 2017.

SILVA, P. Acústica Arquitetônica e condicionamento de Ar. 5. ed. EDTAL – Empresa Termo Acústica LTDA. Belo Horizonte, 2005. ISBN-13: 9788010048601 ISBN-10: 8010048607.

TELLO, R.; LAURIANO, L. A.; CARVALHAES, E. R. Inovação, Industrialização e Sustentabilidade: A Solução Habitacional X. FDC. Nova Lima, 2012.

ZENERATO, T.; OLIVEIRA, A. K. D; BERTOLI, S. R.; GOMES, C. E. M.; PICCHI, F. A. Desempenho acústico de fachada de sistemas construtivos inovadores: análise dos DATEC's. IN: XXVIII Encontro Sociedade Brasileira de Acústica. Porto Alegre-RS, 2018. DOI: 10.17648/sobrac-87080.

SOBRE OS ORGANIZADORES

EDNA ALVES OLIVEIRA - Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade FUMEC - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da FUMEC (1997); Mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2001); Doutorado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2009) - estudo experimental, para desenvolvimento da Tese de Doutorado, realizado no Departamento de Estruturas da Escola de Engenharia da UFMG, e estudo numérico desenvolvido na Universidade do Minho em Guimarães/ Portugal. Atualmente é Docente do Curso de Mestrado Profissional em Processos Construtivos da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC; professora coordenadora de projeto de pesquisa e professora Adjunta da Universidade FUMEC; Membro do Núcleo Docente Estruturante do Curso de Engenharia Civil da Universidade FUMEC; Diretora de Normas Técnicas da Sociedade Brasileira de Ferrocimento. Foi coordenadora do Setor de Pós-Graduação Stricto Sensu e Pesquisa da Universidade FUMEC (2017 a 2019). Experiência em Engenharia Civil, com ênfase em Técnicas Construtivas. Disciplinas lecionadas em Graduação e Pós-Graduação: Estruturas, Patologia das construções, Edificações em Alvenaria e Concreto, Novas tecnologias.

LUIZ ANTÔNIO MELGAÇO NUNES BRANCO - Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (1988), Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004), Doutorado em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2010) e Pós-Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade do Porto/Portugal (2018). Atualmente é consultor - SAS - Sociedade dos Auditores de Sistemas, professor associado da Universidade Federal de Minas Gerais e professor adjunto da Universidade FUMEC na área de Materiais de Construção. Atua na graduação e mestrado, lecionando e orientando pesquisas e dissertações. Experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de engenharia, construção de edifícios, patologia das construções, ensaios não destrutivos, ensaios de materiais, construção enxuta e revestimentos pétreos. Autor de trabalhos e artigos técnicos e científicos publicados em congressos, eventos nacionais, internacionais e periódicos especializados. Coordenador do LESC – Laboratório de Ensaios de Sistemas Construtivos. Disciplinas lecionadas em Graduação e Pós-Graduação: Materiais de Construção, Novos Materiais e Experimentação na Construção Civil.

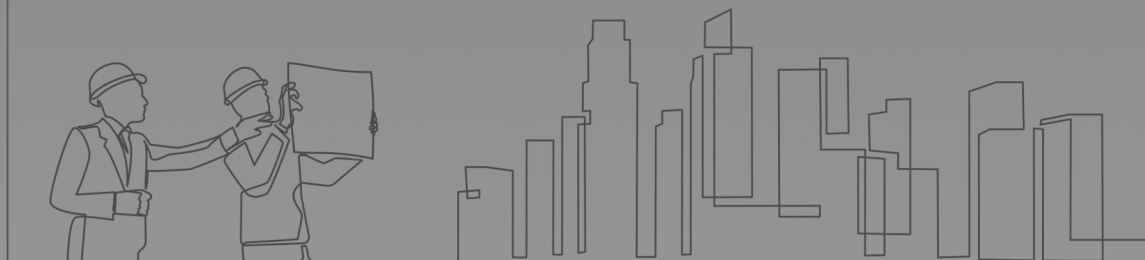
TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



TECNOLOGIA EM MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

