

Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

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^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. Dr. Adailson 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

Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-602-7

DOI 10.22533/at.ed.027201712

1. Geociências. 2. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.
CDD 550

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

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus dezoito capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos pesquisas relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

O objetivo da obra é apresentar de forma clara e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado às Ciências Naturais tecnologia da informação ensino de ciências e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são deste modo discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação tecnologia ensino de ciências e afins. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos físicos econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TIC NO ENSINO FUNDAMENTAL DIECIONADO A EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO

Cátia Regina Conceição dos Santos

Igor Santos Goes

Janille Costa Pinto

Veronica Bastos Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.0272017121

CAPÍTULO 2..... 14

ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO

Daniele dos Santos Martins

Lidiane Kist

Cláudio Trindade Scherer

Marcus Daniel Friederich dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0272017122

CAPÍTULO 3..... 27

APLICATIVO MÓVEL I REDE SOCIAL: CINE-/ON/

Fábio Freire Torres

Lucilena de Lima

DOI 10.22533/at.ed.0272017123

CAPÍTULO 4..... 34

APLICAÇÃO DE AÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO

Debora Simon

Fabiana Cunico

Sabrina Rafaela de Lima

Francieli Dalcanton

Josiane Maria Muneron de Mello

Sideney Becker Onofre

Eduardo Roberto Batiston

Gustavo Lopes Colpani

DOI 10.22533/at.ed.0272017124

CAPÍTULO 5..... 47

APLICAÇÃO DO NDVI NO MONITORAMENTO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO TAMANDUÁ – PR UTILIZANDO IMAGENS SENTINEL-2 2016-2018

Vinícius Fernandes de Oliveira

Mara Rubia Silva

Gabriel Lucas dos Santos de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.0272017125

CAPÍTULO 6.....	54
APLICAÇÃO DO NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE PRIMEIRA ORDEM NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS	
Jorge Felipe Euriques	
Claudia Pereira Krueger	
Fabiano Peixoto Freiman	
Évelin Moreira Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.0272017126	
CAPÍTULO 7.....	66
COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS AM	
João Cleber Cavalcante Ferreira	
Aristóteles de Jesus Teixeira Filho	
João Victor Góes Barbosa	
Dérick Alberto Arruda	
DOI 10.22533/at.ed.0272017127	
CAPÍTULO 8.....	77
DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS EM CENOURA E FEIJÃO-VAGEM POR GC-MS/MS	
Larissa Meincke Eickhoff	
Arthur Mateus Schreiber	
Liege Goergen Romero	
Alessandro Hermann	
Anajilda Bacarin Gobo	
DOI 10.22533/at.ed.0272017128	
CAPÍTULO 9.....	83
ECO QUEST GAME	
Érica de Jesus Soares Scheffel	
Claudia Lage Rebello da Motta	
DOI 10.22533/at.ed.0272017129	
CAPÍTULO 10.....	93
EFICIÊNCIA DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES PARA A DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA REDE DE DRENAGEM E MORFOMETRIA DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA	
Luan da Silva Figueroa	
Antônio Amador de Sousa	
Mellina Nicácio da Luz	
Roberta Patrícia de Sousa	
Sérvio Túlio Pereira Justino	
Felipe Silva de Medeiros	
DOI 10.22533/at.ed.02720171210	

CAPÍTULO 11	106
ESPECIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ACÚSTICA PERANTE MULTICRITÉRIOS DE SUA DEFINIÇÃO	
Victor Mourthé Valadares	
DOI 10.22533/at.ed.02720171211	
CAPÍTULO 12	119
ESTUDO DA ÁREA DA INFLUÊNCIA DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA SOBRE OS ACIDENTES DE TRÂNSITO COM VÍTIMAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB	
Erivaldo de Araujo Silva	
Félix Araújo Neto	
Sônia Eliane Gonçalves dos Santos	
Wanessa Isthéwany de Albuquerque Wanderley	
DOI 10.22533/at.ed.02720171212	
CAPÍTULO 13	132
GRUTA DA MOITA DOS PORCOS CAETITÉ – BA E O PROBLEMA DO REGISTRO DE SÍTIOS ESPELEOLÓGICOS COM PERFIL ARQUEOLÓGICO	
Elvis Pereira Barbosa	
Márcio Santana Santos	
DOI 10.22533/at.ed.02720171213	
CAPÍTULO 14	142
INTEGRAÇÃO SISTÊMICA ENTRE SOCIEDADE E AMBIENTE: UM ESTUDO DO BAIXO RIO JUNDIAÍ NO MUNICÍPIO DE INDAIATUBA SP	
Osmar da Silva Laranjeiras	
DOI 10.22533/at.ed.02720171214	
CAPÍTULO 15	154
ISOLAMENTO ACÚSTICO LEGAL NORMAL OU REAL: QUAL ADOTAR?	
Victor Mourthé Valadares	
DOI 10.22533/at.ed.02720171215	
CAPÍTULO 16	167
MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A DESLIZAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO PARANÁ COM A APLICAÇÃO DO MODELO SHALSTAB	
Ney Lyzandro Tabalipa	
Leonardo Disperati	
Alberto Pio Fiori	
DOI 10.22533/at.ed.02720171216	
CAPÍTULO 17	178
MODELO DE CONSTRUÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE GASTRONOMIA	
Alan Rodrigo Schiles	
Thiago Bergler Bitencourt	
DOI 10.22533/at.ed.02720171217	

CAPÍTULO 18.....	191
TOPOLOGICAL VALIDATION: A STUDY APPLIED FOR HYDROGRAPHIC FEATURES OF A WATERSHED	
Leandro Luiz Silva de França	
Joel Borges dos Passos	
Jose Luiz Portugal	
DOI 10.22533/at.ed.02720171218	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	208
ÍNDICE REMISSIVO.....	209

ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 28/09/2020

Daniele dos Santos Martins

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC
Cachoeira do Sul - RS
<http://lattes.cnpq.br/7299388483248425>

Lidiane Kist

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC
Vera Cruz - RS
<http://lattes.cnpq.br/5337555437805798>

Cláudio Trindade Scherer

Porto Alegre - RS
<http://lattes.cnpq.br/5316539112791092>

Marcus Daniel Friederich dos Santos

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC
Canoas - RS
<http://lattes.cnpq.br/3104931759810748>

RESUMO: O aumento da densidade demográfica contribuiu para a verticalização das cidades com a construção de edificações mais altas e maior concentração de pessoas por m² devido a isso o som gerado por vizinhos provoca perturbação no sossego de moradores próximos devido à falta de conforto acústico do imóvel. Com a Norma de Desempenho NBR 15575:2013 a qual a parte 3 trata-se sobre isolamento acústico em sistemas de pisos a preocupação com o ruído gerado pelos habitantes tornou-se importante ao construir edificações. Estas executadas após julho de 2013 devem atender aos parâmetros

de ruído de impacto conforme estabelece a referente norma. A acústica de edificações desafia projetistas a utilizarem em sistemas de pisos materiais que atenuem o som de tal forma que seja uma solução economicamente viável e atenda ao nível mínimo intermediário ou superior presentes na NBR 15.575-3. Com o objetivo de analisar as propriedades mecânicas de diferentes materiais o nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado (L_{Nt w}) e o custo para a implantação de um sistema de pisos que absorva o som realizou-se in loco o ensaio de ruído de impacto segundo a ISO 16383-2:2015 e ISO 717-2:2013. Os sistemas de pisos ensaiados foram: isolamento acústico aderido em lajes sem contrapiso com e sem revestimento cerâmico contrapiso 1:5 com manta de 5mm contrapiso com argamassa autonivelante e manta de 5mm contrapiso 1:5 contrapiso com argamassa autonivelante laje treliçada com preenchimento de EPS e contrapiso 1:5 com e sem manta de 8/4 mm. Constatou-se que o sistema composto por isolamento acústico para contrapiso com argamassa autonivelante apresentou pior desempenho e menor custo com L_{Nt w}=79Db e R_{\$}=39 90 já o sistema de piso formado por laje treliçada com contrapiso de 5cm e manta de 8/4mm apresentou melhor desempenho e maior custo com L_{Nt w}=65Db e R_{\$}=60 91.

PALAVRAS - CHAVE: Isolamento acústico. Ensaio in loco. Sistemas de pisos. Propriedades mecânicas. Custo.

ANALYSIS OF MATERIALS FOR ACOUSTIC PERFORMANCE INF FLOOD SYSTEMS FOR IMPACT NOISE ISOLATION

ABSTRACT: The increase in demographic density contribute to verticalization of cities with the higher buildings construction due to this the produced noise causes disturbance in nearby residents' quietness due to a lack acoustic comfort of property. Since the Brazilian NBR 15575: 2013 Standard came into force the concern with produced noise by inhabitants has become important in the construction of buildings. The part 3 of the standard deals with sound insulation on floor systems. After July 2013 buildings must meet the impact noise parameters in accordance to that standard. The buildings acoustics challenges designers to use sound attenuating materials on floor systems in an economically feasible way and according to the minimum intermediate or upper level of NBR 15.575-3. The impact noise test was carried out in loco according to the ISO 16383-2:2015 and ISO 717-2:2013 aimed to analyse the mechanical properties of different materials the weighted standard impact sound pressure level ($L'_{Nt w}$) and the cost for the implantation of a noise-absorbing floor system. The floor systems tested were: sound insulation adhered to slabs without subfloor with and without ceramic coating 1: 5 subfloors with 5mm mantle underlayment with self-levelling mortar and 5mm mantle 1:5 subfloor underlayment with self-levelling mortar latticework slab with EPS fill and 1:5 of underlayment with and without 8/4 mm blanket. It was verified the system composed by acoustic insulation for underlayment with self-levelling mortar presented the lowest performance: $L'_{Nt w} = 79\text{Db}$ and the lowest cost: thirty-nine (Brazilian) reais and ninety cents (R\$ 39.90). On the other hand the floor system formed by a slab with a 5cm subfloor and an 8/4mm blanket showed the best performance: $L'_{Nt w} = 65\text{Db}$ and the highest cost: sixty (Brazilian) reais and ninety-one cents (R\$ = 60.91).

KEYWORDS: Acoustic insulation. Tests in loco. Floor Systems. Mechanical properties. Cost.

1 | INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura das cidades e o conseqüente aumento da densidade demográfica levaram à otimização e aproveitamento do espaço urbano com a verticalização das estruturas edificadas [...] (REZENDE RODRIGUES VECCI 2014). A convivência diária de famílias próximas umas das outras em prédios geram reclamações pelos usuários com relação ao conforto acústico de sua edificação.

“Tradicionalmente no Brasil têm sido usual desconsiderar a adequação acústica de edificações a qual é em geral negligenciada desde o projeto arquitetônico” [...] (REZENDE RODRIGUES VECCI 2014). A falta de isolamento acústico no sistema de piso conforme Bouffleur (2013) [...] “é causado pela negligência com a importância do desempenho acústico no momento da escolha do sistema de atenuação do ruído sendo não raro analisado somente pelos aspectos econômicos e de praticidade de execução”.

Conforme Bistafa (2011) o ruído em níveis elevados pode provocar perda da audição elevação da pressão arterial (efeitos fisiológicos) incômodos (efeitos psicológicos) tais como perturbação do sono stress tensão queda de desempenho e interferência com a comunicação oral.

A origem do ruído de impacto ocorre através do choque exercido diretamente sobre um elemento construtivo da edificação. Em função da rigidez das ligações do edifício pode se propagar em toda a sua extensão formando campos sonoros intensos entre apartamentos distantes da origem da excitação da fonte sonora. Dentre exemplos de ruído de impacto estão: movimentação de pessoas queda de objetos arrastar móveis e qualquer ato que choque sobre o piso que gera uma excitação que se propaga por ondas elásticas a todo o elemento e aos que estão ligados transformando-se em fonte de radiação de energia sonora as demais unidades habitacionais que a delimitam (PATRÍCIO 2010).

As paredes de alvenaria e pavimentos de concreto armado tem um amortecimento interno aos meios de propagação pequeno na ordem de (0 5% a 1%) o que significa que isolamento ao ruído de impacto pode ser um desafio técnico considerável (PATRÍCIO 2010). O ruído de impacto é transmitido longitudinalmente transversalmente torcionalmente e na direção do cisalhamento. A transmissão sonora por meio da estrutura ocorre através do impacto decorrente da vibração como ocorre por exemplo em laje estrutural de concreto armado (SANTOS 2012).

Os raios sonoros propagados por meio de vibrações de estruturas estão relacionados com a dimensão da estrutura em relação ao comprimento da onda sonora normalmente quanto maior o tamanho da estrutura maior será a transmissão. Por exemplo uma laje de concreto apesar de ter bastante massa e ser bom para isolamento de ruídos aéreos não possui uma capacidade significativa de isolamento de vibrações (SOUZA ALMEIDA BRAGANÇA 2012).

Para atenuar o ruído de impacto os pisos necessitam ser flutuantes no qual é instalado um material resiliente ou absorvedores de vibrações entre a estrutura de madeira de aço ou de concreto armado e o contrapiso. Quanto às estruturas em si as estruturas inerciais como as de concreto armado são as mais indicadas pois aliam uma boa resistência mecânica a uma atenuação que com o aumento da espessura pode atingir valores apreciáveis (COSTA 2013).

A lei de Berger ou lei fundamental do isolamento acústico diz:

[...] um isolamento eficaz se dá quando é utilizado como material isolante uma substância cuja resistividade acústica seja o mais diferente possível da substância que se quer isolar. Por essa lei entende-se que para isolar o som que se propaga no ar que é um meio acusticamente mole deve-se usar materiais rígidos e pesados ao contrário para isolar o som que se propaga nos sólidos materiais leves (NEUBAUER 2009).

Este artigo tem o objetivo estudar alguns materiais que atenuem o ruído de impacto no sistema de pisos em edificações de múltiplos pavimentos a fim de atender os requisitos da Norma de Desempenho NBR 15575:2013 – Parte 3 obtidos através de ensaio em campo bem como as propriedades mecânicas dos materiais analisados e estabelecer uma relação desempenho-custo de alguns tipos de materiais para isolamento acústico

disponíveis no mercado da construção civil.

2 | METODOLOGIA

Para avaliar o desempenho acústico dos sistemas de pisos os parâmetros de medições devem atender a NBR 15575-3 (2013) com a realização do ensaio de isolamento de ruído de impacto. A norma do ensaio é a ISO 16283-2 (2015) e através da ISO 717-2 (2013) obtém-se o nível de pressão sonora de impacto padrão-ponderado ($L'_{Nt w}$). Os ensaios foram realizados in loco em apartamentos finalizados desocupados sem a presença de móveis e com as esquadrias instaladas. Considerou-se o ambiente de baixo como a sala receptora do ruído e a de cima como a sala emissora do ruído.

Além do ensaio foi estabelecida através de um gráfico a relação desempenho-custo comparando o valor do $L'_{Nt w}$ com R\$ a fim de obter o material de melhor desempenho e menor custo dentre os estudados neste trabalho. Na Tabela 1 estão registrados os sistemas de pisos ensaiados o que compõe cada um deles.

2.1 Medição do ruído de impacto

A medição do ruído de impacto foi realizada conforme a ISO 16283-2 (2015) Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation que descreve os procedimentos de medição do isolamento acústico em edifícios e elementos de construção realizados em campo.

Sistema de piso	Descrição do material	Laje	Composição do sistema de piso	Área (m ²)	Volume (m ³)
Sistema de piso A					
A1	Isolamento acústico aderido para lajes sem contrapiso e sem revestimento cerâmico	Maciça pré-moldada de 11 cm	Emulsão acústica de 4mm, proteção mecânica e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m ²	23,10m ³
A2	Isolamento acústico aderido para lajes sem contrapiso com revestimento cerâmico	Maciça pré-moldada de 11 cm	Emulsão acústica de 4mm, proteção mecânica, argamassa colante ACI, piso cerâmico e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m ²	23,10m ³
Sistema de piso B					
B1	Isolamento acústico formado por contrapiso com traço 1:5 (cimento:areia), manta de 5 mm e porcelanato	Maciça de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso de 6 cm com traço 1:5 (cimento: areia). Além de argamassa colante ACII, porcelanato, e reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada	7,65 m ²	20,27 m ³
B2	Isolamento acústico formado por contrapiso com argamassa autonivelante e manta de 5mm	Maciça de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso com argamassa autonivelante de 6 cm, argamassa colante ACII, porcelanato, reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada	7,65 m ²	20,27 m ³
Sistema de piso C					
C1	Isolamento acústico com contrapiso de traço 1:5 (cimento:areia)	Pré-moldada com vigotas protendidas + tabelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso 4,5 cm, argamassa colante ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA	9,31 m ²	24,20 m ³
C2	Isolamento acústico para contrapiso com argamassa autonivelante	Pré-moldada com vigotas protendidas + tabelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso de 4,5 cm com argamassa autonivelante, argamassa colante ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA	9,31 m ²	24,20 m ³
Sistema de piso D					
D1	Laje treliçadas com preenchimento em EPS e contrapiso	Com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto	Sobre a laje há um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,10 m ²	25,50 m ³
D2	Laje treliçadas com preenchimento em EPS, manta ondulada de 8/4 mm e contrapiso de traço 1:5 (cimento: areia)	Com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto	Sobre a laje há manta ondulada de 8 mm e um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,10 m ²	25,50 m ³

Tabela 1: Descrição dos sistemas de pisos ensaiados

Fonte: Autores (2018).

2.1.1 Equipamentos utilizados nas medições

- Medidor de nível de pressão sonora marca Brüel & Kjaer modelo 2270 – Classe 1.
- Calibrador acústico marca Brüel & Kjaer modelo 4231- Classe 1.
- Dois microfones marca Brüel & Kjaer modelo 4189.
- Máquina de impacto marca Brüel & Kjaer modelo DK-2850.
- Software Qualifier Type 7830 marca Brüel & Kjaer versão 2.18.6.

2.1.2 Procedimentos

O ensaio do isolamento de ruído de impacto é realizado no dormitório e entre pavimentos distintos. São medidos além do nível de pressão sonora o ruído de fundo quando a fonte de impacto é desligada e os tempos de reverberação no recinto de recepção. A geração do ruído ocorre por meio da máquina de impacto padronizada e para medir o tempo de reverberação foi usado o método impulsivo com o uso de balões. A medição do tempo de reverberação é realizada com o microfone posicionado em três pontos no recinto receptor e realizada duas medições por ponto a partir do estouro de balões. São utilizadas quatro posições da máquina de impacto sendo realizadas quatro medições do nível de pressão sonora de impacto para cada posição da máquina de impacto. O nível registrado é processado com uma correção segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas através do tempo de reverberação) e resulta no nível de pressão sonora de impacto ponderado ($L'Nt$). Este é convertido em um número único através da ISO 717-2 obtendo-se o nível de pressão sonora de impacto padronizado ($L'Nt w$) que é o valor comparável com os níveis de desempenho da NBR 15575-3 (2013).

2.1.3 Relação desempenho-custo de alguns materiais e suas propriedades mecânicas quanto a atenuação do ruído

Realizou-se um levantamento de custos dos materiais para isolamento acústico utilizados nos sistemas de pisos ensaiados por meio de pesquisa de mercado com fornecedores e construtoras a fim de estabelecer uma relação desempenho-custo. Nos custos foram considerados somente os sistemas de pisos que possuem algum tipo de material atenuador do som desconsiderando os demais componentes.

2.2 Instrumentos de análise de dados

A NBR 15575-3 (2013) estabelece parâmetros de níveis de ruídos a serem atendidos para ruído de impacto. O ruído de impacto é determinado pelo nível de pressão sonora de impacto – padrão ponderado ($L'Nt w$). A Tabela 2 apresenta níveis de desempenho e o $L'Nt w$.

Elemento	L'Nt,w (Db)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	66 a 80 56 a 65 ≤ 55	M I S

Tabela 2: Critério e nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado L'Nt w [9]

Fonte: NBR 15575-3 (2013).

3 I RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

3.1 Resultados dos ensaios de ruído de impacto

Na Figura 1 estão representados graficamente o nível de pressão sonora de impacto ponderado L'Nt (Db) e a frequência (Hz) em cada sistema de piso para a curva obtida no ensaio. A Tabela 3 apresenta o nível de impacto padronizado (L'Nt w) os valores do desempenho de cada sistema de piso obtidos através da curva ajustada conforme ISO 717-2 e análise de desempenho conforme NBR 15575-3 (2013).

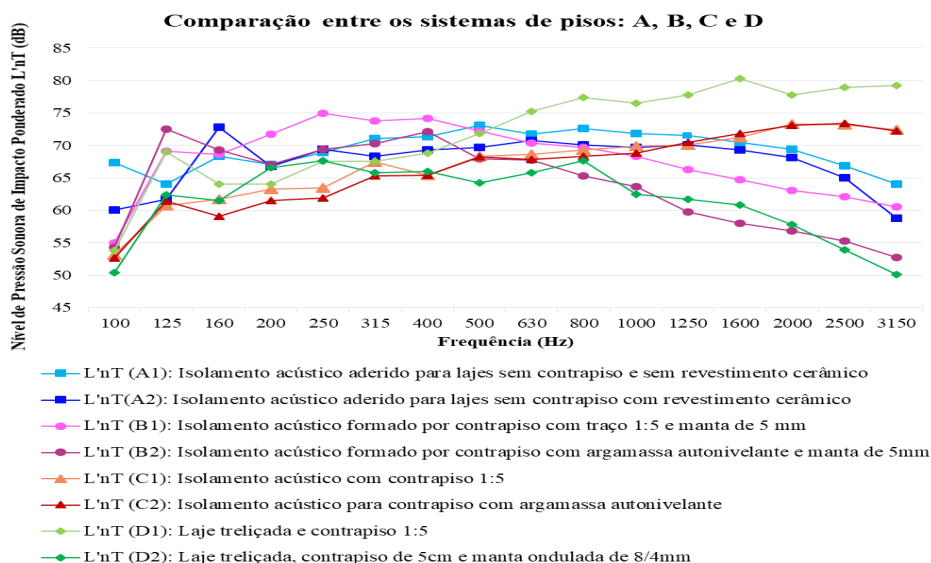


Figura 1: Comparação entre os sistemas de pisos conforme L'Nt e frequência (Hz)

Fonte: Autores (2018).

Material	L'Nt,w (Db)	Desempenho
A1	75	Mínimo
A2	73	Mínimo
B1	71	Mínimo
B2	67	Mínimo
C1	79	Mínimo
C2	79	Mínimo
D1	85	Não atende a norma
D2	65	Intermediário

Tabela 3: Valores do nível de pressão sonora de impacto padronizado L'Nt w e o desempenho

Fonte: Autores (2018).

3.2 Relação desempenho-custo dos materiais para isolamento acústico

Realizou-se um levantamento de custos de materiais para isolamento acústico em sistemas de pisos através de pesquisa de mercado com fornecedores de alguns materiais disponíveis para a construção civil e que foram ensaiados em campo. No custo foi considerado o valor para a instalação do sistema incluindo material + mão de obra e o IPI (Imposto Sobre Produtos Comercializados) desconsiderando o custo da laje regularização argamassa colante e o tipo de piso o custo do contrapiso foi considerado em sistemas de pisos que possuem manta também não foi considerado o custo com frete e nem ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços). Os custos com mão de obra foram obtidos através de medições realizadas em obras. Na Tabela 4 estão apresentados os custos dos materiais para isolamento acústico de forma detalhada.

CUSTOS			
Isolamento acústico aderido para contrapiso - Sistema de Piso A1			
Materiais	R\$	TOTAL	Rendimento
Emulsão Acústica	8,03/Kg	20,08 /Kg	Em média 20m ² /dia
Proteção Acústica	10,27/Kg	2,05 /Kg	
Argamassa Colante ACI	7,00 (20Kg)	1,75 /Kg	-
Selante: Juntas 1cmx1cmx1cm=100ml/m	29,50 (600 ml)	4,92 ml/m	-
Mão de obra (1 profissional e 1 auxiliar)	-	12,00 /m ²	-
		RS40,80	
Contrapiso de 6 cm e manta de 5mm - Sistema de Piso B1			
Manta de 5 mm (rolo de 1,20 x 0,50)	4,80/m ² +15% IPI	5,52 /m ²	60m ² /dia
Custo para pedidos de no mínimo 1000 reais +15%IPI			
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m ²	3,00 /m ²	
Contrapiso 1:5 (cimento:areia) com espessura de 6 cm	12,90/m ²	12,90 /m ²	-
Mão de obra do contrapiso	20,00/m ²	20,00 /m ²	-
		RS41,42	
Contrapiso com argamassa autonivelante com 6 cm e manta de 5mm - Sistema de Piso B2			
Manta de 5 mm (rolo de 1,20 x 0,50)	4,80/m ² +15% IPI	5,52 /m ²	60m ² /dia
Custo para pedidos de no mínimo 1000 reais +15%IPI			
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m ²	3,00 /m ²	
Argamassa autonivelante com espessura de 6cm e mão de obra (com 3 funcionários)	47,30/m ²	47,30 /m ²	650m ² /dia
		RS55,82	
Contrapiso de 4,5 cm com argamassa autonivelante - Sistema de Piso C2			
Argamassa autonivelante com espessura de 4,5cm + mão de obra (com 3 funcionários)	39,90/m ²	39,90	650m ² /dia
		RS39,90	
Contrapiso de 5cm e manta ondulada de 8/4 mm de espessura média 8mm - Sistema de piso D2			
Manta ondulada de 8/4 mm	25,87+5% IPI	27,16 /m ²	60m ² /dia
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m ²	3,00 /m ²	
Contrapiso 1:5 (cimento:areia) de 5 cm de espessura	10,75/m ²	10,75 /m ²	-
Mão de obra para o contrapiso	20,00/m ²	20,00 /m ²	-
		RS60,91	

Tabela 4: Custos dos Sistemas de Pisos

Fonte: Autores (2018).

3.2.1 Gráfico relação desempenho-custo

Na Figura 2 consta o gráfico que relaciona L'Nt w (Db) e R\$ a fim de encontrar o material de melhor desempenho com o menor custo.

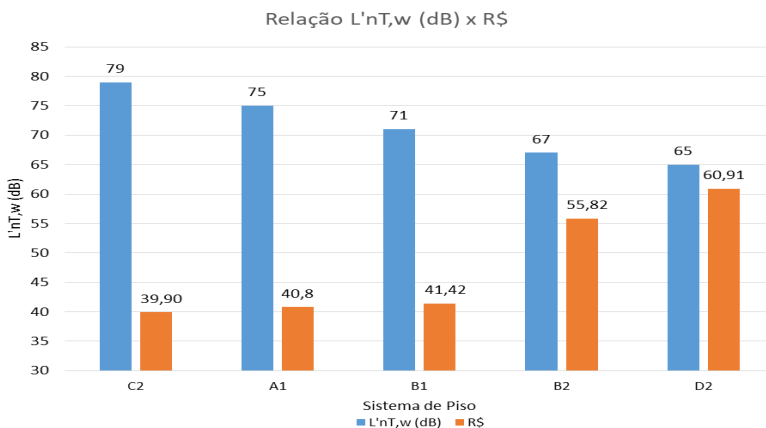


Figura 2: Gráfico relação entre L'Nt w (Db) e R\$

Fonte: Autores (2018).

3.2.2 Comparação entre os ensaios A1 e A2

Os ensaios nos sistemas de pisos A1 e A2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em A1 e A2 é alvenaria estrutural com blocos de concreto. O sistema de piso A1 sem revestimento cerâmico apresentou $L'Nt w=75Db$. Já o sistema A2 acrescido por argamassa colante e piso cerâmico obteve-se $L'Nt w=73Db$. Ou seja ocorreu uma redução de $2Db$. Conforme o gráfico da Figura 1 na baixa e média banda de frequência respectivamente 160Hz e 250Hz o sistema de piso A2 apresentou pior desempenho já nas demais bandas de frequências este obteve melhor desempenho que A1. Constata-se que a laje maciça por apresentar grande quantidade de concreto constituindo maior massa comparado aos outros tipos de lajes estudados neste trabalho auxilia para atenuar o ruído de impacto. Adicionado a isto o isolamento acústico aderido que substitui o contrapiso convencional realizado comumente em obras contribui para melhora da acústica do local pois este absorve a passagem da energia sonora evitando que ela se propague para o pavimento abaixo que será o receptor de ruído. A instalação do revestimento cerâmico com argamassa colante em A2 aumenta a espessura do sistema de piso com o aumento do isolamento ao ruído de impacto em $2Db$. O sistema em A2 ao aliar a argamassa autonivelante com a manta apresentou desempenho mínimo e está entre os sistemas de pisos mais competitivos estudados neste trabalho.

3.2.3 Comparação entre os ensaios B1 e B2

Os ensaios nos sistemas de pisos B1 e B2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em B1 e B2 é concreto armado com paredes de vedação. O sistema de piso B1 composto por porcelanato

argamassa colante ACII contrapiso com traço 1:5 (cimento: areia) manta de 5mm laje de 9cm e reboco de gesso apresentou L'Nt w=71Db. Já o sistema de piso B2 em que o contrapiso é composto por argamassa autonivelante e demais componentes iguais a B1 apresentou L'Nt w=67Db. Ou seja apresentou uma redução de 4Db. Conforme o gráfico da Figura 1 nas baixas bandas de frequências de 125Hz e 160Hz o sistema de piso B2 apresentou desempenho inferior já nas demais bandas de frequências seu desempenho foi melhor que B1. A laje maciça de 9cm demanda mais concreto comparado aos outros tipos de lajes estudados apresenta menor massa comparado a laje do sistema de piso A já que esta possui 2 cm a menos. A utilização da manta de 5mm instalado entre a laje e o contrapiso serve para isolar o contrapiso da estrutura e absorver a energia sonora que é transmitida entre pavimentos.

3.2.4 Comparação entre os sistemas de pisos C1 e C2

Os ensaios nos sistemas de pisos C1 e C2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em C1 e C2 é alvenaria estrutural com tijolos maciços. O sistema de piso C1 composto por porcelanato argamassa colante ACIII contrapiso 1:5 (cimento: areia) capa de concreto laje pré-moldada com vigotas protendidas e tavelas cerâmicas e rebaixo com gesso em placas massa corrida e pintura PVA apresentou L'Nt w =79Db. Já o sistema de piso C2 com contrapiso formado por argamassa autonivelante e demais componentes iguais a C1 apresentou também L'Nt w =79Db não ocorrendo alteração nos resultados. Conforme o gráfico da Figura 1 os melhores desempenhos em C2 foram na baixa banda de frequência em 125Hz na média banda de frequência em 1250Hz e 1600Hz e na alta banda de frequência em 2500Hz nas demais bandas de frequências apresentou desempenho pior que C2. Já nas outras bandas de frequências C2 apresentou melhor desempenho comparado a C1. Na média banda de frequência em 400Hz o desempenho em C1 e C2 foram iguais. A laje é composta de tavelas cerâmicas e vigotas protendidas com capa de concreto de 5cm como este tipo de laje apresenta menos concreto comparado aos outros tipos estudados neste trabalho possui menos massa o que contribui para a maior propagação do ruído de impacto.

3.2.5 Comparação entre os sistemas de pisos D1 e D2

Os ensaios nos sistemas de pisos D1 e D2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em D1 e D2 é concreto armado com paredes de vedação. O sistema de piso D1 composto por contrapiso de traço 1:5 laje com vigotas treliçadas (30cm) vigotas com preenchimento em EPS (24cm) e capa de concreto (6cm) apresentou L'Nt w =85Db. Já o sistema de piso D2 adicionado a manta ondulada de espessura média de 8mm e demais componentes iguais a D1 apresentou uma diminuição de 20Db. Conforme o gráfico da Figura 1 o desempenho

inferior do sistema de piso D2 foram na baixa banda de frequência em 200Hz e na média banda de frequência em 250Hz nas demais bandas de frequências D2 apresentou melhor desempenho comparado a D1. Neste sistema de piso a presença do EPS com 24 cm de espessura material leve que não absorve energia sonora portanto não auxilia para atenuar o ruído de impacto possivelmente por isso dentre os sistemas ensaiados sem isolante acústico este foi o que apresentou pior resultado. A presença de uma capa de concreto de 6cm e o contrapiso com traço de 1:5 não colaborou significativamente para o isolamento ao ruído de impacto. A adição da manta acústica com espessura aproximada de 8mm em D2 trata-se de material que absorve a energia sonora atenuando a passagem do ruído de impacto para o pavimento de baixo contribuiu para que o sistema passasse a não atender a norma a pertencer ao nível intermediário ou seja o material amorteceu a passagem das ondas sonoras e evitou a passagem do ruído em 20Db.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que há uma variedade de materiais disponíveis no mercado da construção civil com variados preços atendendo ao um dos níveis de desempenho da NBR 15575-3 (2013). Além disso é necessário a execução correta do sistema conforme indicação no catálogo do fabricante para obter o desempenho que atenda a referida norma. No gráfico que relaciona o L_{Nt w} e R\$ constou-se que há uma proporção do desempenho com o custo. À medida que aumenta o desempenho o custo aumenta à medida que o custo diminui o desempenho também diminui nos sistemas de pisos estudados neste trabalho.

Observou-se que o sistema de piso de menor custo e pior desempenho estando próximo ao limite da NBR 15575-3 é o sistema de piso C2 formado por contrapiso com argamassa autonivelante e o sistema de piso de maior custo e maior desempenho é o sistema de piso D2 composto por manta de 8/4 mm de espessura. O Brasil tem condições de atingir a norma quanto ao ruído de impacto pois existem várias alternativas de materiais disponíveis no mercado da construção civil. A implantação de um dos quatro sistemas de pisos faz a diferença na vida dos moradores residentes da edificação já que o ruído pode provocar problemas de saúde. Tendo em vista que edificações devem atender aos parâmetros da Norma de Desempenho e que há materiais disponíveis na indústria da construção civil nota-se a falta de atenção de construtoras com o ruído em edificações de múltiplos pavimentos já que a maioria delas não apresenta isolamento acústico no sistema de piso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-3**: edificações habitacionais – desempenho parte 3: requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro ABNT 2013.

BISTAFA S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher 2011.

BOUFLEUR V. **Desempenho acústico de edificações habitacionais**: Desafios para a implementação da norma de desempenho. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre 2013.

COSTA Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. São Paulo: Blucher 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16283-2**: acoustics – field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – part 2: impact sound insulation. Geneva ISO 2015.

_____. **ISO 717-2** Acoustics – Rating of sound insulation in building and of building elements – Part 2: Impact sound insulation. Geneva 2013.

NEUBAUER Paola. Mezzomo. **Estudo Comparativo entre Diversas Composições de Pisos Flutuantes de Madeira Natural-Assoalho e Tacos- Quanto ao Ruído Aéreo e Ruído de Impacto**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria 2009.

PATRÍCIO Jorge. **Acústica nos edifícios**. 6. ed. Lisboa: Verlag Dashöfer 2010.

REZENDE J. B. RODRIGUES F. C. VECCI M. A. M. Uma análise de critérios de desempenho acústico para sistemas de piso em edificações. In: SIMMEC/EMMCOMP2014. XI Simpósio de Mecânica Computacional II Encontro Mineiro de Modelagem Computacional 2014 Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: ABMEC 2014. p. 1-14.

SANTOS Jorge Luiz Pizzatti dos. **Isolamento sonoro de partições arquitetônicas**. Santa Maria: UFSM 2012.

SOUZA L. ALMEIDA M. BRAGANÇA L. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**: ouvindo a arquitetura. São Paulo: UFSCar 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes de Trânsito 12, 13, 119, 120, 121, 122, 124, 130

Acústica ambiental 106

Acústica de edificações 14, 15, 154, 157

Aplicativo Móvel 10, 27

B

Bacia Hidrográfica 11, 47, 48, 50, 52, 53, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 143, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 152, 169, 191, 192, 205

C

Cavernas 132, 135, 136, 138, 140, 141

Controle de Qualidade 192, 206

Cultura 3, 10, 66, 67, 84, 142, 144, 145, 146, 147, 150, 153

D

Diferença de nível 57, 154, 161, 165

E

Educação Ambiental 142, 143, 148, 150

Educação para o trânsito 10, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12

Energia 16, 23, 24, 25, 35, 36, 38, 41, 42, 44, 45, 85, 146, 148, 185

Ensaio in loco 14

Ensino-aprendizagem 1

Ensino de química 178, 180

Escorregamentos 167, 168, 173, 174, 176

Espectrometria de massa 77

Evapotranspiração de referência 11, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 76

F

Fator de Segurança 167, 170, 172, 173, 174

Fiscalização Eletrônica 12, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130

G

Games 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 83, 84, 86, 90, 91

Gastronomia 12, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 189, 190

Geotecnologia 93

I

Internet 5, 9, 10, 13, 27, 84, 87, 122

Isolamento acústico 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

J

Jogos Educacionais 13, 83, 91

M

Meio ambiente e sociedade 142

Mídia-Educação 1, 3, 4, 12

Monitoramento de estruturas 11, 54, 56, 65

Morfometria 11, 93, 95, 104, 105

N

Nivelamento Geométrico 11, 54, 55, 57, 60, 65

Nível de critério de avaliação 12, 106, 107, 162

P

P+L 35, 36, 42, 43, 44

Pantanal 191, 192, 196, 204, 205, 206, 207

Penman-Monteith 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75

Pensamento Computacional 83, 85, 87

Pesticidas 77, 82

Poluição Acústica 12, 106, 107, 115, 116, 117, 162

Preparação de amostras 77

Propriedades mecânicas 14, 16, 19, 168, 170

R

Rede de Drenagem 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 143, 192, 205

Redes sociais 9, 27, 28, 29, 32, 33

Resiliência 142, 143, 146

Rio Jundiá 12, 142, 143, 144, 148, 149, 150

S

Sensoriamento Remoto 53, 104

SHALSTAB 12, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Sistema complexo 142, 143, 146

Sistemas de pisos 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26

Sítios Arqueológicos 132, 137, 140

T

Teoria e prática 10, 178

Topografia 57, 65, 132, 134, 136, 137, 170

Topologia 192

U

Usinagem 34, 35, 36, 37, 38, 43


Uso Das Terras 47

V

Vegetação 47, 48, 50, 51, 52, 53, 85, 86, 96, 102, 103, 144, 146, 149, 170, 173

Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 