

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 Cagliariari – 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

ISOLAMENTO ACÚSTICO LEGAL NORMAL OU REAL: QUAL ADOTAR?

Data de aceite: 01/12/2020

Victor Mourthé Valadares

Universidade Federal de Minas Gerais
Minas Gerais Brasil

RESUMO: Este trabalho faz uma reflexão sobre a questão da definição do isolamento sonoro de origem aérea recomendado para envoltórias de ambientes de edificações na vertente da privacidade acústica no contexto do tratamento acústico de recintos fechados. Foram desvelados três formatos possíveis dessa definição de isolamento aqui nomeados de *legal normal* e *real* na perspectiva do conceito de diferença de nível de pressão acústica entre ambientes que uma partição edilícia pretende isolar uma expressão da difundida noção de perda por transmissão acústica. Na reflexão teórica os níveis de critério pelas curvas NC foram adotados nos âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipal (Belo Horizonte). Quanto à indagação no título do trabalho o formato de isolamento acústico real é melhor para orientação da especificação de sistemas construtivos de isolamento acústico pelo profissional.

PALAVRAS - CHAVE: acústica de edificações
isolamento acústico
diferença de nível.

ABSTRACT : This work focused on the issue of airborne sound insulation to the indoor enclosures regarding acoustic privacy in the context of the acoustic treatment of enclosed spaces. Three

types of isolation were displayed namely *real normal* and *legal* from the perspective of the notion of level difference a kind of acoustic transmission loss parameter. The theory reflection applied the noise criteria NC concept contextualized to federal (Brazil) state (Minas Gerais) and municipal (Belo Horizonte) ambits. Regarding the question posed in the title of this paper here is suggested that the real type acoustic insulation is better to guide the specification of acoustical building insulation system by professional.

KEYWORDS: building acoustics
sound insulation
difference of level.

1 | INTRODUÇÃO

No tratamento acústico de ambientes na abordagem da privacidade acústica há variações na denominação e definição do isolamento sonoro de origem aérea (*airborne sound insulation*) das envoltórias edilícias. Para promover o domínio sobre a estratégia que rege os estudos de privacidade acústica na prática de projetos acústicos em que este aspecto do conforto acústico é requisitado proporcionando mais clareza e familiaridade com os termos envolvidos este trabalho desvelou três formatos de isolamento acústico: o *real normal* e *legal*. Eles estão tacitamente presentes na literatura de acústica de edificações em geral (*building acoustics*) em artigos científicos normas técnicas ou livros-textos sendo importante explicitá-los no intuito de dar base para um

entendimento do compromisso de desempenho atrelado a cada formato.

2 | MÉTODO

Inicialmente foram feitas considerações preliminares sobre o conforto acústico na abordagem em tela seguida do delineamento da estratégia para lidar com a questão através dos conceitos de níveis de imissão e de critérios acústicos envolvidos na definição do isolamento acústico cuja denominação aqui adotada foi peculiar com a especificação de um termo base de descrição para isolamento acústico diante do conjunto de termos vigentes na comunidade científica. Na sequência os três formatos de isolamento acústico aqui desvelados foram exemplificados mediante uma reflexão teórica abrangendo os âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipal (Belo Horizonte) e então elucidado os compromissos de desempenho de isolamento acústico envolvidos em cada um deles.

3 | PRELIMINARES

Na perspectiva quantitativa o conforto acústico no âmbito da privacidade acústica consiste em manter o nível de ruído ambiente do recinto de interesse dentro de num intervalo de valores entre o apropriado situação recomendada de conforto propriamente dita e o admitido limiar entre o conforto e o desconforto acústicos compondo um intervalo de aceitabilidade. Tal intervalo envolve em muitos dos casos considerados uma faixa valores definidos em termos de curvas de critério de ruído para conforto acústico para um certo ambiente interno de uma certa tipologia edilícia faixas estas denominadas em geral de curvas NC (*noise criteria curves*) as quais foram propostas e revisadas por Beranek [1] e apropriadas nas versões da NBR 10.152 de 1987 e 2017 Abnt [2] e Abnt [3] respectivamente. O menor valor de NC desse intervalo é aqui denominado de valor mais restritivo (NC+R) e o maior menos restritivo (NC-R). Na Tabela 1 constam extratos de recomendações dessas faixas para ambientes domésticos.

Especificação do local	NC ¹	Fonte
Quartos dormitórios em quartéis hospitais residências apartamentos hotéis motéis (para dormir descansar relaxar) Ambientes de estar	até 30	Beranek [1]
Ambientes de estar e entretenimento em ambientes domésticos (para conversação audição de rádio e televisão)	30 a 40	
Residências Dormitórios Salas de estar	35 a 45 40 a 50	ABNT [2] ²

Residências		ABNT [3] ³
Dormitórios	até 30	
Salas de estar Salas de cinema em casa (home theater)	até 35	
<p>1 - “Em geral o menor valor da faixa deveria ser selecionado caso seja desejada uma elevada expectativa na comunicação por fala ou na audição de música. O maior valor da faixa só deveria ser utilizado onde considerações econômicas sejam imperativas quando condições marginais de aceitabilidade são admitidas (...). O consultor ou arquiteto de usar seu julgamento na escolha da curva NC na faixa de aceitabilidade para uma especificação particular uma vez que circunstâncias não usuais como as atitudes das pessoas em relação ao ruído expectativas locais ou a necessidade por economia extrema são importantes fatores intervenientes.” (Fonte: tradução do autor de [1])</p> <p>2 - o valor inferior representa o nível (...) para conforto enquanto o valor superior representa o nível aceitável para a finalidade. Níveis superiores aos valores mais altos das faixas são considerados de desconforto (Fonte: NBR 10.152 1987 p.3).</p> <p>3 - Para fins de elaboração de estudos e projetos acústicos de ambientes internos a edificações</p>		

Tabela 1: Faixas de aceitabilidade de curvas NC nível para alguns recintos da tipologia edilícia habitacional

Os intervalos de aceitabilidade em questão propiciam naturalmente uma atmosfera de sossego: ora para o descanso – restabelecimento somático compensação da fadiga sono etc – ora a realização de certas atividades – laboral corriqueira de lazer por exemplo – onde a atenção na praxis e ou a escuta em algum processo de comunicação inteligível sejam possíveis sem interferências de eventos acústicos inconvenientes incomodativos ou em caso extremo insanos. Ressalta-se que o conforto acústico em termos de privacidade acústica não requer silêncio. A vida é sonada mescla de sons e ruídos variados sendo que a acusticosfera que nos envolve e de que hoje somos protagonistas nesse estágio civilizatório que nos encontramos é uma mescla de fenômenos acústicos vários potencialmente danosos à comunicação fruição descanso ou sanidade. Estes rotulados de ruídos são objeto do projeto para isolamento acústico. Acusticosfera é um termo utilizado aqui em substituição ao termo paisagem sonora proposto por Schafer [4] cuja justificativa e pertinência será tratado em outra oportunidade.

Na perspectiva da discussão aqui elaborada a estratégia de estudo de isolamento acústico consiste inicialmente em estimar espectral e/ou globalmente o desnível acústico expectado (D_E e D'_E respectivamente) para as envoltórias do recinto (vedos verticais – com ou sem esquadrias – e coberturas lajes entre pisos e telhados – estes últimos com ou sem presença de lajes). Em seguida deve-se buscar pela especificação de um sistema construtivo constituinte das envoltórias cujo desempenho estimado espectral ou globalmente (d_o e/ou d'_o respectivamente) seja capaz de reduzir os níveis de imissão acústica incidentes oriundos de ambientes contíguos ou os níveis de emissão acústica incidentes sobre ambientes contíguos caso o recinto seja potencialmente impactado ou impactante conforme ilustra a Figura 1.

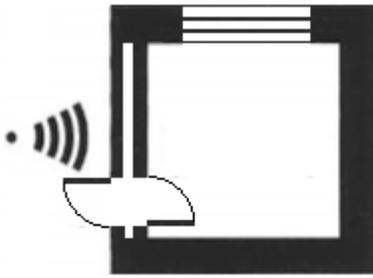


Fig.-1.a : imissão acústica recinto impactado

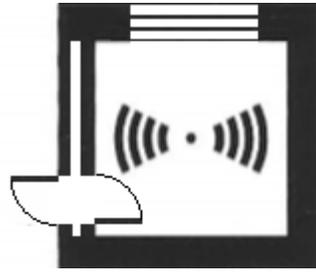


Fig.-1.b: emissão acústica: recinto impactante

Figura 1: Situações básicas em estudos de isolamento acústico em edificações.: imissão e emissão. (adaptado de Gureneisen [5]).

A definição do d_e (ou d'_e) baseia-se em informações de catálogos técnicos fornecidos por fabricantes de materiais de construção / sistemas construtivos ou de estimativas provenientes de modelos de cálculos e procedimentos presentes na literatura especializada em acústica de edificações tais como artigos científicos normas técnicas e livros-textos os quais dão base ao desenvolvimento de planilhas eletrônicas ou programas computadorizados dedicados. A título de exemplo a partir de Gerges [6] o parâmetro d_e (em dB) pode ser calculado espectralmente entre a frequência de ressonância e a frequência crítica de desempenho do material / sistema construtivo considerado ou seja dentro do regime das lei das massas por

$$d_e = 20 \cdot \log (M \cdot f) - 47,4 \quad (1)$$

em que M (em $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$) consiste na massa superficial do sistema construtivo homogêneo em espessura tal como uma parede simples resultado do produto da densidade do material (em $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) pela sua espessura de aplicação (em m) f consiste nas faixas de frequência centrais de bandas de oitava (em Hz) por exemplo sendo que $f_r < f < f_c$ onde f_r consiste na frequência de ressonância do sistema construtivo e f_c na frequência crítica. Caso a parede seja composta de materiais diferentes justapostos sem cavidade de ar entre eles tratando-se de uma modalidade de sistema construtivo heterogêneo em espessura deve-se adotar:

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \quad (2)$$

onde m_i é a massa superficial de cada camada justaposta do material: por exemplo ' m_1 ' referente ao reboco interno ' m_2 ' referente ao tijolo da parede e ' m_3 ' referente ao reboco externo. No caso de sistemas construtivo composto de vedos duplos dependendo da situação do valor da faixa frequência de estimativa de desempenho em relação às três frequência de referências f_i (frequência inferior na região grave do espectro) f_{mam} (frequência massa-ar-massa intermediária referente ao efeito da cavidade do sistema construtivo) e f_s (frequência superior na região aguda do espectro) pode-se estimar o desempenho d_e com base nas equações relacionadas na Tabela 2. Os valores de f_i , f_{mam} e f_s são assim estimados:

$$f_i = (\rho \cdot c) / \pi \cdot (m_1 + m_2) \quad (3)$$

$$f_{mam} = (c/2 \cdot \pi) \cdot \{(\rho / d) \cdot [(m_1 + m_2) / (m_1 \cdot m_2)]\}^{1/2} \quad (4)$$

$$f_s = c / (2 \cdot \pi \cdot e) \quad (5)$$

com ρ consistindo na densidade do ar (em $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$) c na velocidade do som no ar (em $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) e na espessura da cavidade entre as paredes (em m) d_e no desempenho de isolamento acústico aéreo do sistema duplo (em dB) d_{e1} no desempenho de isolamento acústico aéreo da primeira face do sistema duplo (em dB) d_{e2} no desempenho de isolamento acústico aéreo da segunda face do sistema duplo (em dB) m_1 na massa superficial da primeira face (em $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-2}$) e m_2 na massa superficial da segunda face (em $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-2}$).

Região	Faixa de frequência de estimativa em (Hz)		Equações	
1	Se	$f_i < f < f_{mam}$	então:	$d_e = 20 \cdot \log [(m_1 + m_2) \cdot f] - 47,4$ (6)
2		$f_{mam} < f < f_s$		$d_e = d_{e1} + d_{e2} + 20 \log (4 \cdot p \cdot d \cdot f / c)$ (7)
3		$f > f_s$		$d_e = d_{e1} + d_{e2} + 6$ (8)

Tabela 2: Situação de f em relação à f_i , f_{mam} e f_s para identificação do equação de isolamento de vedo duplo

Fonte : adaptado de Gerges [5].

Caso a área de um vedo específico seja constituído por dois sistemas construtivos isolantes distintos ou seja um sistema construtivo heterogêneo em superfície (vedo vertical composto de alvenaria e esquadria de janelas numa fachada por exemplo) deve-se fazer uma média logarítmica ponderada das contribuições dos desempenhos de cada

componente definindo assim o desempenho de isolamento acústico composto adaptado de Gerges [6] por:

$$d_c = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n s_i \cdot t_i} \quad (9)$$

onde s_i consiste na área de cada sistema construtivo integrante do vedo heterogêneo e t_i consistindo nas respectivas transmissividades acústicas envolvidas:

$$t = 10^{-d_e/10} \quad (10)$$

Partindo-se do princípio de que um dos sistemas construtivos já está previamente definido para o vedo heterogêneo em superfície numa composição alvenaria e esquadria de janela por exemplo uma vez definido o desempenho de isolamento acústico estimado para a alvenaria $d_{e\text{ alv}}$ pode-se conhecer o desempenho de isolamento acústico estimado para a esquadria de janela $d_{e\text{ jnl}}$ a partir da definição de sua transmissividade acústica:

$$t_{\text{jnl}} = [(S \cdot 10^{-d_c/10}) - (s_{\text{alv}} \cdot t_{\text{alv}})] / s_{\text{jnl}} \quad (11)$$

onde S consiste na área do vedo heterogêneo em superfície (em m^2) s_{alv} na área de alvenaria (em m^2) t_{alv} na transmissividade de alvenaria (adimensional) e s_{jnl} a área da esquadria da janela (em m^2). Assim pela definição de isolamento acústico:

$$d_{e\text{ jnl}} = 10 \cdot \log_{10} (1/t_{\text{jnl}}) \quad (12)$$

Uma vez definido os valores do d_e e D_E a desigualdade $d_e \geq D_E$ deve ser verificada para assegurar o atendimento ao nível de critério adotado. Assim como foi feito em relação ao parâmetro d_e há que se fazer considerações também em relação à definição dos valores de D_E e o modo pelo qual serão feitas irá remeter aos formatos de isolamento acústico *real normal* ou *legal* foco deste trabalho e que serão abordados na seção seguinte.

4 | OS TRÊS FORMATOS DE ISOLAMENTO ACÚSTICO

A seguir são apresentados os formatos de isolamento aqui desvelados.

4.1 Isolamento normal

O isolamento normal consiste naquele em que o parâmetro D_E ou D'_E é definido pela consulta a uma norma técnica específica sem exigir em geral do profissional responsável pela especificação do sistema construtivo uma definição do desempenho de isolamento acústico requerido para situação por sua expertise. Podemos citar como exemplos as normas NBR – 12.237 referente à salas de projeção cinematográfica Abnt [7] e NBR – 15.575 (Parte 4) Abnt [8] referente ao desempenho de sistemas construtivos de edificações habitacionais sobre vedos verticais. Em Abnt [7] estão definidos os valores espectrais de desempenho de isolamento acústico de envoltórias de salas de projeção cinematográficas (Tabela 3) constando na última coluna o valor global D'_E ausente nesta fonte ou seja o número único para desempenho de isolamento acústico aqui denominado de número único do isolamento expectado. O valor de D'_E foi obtido segundo Iso [9] com síntese do procedimento apresentado na Figura 2.

f [Hz]:	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	D'_E
D_E [dB]:	38	48	52	66	66	66	66	66	66	63

Tabela 3: Isolamento acústico requerido pela norma NBR 12.237 Abnt [6]

Em Abnt [8] são indicados valores de D'_E em três níveis de desempenho: mínimo (M) intermediário (I) e superior (S) conforme a situação da habitação e contiguidades entre recintos através dos parâmetros diferença padronizada de nível ponderada considerando a envoltória edilícia ($D_{2m nT W}$) ou vedos verticais entre ambientes internos ($D_{nT W}$) ou no parâmetro índice de redução sonora ponderado (R_W).

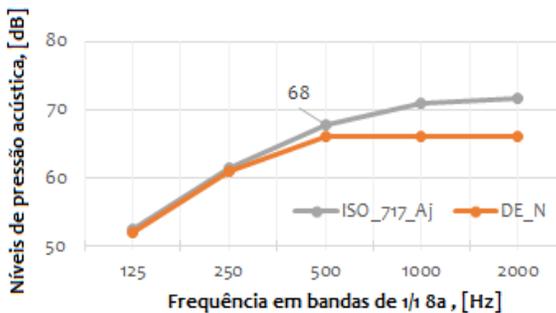


Figura 2: Definição do valor de D'_E segundo Iso [9] não especificado em Abnt [7]. O valor de D'_E aqui estimado está corrigido de 5 dB na Tabela 2 para anular o efeito de compactação espectral quando da aplicação da Iso [9] em bandas de 8ª e não em 1/3 de 8ª.

A seleção entre os parâmetros D ou R é baseada na opção de se verificar experimentalmente o desempenho do sistema construtivo especificado em condições de campo (vigência de D) ou de laboratório (vigência de R). Nas tabelas 4 e 5 constam valores de D e R da Abnt [8]. Selecionado por exemplo um certo valor de $D_{2m, nT, W}$ pela Tabela 4 fica assim estabelecido o valor D'_E para uma certa situação de projeto e prevalecendo a desigualdade de $d'_e^{-3} \leq D'_E$ o sistema construtivo especificado fica definido através do conceito de *isolamento normal*.

Parâmetro de Isolamento	Classe de Ruído	Situação da habitação	Desempenho		
			M	I	S
$D_{2m, nT, W}$	I	distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	≥ 25	≥ 30
	II	exposta à ruídos não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25	≥ 30	≥ 35
	III	exposta a ruído intenso, conforme a legislação	≥ 30	≥ 35	≥ 40
$R_w = D_{2m, nT, W} + 5$					

Tabela 4: D'_E em termos de diferença de nível D e índice de redução R para envoltórias

Fonte: adaptado de ABNT [7]

Parâmetro de Isolamento	Vedo	Desempenho		
		M	I	S
$D_{nT, W}$	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	30 a 34	35 a 39	≥ 40
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	40 a 44	45 a 49	≥ 50
	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos			
	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	45 a 49	50 a 54	≥ 55
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório			
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas				
$R_w = D_{2m, nT, W} + 5$				

Tabela 5: D'_E em termos de diferença de nível D e índice de redução R para vedos internos

Fonte: adaptado de ABNT [7]

4.2 Isolamento real

O isolamento real consiste naquele baseado na mensuração de descritores acústicos como os definidos em Iso [10] que são levados em conta na caracterização da acusticosfera vigente ao redor das envoltórias da edificação no caso de avaliação de fachadas. Conforme Balou [11] o desempenho de isolamento acústico esperado $D_{E,R}$ deve ser definido partindo-se de um nível de imissão acústica (NIA) expressão cunhada por Valadares [12] e [13] porém para uma situação crítica de exposição acústica ou

seja baseado no descritor nível de pressão acústica máximo (ou de pico dependendo da criticidade da exposição) que no caso de uma acusticosfera de níveis muito variáveis deve ser ponderado temporalmente no circuito de resposta rápida (L_{LFMAX}). Nesse caso o nível de imissão acústica sobre as envoltórias edilícias coincide com esse nível crítico selecionado ($NIA = L_{LFMAX}$) e deve ser subtraído aritmeticamente do nível de critério (NC) recomendado no interior do recinto objeto de privacidade acústica para a definição do $D_{E,R}$ conforme especificado no item 5.1.1.1 da Abnt [14]. Na Figura 4 $D_{E,R}$ refere-se ao desnível acústico entre o L_{LFMAX} e o nível de critério de ruído ambiente NC para o recinto considerado. O $D'_{E,R}$ fica definido segundo Iso [9].

$$D_{E,R} = L_{LFMAX} - NC \quad (13)$$

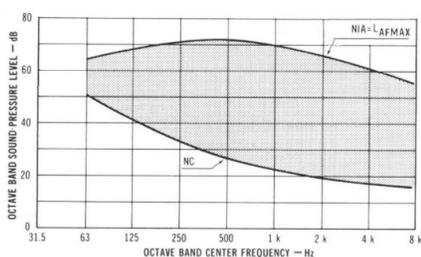


Fig. - 4.(a) Superposição de valores de NIA e NC

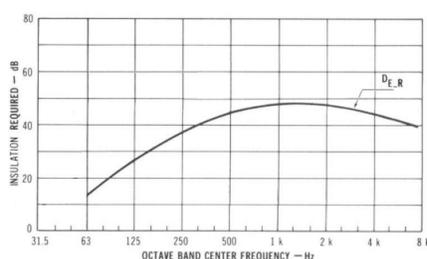


Fig. - 4.(b) Isolamento acústico esperado $D_{E,R} = NIA - NC$

Figura 4: Desempenho de isolamento acústico esperado espectral D_E por isolamento real. Fonte: Balou [11].

4.3 Isolamento legal

Já o isolamento legal $D_{E,L}$ é aquele definido partindo-se da premissa de que a acusticosfera no entorno da edificação considerada possui níveis de pressão acústica equivalente-contínuo concernentes aos estabelecidos pela legislação ambiental vigente sobre poluição acústica. O nível de imissão acústica (NIA) sobre as envoltórias edilícias coincide então com o nível de critério de avaliação (NCA) das 'leis de silêncio' ($NIA = NCA$). Ainda com base em Balou [11] o valor de $D_{E,L}$ consiste no desnível acústico entre o NCA e o nível de critério NC termos esses presentes na Figura 5. O D'_{E} fica definido segundo Iso [9].

$$D_{E,L} = NCA - NC$$

O resultado de desempenho acústico esperado será espectral ou global conforme o caso dos valores de NCA e NC sejam apresentados espectralmente ou globalmente respectivamente. O valor do NCA pode ser definido conforme preconizado pelos textos

leis dos três âmbitos legislativos: federal estadual ou municipal. Em ambas as esferas o valor de NCA é definido a partir de dois subcritérios conforme reflexões prévias com foco no caso mineiro desenvolvidas por Valadares [12] e [13]: o nível de subcritério de zoneamento e ou período do dia (NSC_ZP ou NSC_P) e o de ruído ambiente (NSC_RA). Um dentre eles será o NCA baseado no texto da lei no âmbito considerado. Na Tabela 6 constam o NSC_ZP ou NSC_P e NSC_RA para definição do NCA segundo os âmbitos legais com ênfase no caso mineiro.

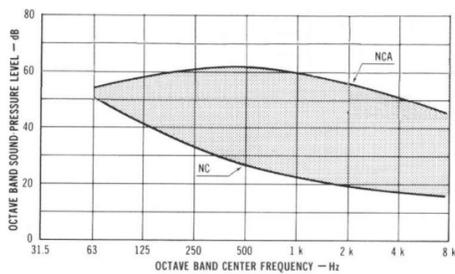


Fig. - 4.(a) Superposição de valores de NCA e NC

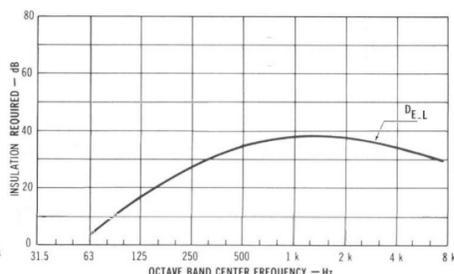


Fig. - 4.(b) Definição do isolamento acústico $D_E = NCA - NC$

Figura 5: Desempenho de isolamento acústico expectado espectral DE por isolamento legal.

Fonte: Balou [11]

Âmbito Federal: NSC_ZP NBR 10.151 (2000:2003), Abnt [15]					Âmbito Estadual: NSC_P Lei 7302 (1978), Almg [16] & Lei 10.100 (1990), Almg [17]			Âmbito Municipal: NSC_P Lei 9.905 (2008), Cmbh [18]		
Zona Urbana	Diurno		Noturno		Período do Dia	G	NC	Período do Dia	G	NC ¹
	G dB(A)	NC ¹ dB	G dB(A)	NC ¹ dB		dB(A)	dB		dB(A)	dB
Áreas de sítios e fazendas	40	35	35	30	Diurno	70	65	Diurno	70	65
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas ⁵	50	45	45	40	Noturno	60	55	Vespertino	60	55
								Noturno 1	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50	50	45	Noturno 2	60	55		45	40
									45	40
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	55	50	Definição do NSC_RA e do NCA por âmbito legal					
					Âmbito	NSC_RA	NCA			
Área mista, com vocação recreacional	65	60	55	50	Federal	L _{RA}	Maior valor entre NSC_ZP NSC_RA			
					Estadual	L _{RA,ST} + 10	Menor valor entre NSC_P NSC_RA			
Área predominantemente industrial	70	65	60	55	Municipal	L _{RA} + 10				

G – valor global; NC – curva de critério de ruído ambiente para conforto acústico; L_{RA,ST} – nível de ruído ambiente sem tráfego
 Valores de NSC_P municipal em negrito são recomendados para áreas sensíveis: escolas, hospitais, entre outras.
 1 – Está-se assumindo a correspondência entre valores em dB(A) e NC conforme Abnt [2].

Tabela 6: Valores de NSC_ZP ou NSC_P e de NSC_RA no caso mineiro.

5 I DISCUSSÃO

A explicitação do compromisso de cada formato de isolamento acústico foi feita por um estudo de caso teórico quantitativo cujos dados constam na Tabela 7 tendo como fonte de ruído o tráfego veicular extraídos da base de dados do autor. Adotando como exemplo uma fachada de uma edificação habitacional exposta ao espectro de ruído do dito tráfego veicular de 1/1 8ª entre 63 Hz e 8kHz através do descritor acústico L_{LFMAX} (linha L1 das colunas C1 até C8) cujo valor global é de 94 dB (C9) este descritor foi usado na equação [13] junto com a curva NC35 segundo Abnt [3] para definir o isolamento acústico expectado espectral no formato real ($D_{E,R}$) das envoltórias de uma sala de estar voltada para a via situada numa área mista com vocação comercial e administrativa no período diurno. Na sequência das linhas de L2 a L6 da Tabela 7 constam os demais descritores acústicos necessários à estimativa do isolamento acústico expectado no formato legal apresentados em termos espectrais e globais sempre com valores sem ponderação na frequência (linhas ímpares) e com ponderação na curva “A” (linhas pares) relacionados à fonte de ruído (valores máximos) e ao ruído ambiente (valores médios em termos de níveis de pressão acústica equivalente-contínuos com ou sem tráfego). Séries de cinco linhas foram necessárias para definição por âmbito legal dos valores de $D_{E,L}$ recorrendo à equação [14]. O formato normal de isolamento acústico expectado só é obtido globalmente ($D'_{E,N}$) e foi baseado em Abnt [8] conforme observações na linha 22.

		Níveis acústicos espectrais em bandas de oitava, [Hz] e Global									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
Descritores	Acústico	L1: L_{LFMAX}	89	89	85	84	76	73	70	65	94
		L2: L_{AFMAX}	57	67	72	76	75	79	76	59	83
		L3: L_{Leq_RAST}	68	60	58	55	55	52	47	43	69
		L4: L_{Aeq_RAST}	36	38	44	47	54	58	52	37	61
		L5: L_{Leq_RACT}	78	70	68	65	65	62	57	53	79
		L6: L_{Aeq_RACT}	46	48	54	57	64	68	62	47	71
Isolamento Legal Âmbito de Avaliação	Federal	L7: NSC ZP	-	-	-	-	-	-	-	-	60
		L8: NSC RA	-	-	-	-	-	-	-	-	71
		L9: NCA→NC66	81	76	72	69	66	65	64	63	71
		L10: NC 35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
		L11: $D_{E,LF}$	21	24	27	29	30	31	31	31	31
	Estadual	L12: NSC P	-	-	-	-	-	-	-	-	70
		L13: NSC RA	-	-	-	-	-	-	-	-	71
		L14: NCA→NC65	78	72	67	64	61	60	59	58	70
		L15: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
		L16: $D_{E,LE}$	20	23	26	28	30	30	30	30	30
	Municipal	L17: NSC P	-	-	-	-	-	-	-	-	70
		L18: SC RA	-	-	-	-	-	-	-	-	81
		L19: NCA→NC65	78	72	67	64	61	60	59	58	70
		L20: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
		L21: $D_{E,LM}$	20	23	26	28	30	30	30	30	30
Isolamento Normal	L22: $D'_{E,N}$	Para classe de ruído II e desempenho superior								<i>35</i> / <i>30</i>	
Isolamento Real	L23: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35	
	L24: $D_{E,R}$	29	37	40	44	40	39	37	33	33	<i>44</i> / <i>39</i>

Obs: Constam aqui os valores de D'_E estimados (coluna C9 em negrito e itálico) que foram corrigido de 5 dB para anular o efeito de compactação espectral quando da aplicação da ISO [9] em bandas de 8ª e não em 1/3 de 8ª.

Tabela 7: Estimativa de valores de isolamento legal normal e real em termos de D_E e D'_E

Comparando-se os valores de D_E e D'_E entre os formatos de isolamento desvelados o isolamento real mostrou-se mais restritivo em relação ao normal e ao legal nesse último nos três âmbitos considerados. O isolamento normal mostrou-se entre o real e o legal esse último menos restritivo uma vez que considera a acusticosfera do entorno do empreendimento mais amena do que ela é de fato. No caso do isolamento legal os valores entre os âmbitos municipal e estadual coincidiram e foram menos restritivos que os do âmbito federal. Esta constatação mostra que nos âmbitos estadual e municipal a situação de exposição acústica é mais permissiva e a da federação o que não deveria ocorrer. Convém definir o isolamento acústico das envoltórias pelo formato real uma vez que ele trata do contexto vigente e menos abstrato da situação.

6 | CONCLUSÃO

Este trabalho fez uma reflexão geral sobre a questão isolamento acústico de origem aérea sobre as envoltórias das edificações na vertente da privacidade acústica no contexto do tratamento acústico de recintos fechados. Foram desvelados três formatos de isolamento acústico denominados de *legal normal e real* na perspectiva do conceito de diferença de nível. No que tange à pergunta colocada no título do trabalho o formato de isolamento acústico real é o que deve reger a especificação de sistemas de isolamento acústico nas envoltórias das edificações para assegurar a privacidade acústica numa acusticosfera vigente mais próxima da realidade.

REFERÊNCIAS

[1] Beranek L. L. Noise and Vibration Control. Washington INCE 1988.

[2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 – *Níveis de ruído para conforto acústico*. Rio de Janeiro: ABNT 1987.

[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 – *Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Rio de Janeiro: ABNT 2017.

[4] Schafer R. M. O ouvido pensante. São Paulo: Fundação Editora da UNESP 1991.

[5] Grueneisen Peter. Soundspace: architecture for sound and vision. Basel Boston: Birkhäuser 2003.

[6] Gerges Samir N.Y. Ruído: fundamentos e Controle. Florianópolis S.N.Y.Gerges 2000.

[7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.237 – *Projetos e instalações de salas de projeção cinematográficas*. Rio de Janeiro: ABNT 1988.

[8] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15575 – *Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho*. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro ABNT 2009.

[9] International Organization for Standardization. ISO 717 – *Rating of sound insulation in buildings and building elements*. Genève: ISO 2013.

[10] International Organization for Standardization. ISO 1996 – *Description measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures*. Genève: ISO 2017.

[11] Ballou G. M. *Handbook for sound engineers: the new áudio cyclopedia*. Indaiana: SAMS 2002.

[12] Valadares V. M. Considerações sobre a avaliação da atmosfera acústica e proposição de classificação de sua poluição In: *XXV Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica* Sobrac 2014 Campinas SP 2014.

[13] Valadares V. M. Leis de silêncio em belo horizonte – MG: evolução e tendências. In: *XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído ENCAC & X Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído ELACAC da Sociedade Brasileira de Acústica* Encac 2017 Balneário Cambiú SC 2017.

[14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12179 – *Tratamento acústico em recintos fechados*. Rio de Janeiro: ABNT 1992.

[15] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151 – *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro: ABNT 2000:2003.

[16] Assembléia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 7302 – 21 jul. 1978. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais* 1978.

[17] Assembléia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 10.100 – 17 jan. 1990. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais*.

[18] Câmara Municipal de Belo Horizonte (CMBH). Lei n. 9.905 – 23 jan. 2008 . *Dispõe sobre o controle de ruídos sons e vibrações no Município de Belo Horizonte e dá outras providências*. *Diário Oficial do Município* Belo Horizonte ano XIV . 3.016 de 24/01/2008.

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 