



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS – CMPF
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MIRIAM ALVES DE OLIVEIRA

DESEMPENHO ACÚSTICO EM FACHADAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
INOVADORES

PAUDOS FERROS – RN
2021

MIRIAM ALVES DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO ACÚSTICO EM FACHADAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
INOVADORES**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
como requisito para obtenção do título de
Bacharela em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dra. Adla Kellen Dionisio
Sousa de Oliveira

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48d Oliveira, Miriam Alves de.
 Desempenho Acústico em Fachadas de Sistemas
 Construtivos Inovadores / Miriam Alves de
 Oliveira. - 2021.
 37 f. : il.

 Orientadora: Adla Kellen Dionisio Sousa de
 Oliveira.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2021.

 1. Inovação. 2. DATec?s. 3. Desempenho
 acústico. I. Dionisio Sousa de Oliveira, Adla
 Kellen, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MIRIAM ALVES DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO ACÚSTICO EM FACHADAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
INOVADORES**

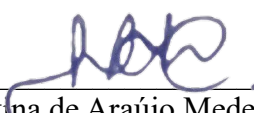
Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
como requisito para obtenção do título de
Bacharela em Engenharia Civil.

Defendida em: 11 / 11 / 2021.

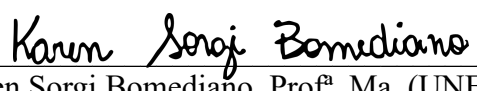
BANCA EXAMINADORA

Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira, Profª. Dra. (UFERSA)

Orientadora



Leonete Cristina de Araújo Medeiros Silva, Profª. Ma. (UFERSA)
Examinadora



Karen Sorgi Bomediato, Profª. Ma. (UNESP)
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força para seguir o caminho que escolhi.

Agradeço aos meus pais, Geraldo Alves e Maria Aparecida por sempre me incentivarem a lutar e não desistir dos meus sonhos. Infelizmente o meu pai não está mais presente fisicamente para ver essa realização, mas saiba que guardo no coração todos os seus ensinamentos que me fez chegar até aqui. Essa conquista eu dedico a você e minha querida mãe, exemplo de mulher, guerreira e forte.

Agradeço a minha querida e eterna avó Severina Maria, obrigado Deus por ter me dado a chance de conhecê-la e pelo tempo que ela passou conosco que ficará para sempre as lembranças e ensinamentos guardado em meu coração.

Agradeço também a minha família, em especial aos meus quatro irmãos e minhas sobrinhas, que estiveram sempre do meu lado nessa jornada me apoiando e me dando forças para não desistir, sempre acreditando em mim.

Agradeço ao meu companheiro Romeu Jácome, por me motivar e apoiar em tudo e todos os momentos, muito obrigado. Agradeço aos meus amigos que estiveram do meu lado nessa jornada.

Agradeço a minha orientadora Adla Kellen, pelos ensinamentos, e contribuições na realização deste trabalho, por sua total paciência de me instruir a cada dia melhorar para chegar no objetivo final.

Agradeço também a universidade UFRSA campus Pau dos Ferros, meu muito obrigado por me dar a oportunidade de estudar, pelos saberes compartilhados, e pelas contribuições na minha formação profissional.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o nível de desempenho acústico das fachadas de sistemas construtivos inovadores, por meio de seus Documentos de Avaliação Técnica (DATec's). Na pesquisa documental foram selecionados os DATec's válidos e que possuem resultados de desempenho acústico. Nesses documentos foram analisados os resultados dos ensaios de isolamento acústico aéreo de fachadas visando verificar o atendimento aos requisitos da norma de desempenho. Foram obtidos onze (11) DATec's e nestes foi possível perceber que todos os resultados de isolamento sonoro aéreo de ensaios realizados em laboratório atendem ao nível de desempenho superior da classe de ruído mais exigente para o desempenho de fachadas. Contudo, todos os resultados de ensaios de isolamento sonoro aéreo em campo atendem apenas a classe de ruído I, enquanto apenas sete das edificações de oito em análise atendeu a classe de ruído II. A partir disso, conclui-se que os sistemas ensaiados em laboratório apresentaram níveis de desempenho mais elevados em relação aos sistemas ensaiados em campo, onde estão as reais condições de uso da edificação.

Palavras-chave: Inovação, DATec's, desempenho acústico.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the level of acoustic performance of the façades of innovative constructive systems, through its Technical Evaluation Documents (DATec's). In the documental research, valid DATec's that have acoustic performance results were selected. In these documents, the results of aerial acoustic insulation tests for façades were analyzed in order to verify compliance with the requirements of the performance standard. Eleven (11) DATec's were obtained and in these it was possible to see that all air sound insulation results of tests carried out in the laboratory meet the superior performance level of the most demanding noise class for the performance of facades. However, all air sound insulation test results in the field only meet noise class I, while seven of the eight buildings under analysis met noise class II. From this, it is concluded that the systems tested in the laboratory presented higher performance levels in relation to the systems tested in the field, where the real conditions of use of the building are.

Keywords: Innovation, DATec's, acoustic performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Fluxograma de estrutura geral do trabalho	13
Figura 2.1 - Processo para elaboração de um DATec.....	16
Figura 3.1 - Delineamento da pesquisa	22
Figura 4.1 - Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho para ensaios realizados em laboratório.....	26
Figura 4.2 - Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho acústico dos sistemas analisados em Laboratório.....	27
Figura 4.3 - Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho para ensaios realizados em campo.....	29
Figura 4.4 - Desempenho acústico dos sistemas analisados em Campo.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa, $D_{2m,nT,w}$, para ensaios de campo	20
Tabela 2.2 - Índice de Redução Sonora Ponderado de vedações verticais externas, R_w , para ensaios em laboratório	21
Tabela 4.1 - Sistemas construtivos avaliados em laboratório.....	26
Tabela 4.2 - Sistemas construtivos avaliados em campo	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Principais requisitos de desempenho	17
Quadro 4.1 - DATec's selecionados após os critérios de inclusão e exclusão	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

DATEc - Documento de Avaliação Técnica

ITA - Instituição Técnico-Avaliadoras

MC - Ministério das Cidades

NBR - Norma Brasileira

PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat

SiAC - Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil

SiNAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica

SVVIE - Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas

SVVI - Sistemas de Vedação Vertical Interna

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 objetivos	14
1.1.1 objetivo geral	14
1.1.2 objetivos específicos	14
1.2 estrutura do trabalho.....	14
2. REVISÃO TEÓRICA.....	16
2.1 sistemas construtivos inovadores	16
2.2 sistema nacional de avaliação técnica (sinat).....	17
2.3 norma brasileira de desempenho.....	19
2.3.1 desempenho acústico na nbr 15.575 - 4:2013.....	20
2.3.2 vedações externas	20
2.4 métodos de avaliação	21
2.4.1 parâmetro para o método de campo.....	21
2.4.2 parâmetro para o método de laboratório	22
3. METODOLOGIA.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1 resultados de laboratório.....	27
4.2 resultados de campo.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, principalmente no Brasil, ainda é muito baseada em sistemas construtivos tradicionais (paredes de tijolos cerâmicos e revestimento com argamassa), com a implementação de programas de interesse habitacional e a necessidade de aceleração das construções, tem surgido sistemas construtivos inovadores com o objetivo de trazer novas técnicas construtivas com qualidade para melhorar sua produtividade. No Brasil, esses sistemas inovadores estão atrelados ao Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) de produtos inovadores. Na avaliação desses sistemas para serem aprovados é necessário fazer análises de tal forma que atendam diretrizes estabelecidas na norma de desempenho NBR 15575:2013.

O SiNAT instituído em 2007 no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) do Ministério das Cidades tem sido o mecanismo institucional que proporciona a validação de produtos e processos inovadores da construção civil, mediante procedimentos de avaliação técnica (ZANONI, 2012). No SiNAT é levado em conta um conjunto de diretrizes que servem como base para a elaboração do Documento de Avaliação Técnica (DATec). Esse documento é feito com o objetivo de garantir os critérios mínimos de desempenho, propostos na norma brasileira NBR 15575:2013 (AMANCIO, 2015). A partir dos documentos publicados, a elaboração dessa análise dos DATec's em relação a norma citada é de grande importância para garantir qualidade no projeto, além de buscar melhorias inovadoras.

A norma de desempenho em estudo é composta por seis partes. Onde cada uma apresenta subdivisões nas quais são tratados diferentes aspectos do desempenho habitacional. Ao longo deste trabalho, será estudado especificamente o desempenho acústico. Esse tema está presente em quase todas as partes da NBR 15 575:2013 sob as devidas abordagens que lhe cabem. Porém, o foco adotado será a “Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE”.

A ABNT NBR 15575, ao definir e explicitar critérios mínimos de desempenho acústico, mostra a necessidade de controlar e aprimorar a qualidade sonora das edificações. Os parâmetros de adequação indicado na norma, também determina três possíveis classificações de desempenho: mínimo, intermediário e superior (REZENDE, 2014).

Existem diversos estudos que tratam sobre sistemas construtivos inovadores, como por exemplo a tese de doutorado de Campos (2013), que fez uma análise dos métodos construtivos

inovadores na construção de habitações de interesse social em São José dos Campos. Já estudos que analisa os sistemas construtivos, detentores de DATEc's e que analisaram o desempenho acústico são bem mais carentes. Um dos artigos que trata desse assunto e foi usado como base para essa pesquisa foi o artigo com o tema de desempenho acústico de fachada de sistemas construtivos inovadores dos autores Zenerato, Oliveira e Bertoli, 2018.

Essa questão, do desempenho acústico, é importante devido ao fato de gerar grandes incômodos da vida na cidade, como por exemplo o excesso de ruído provocado pelo trânsito, construções, aparelhos domésticos, entre outros. Nesse sentido, o isolamento acústico nas construções gera conforto para os moradores, já que reduz a passagem de som para o interior do imóvel. Geralmente as residências mais antigas não possuem nenhum sistema de isolamento acústico. Neste aspecto, desde 2013, a NBR 15.575 determina que as novas edificações tenham isolamento acústico. Dessa forma, o presente trabalho tem como foco a análise do desempenho acústico de sistemas de vedações verticais externas de sistemas construtivos inovadores que possuem DATEc.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal analisar o desempenho acústico das fachadas de sistemas construtivos inovadores.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos traçados para o trabalho são:

- Analisar os DATEC's vigentes;
- Comparar os resultados de desempenho acústico obtidos a partir da pesquisa de campo e laboratório em relação aos parâmetros da literatura da ABNT NBR 15 575 - 4.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para a realização do trabalho, a Figura 1.1 mostra um fluxograma de estrutura geral do trabalho.

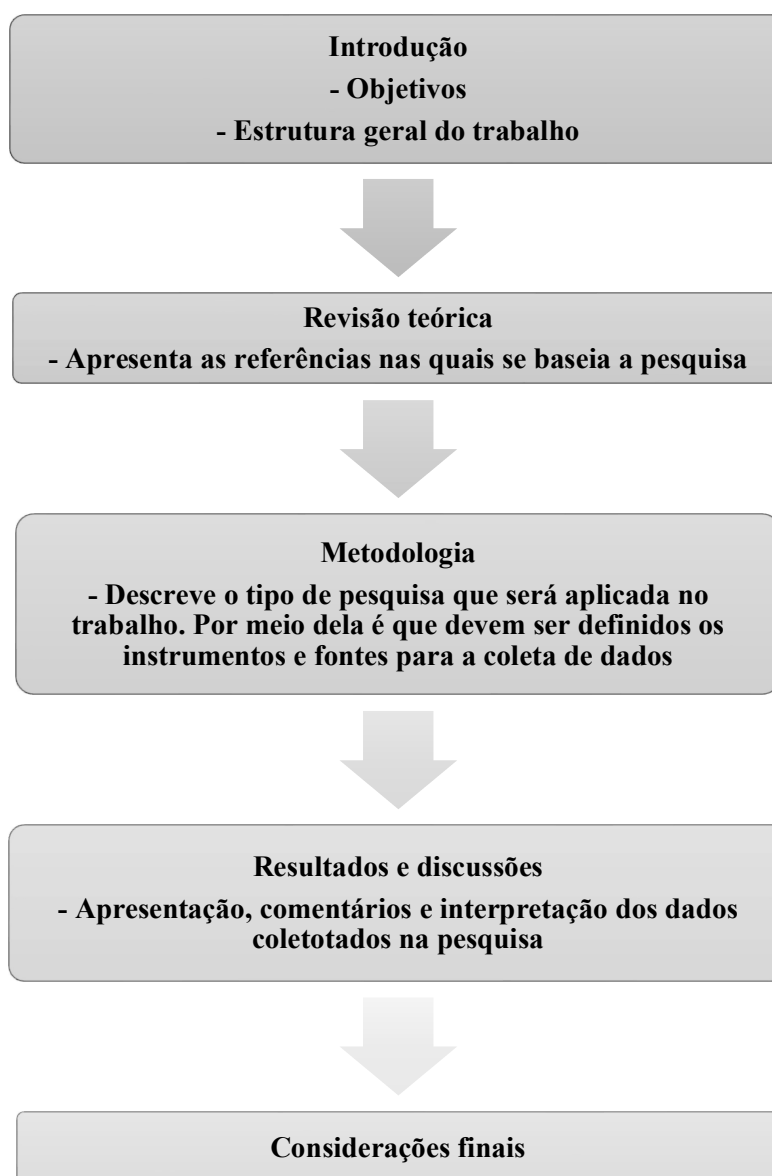
No capítulo um está descrito uma breve introdução a respeito do trabalho, objetivos e estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta a revisão teórica do tema em estudo.

No capítulo três está descrito a metodologia para realização da pesquisa, que pesquisa é documental.

O capítulo quatro apresenta os resultados e discussões do trabalho. Por fim, o capítulo cinco apresenta uma conclusão geral do trabalho em estudo.

Figura 1.1: Fluxograma de estrutura geral do trabalho



Fonte: Autor (2021).

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES

O conceito de inovação está relacionado com algo novo, seja uma coisa, uma ideia ou até mesmo um método. Esse conceito de inovação, geralmente, atrelado à ideia de nova tecnologia. Porém, em muitos casos, a inovação pode surgir a partir de uma destinação diferente para aquilo que já existe. Ou seja, partindo da ideia de algo já existe, onde não está sendo criado do zero, mas sim melhorando com um novo destino econômico para aquela ideia (SOUSA, 2015).

Os sistemas construtivos inovadores não possuem normas técnicas específicas, nem são sistemas conhecidos pelo seu uso, para adquirir credibilidade e reconhecimento precisam ser demarcadas qualidades satisfatórias como por exemplo redução dos riscos, lucratividade e agilidade perante os consumidores e os agentes financiadores. O estímulo na divulgação das inovações tecnológicas tende aumentar a produção de tecnologias, principalmente no âmbito da habitação, tendendo a redução de custos e o aumento de produtividade (TECHNE, 2009).

Nos últimos anos, o setor da construção civil vem passando por transformações e crescimento. A inovação é uma exigência de mercado, onde empresas, além da sobrevivência, têm de buscar eternizar suas marcas. No mercado da Construção Civil, com elevado índice de competitividade, as inovações são de grande importância para venda. Esse fenômeno surge a partir do momento em que determinada ideia passa a atender às necessidades e as expectativas do mercado, sendo viável do ponto de vista econômico e sustentável, oferecendo assim retorno financeiro às empresas e garantindo resultados (SOUSA, 2015).

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), criado em 1991, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil com a finalidade de difundir os novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção. Reformulado, a partir de 1996, com as seguintes características: fornece subsídio em forma de financiamentos com recursos do governo federal para empresas certificadas no programa; manter a qualidade no produto final disponibilizado ao consumidor; aumentar a produtividade na construção civil; padronizar os materiais de construção; a redução de custos e a otimização do uso dos recursos público, entre outros. Para ganhar mais agilidade e abrangência setorial, o programa vem procurando descentralizar suas ações e ampliar o número de parcerias, sobretudo com o setor privado (LOIOLA, 2015).

Dentro do PBQP-H criou-se o Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC), que tem a função de determinar acordo das empresas no PBQP-H. Segundo o Ministério das Cidades (2009), o SiAC: “tem como objetivo avaliar a conformidade de Sistemas de Gestão da Qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor de serviços e obras atuantes na Construção Civil, visando contribuir para a evolução da qualidade”. Além do SiAC, criou-se também o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores (SiNAT), que será abordado no próximo item.

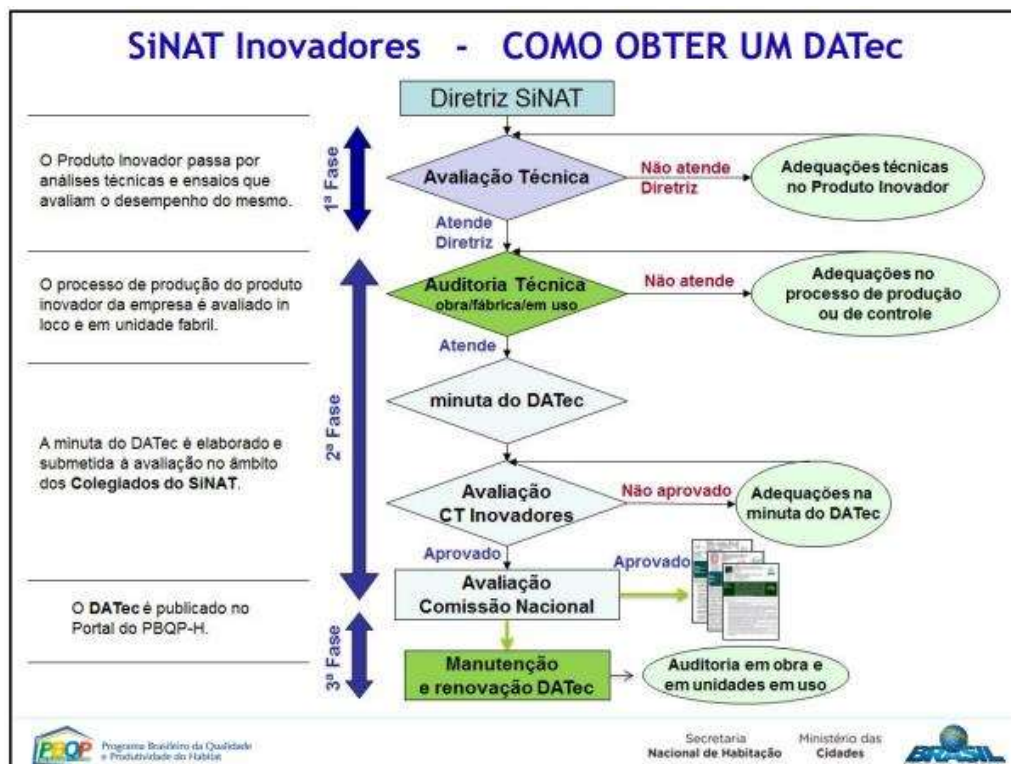
2.2 SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICA (SiNAT)

O Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores (SiNAT) foi criado em 2007 no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), do Ministério das Cidades (MC). Esse mecanismo institucional proporciona a validação de novas alternativas tecnológicas para produtos e processos inovadores da construção civil no Brasil (ZANONI, 2012).

No SiNAT, um conjunto de diretrizes que servem como base para a elaboração do Documento de Avaliação Técnica (DATEc). Esse documento é feito com o objetivo de garantir os critérios mínimos de desempenho, propostos na norma brasileira NBR 15575:2013 (AMANCIO, 2015).

O processo para elaboração do DATEc (Figura 2.1) ocorre da seguinte forma: baseado nos critérios preconizados numa Diretriz SiNAT, a Instituição Técnico-Avaliadoras (ITA) elabora o DATEc, avalia o processo construtivo inovador (não prescrito em norma) e seu desempenho. Inicia o processo de produção do produto e avaliações do colegiado do SiNAT. Publicação do DATEc no portal do PBQP-H. A manutenção do DATEc (com avaliações positivas) depende da execução do método construtivo descrito no DATEc, o que é avaliado em auditorias pós-construção (em uso) para ratificar o DATEc (CAMPOS, 2013).

Figura 2.1: Processo para elaboração de um DATec



Fonte: Ministério das Cidades (2016).

Ainda de acordo com Campos (2013), a comunidade técnica criou um padrão de desempenho mínimo que devem ter as edificações habitacionais. Os critérios de desempenho e requisitos mínimos das edificações habitacionais estão agrupados nas seis partes da norma de desempenho NBR 15.575 – 2013, os principais requisitos de desempenho estão descritos no Quadro 2.1 abaixo.

O desempenho acústico está na categoria de habitabilidade, a NBR 15.575:2013 tem objetivo de atender as exigências dos usuários ao longo dos anos, prezando pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios. A categoria de habitabilidade é de grande importância pois não considera apenas a fase construtiva, mas todo seu uso, estão presentes no dia a dia e no convívio entre proprietários.

Quadro 2.1: Principais requisitos de desempenho

Segurança	Habitabilidade	Sustentabilidade
Segurança estrutural;	Estanqueidade;	Durabilidade;
Segurança contra o fogo;	Desempenho térmico;	Manutenibilidade;
Segurança no uso e na operação.	Desempenho acústico;	Impacto ambiental.
	Desempenho lumínico;	
	Saúde, higiene e qualidade do ar;	
	Funcionalidade e acessibilidade;	
	Conforto tátil e antropo dinâmico.	

Fonte: Campos (2013).

Esses critérios são encaminhados nos testes que as ITA's realizam para a publicação dos DATEC's. Nesse documento situa-se, principalmente, um resumo do sistema construtivo inovador em avaliação, as etapas executivas do sistema e o resultado dos testes de desempenho (CAMPOS, 2013).

2.3 NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO

Em 2003, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) iniciou uma normatização específica para o desempenho de edificações, mas, apenas em 2013 foi publicada uma versão definitiva - a NBR 15.575:2013 (Desempenho em Edificações Habitacionais). O objetivo dessa norma é demonstrar claramente critérios de como os produtos usados em uma construção se relacionam com a qualidade de uso do imóvel depois. Além de estabelecer critérios a seguir, ela também conta com mecanismos de análise, para garantir que as determinações sejam respeitadas (BITENCOURTE, 2020).

A norma de desempenho, NBR-15575:2013 está escrita precisamente em seis partes distintas, na devida ordem: Requisitos Gerais, Estruturas, Pisos, Vedações Verticais, Coberturas e Sistemas Hidrossanitários, que estabelece marco importante na modernização tecnológica da construção brasileira, assim como melhoria da qualidade de nossas habitações. Ou seja, esse estudo é referente a todo o ciclo de vida da obra, envolvendo o investimento inicial, o custo de operação e o custo de manutenção, a adequação dos projetos à NBR 15.575 é fator de barateamento da construção (LOIOLA, 2015).

2.3.1 DESEMPENHO ACÚSTICO NA NBR 15.575 - 4:2013

A parte 4 da norma ABNT NBR 15 575:2013 compete ao desempenho das vedações internas e externas. São tratados todos os campos abordados pela norma, inclusive o desempenho acústico, foco deste trabalho. Nesse quesito de desempenho acústico, são estabelecidos os requisitos, critérios e métodos para avaliação do desempenho acústico dos Sistemas de Vedação Vertical Interna (SVVI) entre unidades autônomas e entre dependências de uma unidade e áreas comuns (ABNT, 2013).

A NBR 15575:2013 Norma de Desempenho – Edificações Habitacionais é o documento no Brasil que nomeia valores mínimos para isolamento sonora dos inúmeros sistemas construtivos de uma edificação habitacional. Segundo Rezende 2014, essas especificações são necessárias para que o som seja suavizado de forma que: a) os níveis de ruído no interior dos ambientes sejam compatíveis com os níveis sonoros que são indicados na norma NBR 10152:2020, em ocasiões características de ruído urbano; e b) seja garantida a diminuição dos sons provocados no uso do dia a dia dos ambientes vizinhos, para que assim seja assegurada a privacidade dos ocupantes.

2.3.2 VEDAÇÕES EXTERNAS

Desde as primeiras construções, o homem utiliza vedações verticais para proteção contra intempéries, animais e inimigos. Os métodos de construção de vedações verticais são aprimorados ao passar do tempo com a utilização de materiais que concedem melhor desempenho estrutural, térmico e acústico (FLEURY, 2014).

A vedação externa é um dos sistemas mais exigidos na edificação por estar diretamente ligada às intempéries do ambiente e propriedades físico-químicas dos seus diferentes materiais. O projeto de fachada deve ser pensado considerando a relação entre materiais ao longo do tempo, nas diferentes solicitações e na futura manutenção (BITENCOURTE, 2020).

Ainda sobre a manutenção de vedações externas podemos afirmar que:

A manutenção através de previsão das atividades de conservação como, operações rotineiras de limpeza e descontaminação de superfície, são indispensáveis para a garantia de funcionalidade da vedação vertical externa diminuindo custos de reparos, prevenindo manifestações patológicas e obtendo ganho de vida útil (BITENCOURTE, 2020, p. 2).

Com a publicação da norma NBR 15575:2013, as vedações passaram a ter um papel ainda mais importante na construção civil, uma vez que foram determinados critérios mínimos de desempenho para diversas características do sistema objetivando maior conforto e segurança aos usuários (FLEURY, 2014).

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Para a avaliação do isolamento acústico de um sistema de vedação interna ou externa, a parte 4 da NBR 15575:2013 possibilita a utilização de três métodos: Método de precisão realizado em laboratório, Método de engenharia realizado em campo e Método simplificado de campo. Cada um se adequa à determinada situação.

Assim, visando ao requisito de desempenho acústico imposto pela Norma de Desempenho para SVVI (sistemas de vedação vertical interna), é utilizado como critério o parâmetro o R_w - índice de redução sonora ponderado, ou o $D_{2m,nT,w}$ - a diferença padronizada de nível ponderada, determinado por um dos três métodos indicados pela Norma de Desempenho (REZENDE, 2014).

2.4.1 PARÂMETRO PARA O MÉTODO DE CAMPO

O ensaio em campo para sistemas de vedação vertical interna (SVVI) compreende na determinação do isolamento global do sistema construtivo de forma direta, diferente dos ensaios em laboratório, onde ensaia cada componente (REZENDE, 2014).

Para esse tipo de ensaio, a norma indicada pela NBR 15575:2013 como metodologia de ensaio é a ISO 140-4:2014. Sobre isso, podemos afirmar que:

A partir das várias leituras do ensaio, isto é, dos valores de D_{nT} para cada banda de frequência, como forma de se atingir um valor único de isolamento acústico global in-situ ($D_{nT,w}$), é indicada a ISO 717-1:2020. Nesse método, são medidos o ruído aéreo¹, ruído residual² (sinônimo de ruído de fundo) e tempo de reverberação³. Essa descrição também é válida para SVVE (sistemas de vedação vertical externa), porém é indicada a ISO 140-5:2016 e o parâmetro buscado é o $D_{2m,nT,w}$, valor para isolamento acústico

¹ Ruído aéreo é aquele que se transmite através do ar;

² ruído residual é o ruído ambiental sem o ruído específico;

³ tempo de reverberação (RT) é o tempo que o nível de pressão sonora leva para diminuir em 60 dB, após uma fonte de som ser abruptamente desligada.

de fachadas para uma fonte de ruído aéreo a 2 metros de distância (Rezende, 2014, p. 88).

O segundo método de avaliação in situ do desempenho acústico desse sistema, tanto interna como externa, refere-se ao método simplificado. Este é utilizado em situações nas quais não há a possibilidade de medição do tempo de reverberação ou as condições de ruído de fundo impossibilitam a medição dele. A NBR 15575:2013 indica como metodologia de ensaio a ISO 10052:2004. Através da metodologia descrita na norma, é possível atingir um valor aproximado de isolamento acústico global do sistema em questão (REZENDE, 2014).

A NBR 15 575-4:2013 apresenta os níveis de desempenho das vedações verticais externas para ensaios em campo os valores mínimos de intensidade sonora (dB) para os ensaios de campo são indicados na Tabela 2.1. A norma NBR 15575:2013 divide os valores mínimos em três classes de ruído, a depender da localização, e classifica cada uma em três níveis de desempenho (mínimo, intermediário e superior). O valor da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) pode ser de fachadas compostas com esquadrias ou não.

Tabela 2.1: Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa, $D_{2m,nT,w}$, para ensaios de campo.

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	M
		≥ 25	I
		≥ 30	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S

Legenda: M – Mínimo, I – Intermediário e S – Superior.

Fonte: ABNT 15 575-4:2013.

2.4.2 PARÂMETRO PARA O MÉTODO DE LABORATÓRIO

Para a realização dos ensaios pelo método de laboratório, a NBR 15 575-4:2013 indica a ISO 10140-2:2010 como fonte descritiva da metodologia de ensaio para se atingir os valores dos índices de redução sonora (R) para cada banda de frequência; já a ISO 717-1:2020 refere-

se a um valor único de isolamento acústico R_w (índice de redução sonora ponderado) por meio de ponderação a partir das várias leituras de cada ensaio. Nesse método, são medidos ruído aéreo, ruído residual e tempo de reverberação (REZENDE, 2014).

De acordo com o valor de isolamento acústico global em laboratório, podemos afirmar que:

O valor de isolamento acústico global em laboratório (R_w) alcançado servirá de dado de entrada nos projetos para possibilitar a estimativa do desempenho acústico de um sistema construtivo ainda na fase de projeto. É de caráter obrigatório os fornecedores disponibilizarem aos projetistas este parâmetro. Só assim será possibilitada a boa realização do projeto e a antecipação do desempenho acústico da edificação como um todo, evitando intervenções de reforço acústico por desconformidades com a citada Norma (REZENDE, 2014, p. 88).

A NBR 15575-4:2013 apresenta os níveis de desempenho de vedações verticais externas ensaiadas em laboratório que são indicados na Tabela 2.2. A norma NBR 15575:2013 divide os valores mínimos em três classes de ruído, a depender da localização, e classifica cada uma em três níveis de desempenho (mínimo, intermediário e superior). O valor do Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w) é relativo a paredes cegas, onde estas podem ser feitos cálculos para estimar o isolamento com a inclusão de esquadrias.

Tabela 2.2: Índice de Redução Sonora Ponderado de vedações verticais externas, R_w , para ensaios em laboratório

Classe de ruído	Localização da habitação	R_w [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 35	M
		≥ 40	I
		≥ 45	S

Legenda: M – Mínimo, I – Intermediário e S – Superior.

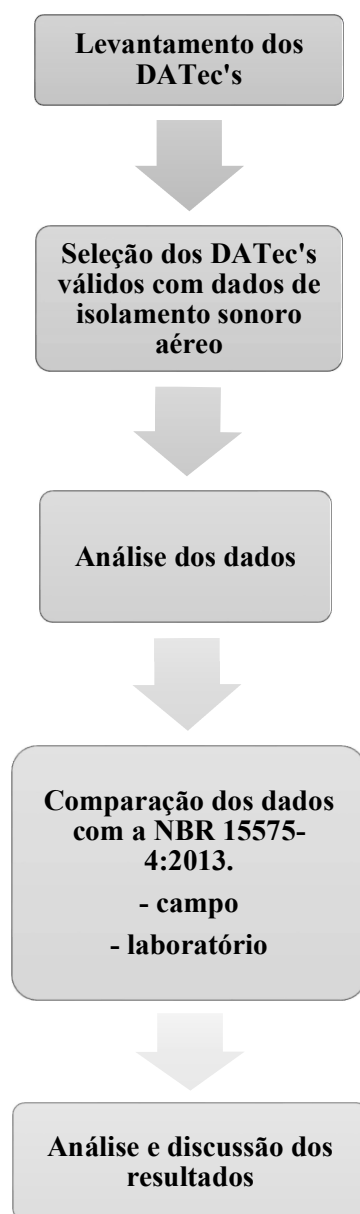
Fonte: ABNT 15 575-4:2013.

3. METODOLOGIA

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa documental que, segundo Gil (2017), tem como base para seu desenvolvimento dados já existentes de natureza documental, que são obtidos de maneira indireta, ou seja, por meio de livros, jornais, papéis oficiais, registros estatísticos, fotos, discos, filmes e vídeos. Essas fontes documentais evitam desperdício de tempo possibilitam obter quantidade e qualidade de dados suficiente para a realização pesquisa.

Para a realização do trabalho seguiu-se o delineamento apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1: Delineamento da pesquisa



Fonte: Autor (2021).

Na realização da pesquisa documental, foram identificados e localizados a partir do site do PBQP-H todos os DATec's emitidos até a data da busca. A data de acesso desses documentos foi 22 de junho de 2021, em aba específica do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas. Os documentos foram selecionados utilizando o critério de inclusão, considerando somente os DATec's válidos disponíveis para consulta. Em seguida, foram excluídos os DATec's que não possuíam dados de desempenho acústico de fachada.

Em relação ao desempenho, a norma NBR 15575-4:2013 estabelece diferentes níveis de desempenho de acordo com o procedimento utilizado no ensaio de isolamento sonoro aéreo. Assim, os DATec's selecionados foram subdivididos em relação a avaliação do isolamento sonoro aéreo, separados em duas categorias: em campo ($D_{2m,nT,w}$) e em laboratório (R_w). O tratamento dos dados resultou na identificação do enquadramento do desempenho de cada sistema de acordo com as classes de ruído apresentadas na norma NBR 15575-4:2013. Os dados foram analisados de acordo com a norma brasileira de desempenho 15575:2013, quanto aos resultados obtidos em campo e em laboratório. Levando em consideração que cada sistema de fachada pode ser construído em diferentes localidades, foi avaliado o atendimento a norma dos sistemas ensaiados para cada classe de ruído existente, ou seja, cada localização possível.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na coleta dos documentos, após a aplicação do critério de inclusão considerando somente os DATec's válidos disponíveis para consulta, foram obtidos 18 (dezoito) Documentos de Avaliação Técnica. Em seguida foi aplicado o critério de exclusão, os documentos que não tratavam de isolamento sonoro aéreo foram retirados e foi obtida uma amostra final composta por 11 (onze) DATec's. O Quadro 2.1 apresenta os DATec's selecionados indicando a descrição do sistema e o tipo de ensaio realizado para avaliação do desempenho acústico. Comparando com os dados do artigo de Zenerato, Oliveira e Bertoli (2018) foi possível perceber que houve um aumento significativo da elaboração de novos DATec's, pois as autoras obtiveram obtidos 15 (quinze) Documentos de Avaliação Técnica e uma amostra final de 9 (nove) DATec's levando em consideração os critérios de exclusão.

Quadro 2.1: DATec's selecionados após os critérios de inclusão e exclusão

DATec	Sistema	Ensaio
005 - C	Paredes maciças moldadas no local de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com poliéster	Campo
008 - C	Sistema de vedação vertical com função estrutural constituído de painéis pré-moldados de blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado – JET CASA	Campo
014 - C	Sistema construtivo a seco Saint-Gobain - Light Steel Frame	Laboratório
021 - C	Sistema Construtivo “casas olé - painéis pré-moldados em alvenaria com blocos cerâmicos e concreto armado”	Campo
024 - B	Sistema de paredes DPB de painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado	Campo
028 - B	Sistema de vedação vertical constituído de painéis pré-moldados de blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado – PREMIERE	Campo
032 - A	Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado – ALTIARE	Campo
035 - A	Paredes moldadas no local de Concreto Reforçado com Fibra de Vidro – CRFV	Campo
036 - A	Painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto	Campo
040 -	Sistema construtivo Immergrün de painéis pré-fabricados de wood frame para casas térreas e sobrados	Laboratório
041 -	Sistema construtivo Tego Frame de painéis pré-fabricados de steel frame para casas térreas	Laboratório

Fonte: Autor (2021).

Ao comparar os dados dessa pesquisa com o artigo de desempenho acústico de fachada de sistemas construtivos inovadores de Zenerato, Oliveira e Bertoli (2018) que foi usado como base para essa pesquisa, foi possível perceber que cinco dos DATec's ainda são válidos e sofreram apenas revisões. Segundo o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) o DATec precisa ser renovado a cada dois anos se: I. houver interesse por parte do Proponente; II. não houver alteração do produto ou se as alterações forem submetidas a novas avaliações; III. o Proponente estiver mantendo o produto e o processo de produção sob controle, conforme constatação da ITA responsável pelo controle periódico (BRASIL, 2020).

Dentre os 11 (onze) documentos analisados de sistemas construtivos inovadores e com potencial de uso para fachada, quatro são relativos a sistemas pré-moldados que contém concreto armado em sua composição e mais quatro são relativos a sistemas pré-fabricados. Isso mostra que o número de DATec's de sistemas inovadores constituídos por materiais utilizados no sistema construtivo tradicional brasileiro ainda é bastante relevante. Dos sistemas restantes, dois são paredes moldadas no local e um sistema construtivo a seco Light Steel Frame.

Verifica-se que os sistemas construtivos inovadores analisados não foram avaliados simultaneamente em laboratório e em campo, apesar de a NBR 15575-4:2013 conter resultados para os ensaios de desempenho acústico em campo e em laboratório. Zenerato, Oliveira e Bertoli (2018) ressaltam que isso ocorre porque o ensaio em laboratório é considerado um valor de referência para a orientação de projetistas e fabricantes, na fase de concepção do projeto. Além disso, para a aprovação do DATec o desempenho acústico mínimo do sistema em campo é obrigatório.

Entretanto, dos 11 (onze) DATec's selecionados, três deles apresentaram resultados de ensaios em laboratório enquanto oito apresentaram resultados de ensaios em campo. Essa diferença mostra que a avaliação do desempenho acústico de sistemas construtivos inovadores é realizada mais em campo do que em laboratório.

4.1 RESULTADOS DE LABORATÓRIO

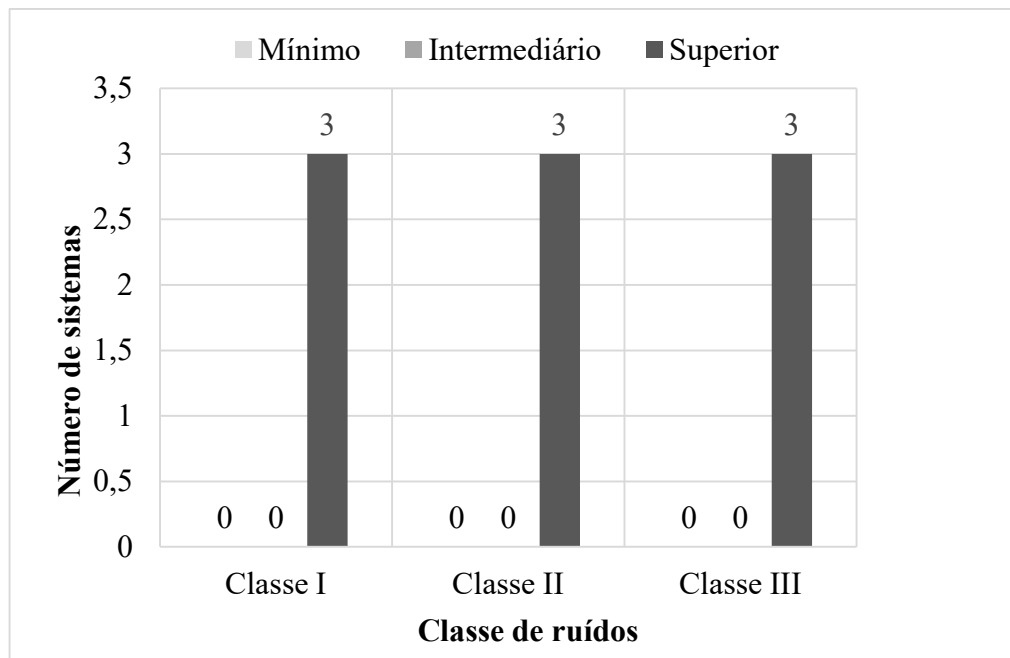
Com a realização do ensaio em laboratório de isolamento sonoro aéreo das fachadas cegas, foi possível obter os valores dos Índices de Redução Sonora Ponderado (R_w) dos sistemas construtivos inovadores que podem ser observados na Tabela 4.1. Esses valores foram comparados com os critérios recomendados na norma de desempenho NBR 15575-4:2013.

Tabela 4.1: Sistemas construtivos avaliados em laboratório

DATEC	Sistema	R _w [dB]
014 - C	Sistema construtivo a seco Saint-Gobain - Light Steel Frame	50
040 -	Sistema construtivo Immergrün de painéis pré-fabricados de wood frame para casas térreas e sobrados	46
041 -	Sistema construtivo Tego Frame de painéis pré-fabricados de steel frame para casas térreas	53

Fonte: Autor (2021).

O enquadramento dos sistemas de fachadas por classe de ruído e nível de desempenho acústico para ensaios realizados em laboratório está ilustrado na Figura 4.1. Cada classe de ruído apresenta três níveis de desempenho que são o mínimo, intermediário e superior. Quando o sistema atende ao nível superior então atende consequentemente atende todos os outros níveis inferiores (mínimo e intermediário). Cada sistema foi analisado quanto à classe de ruído (localização da construção) e quanto ao nível de desempenho.

Figura 4.1: Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho acústico para ensaios realizados em laboratório.

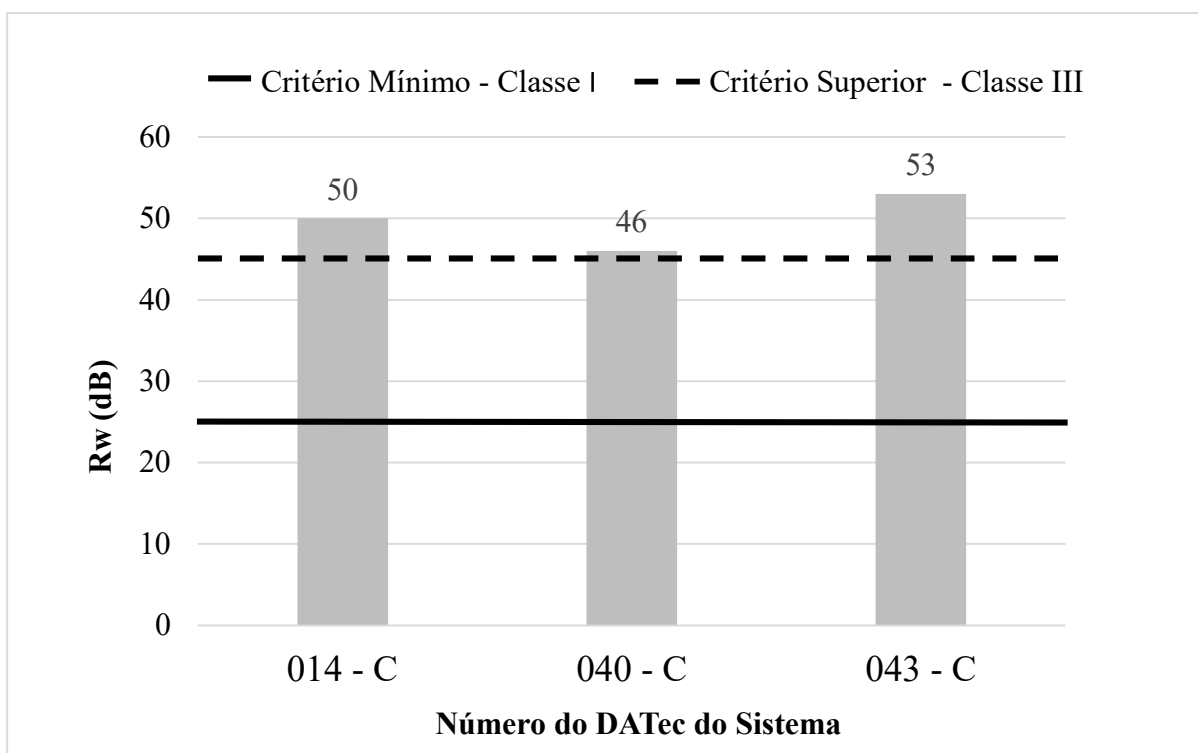
Fonte: Autor (2021).

A classe de ruído I refere-se as edificações localizadas distantes de fonte de ruído de quaisquer naturezas e para essa classe de ruído os três sistemas estudados atenderam ao nível de desempenho superior, ou seja, possuem o R_w maior ou igual a 35dB. Para o caso da classe

de ruído II, pode-se perceber um aumento de 5dB na exigência de cada nível de desempenho. Mas, para o caso dos DATec's em estudos, todos estes se enquadram no nível superior para as habitações que se localizam nessa condição de ruído. Quanto à classe de ruído III, caracterizada como habitações sujeitas a fontes de ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, também apresenta todos os sistemas atendendo ao nível de desempenho superior com resultados R_w maior ou igual a 45 dB. A partir disso, é notável que todos os sistemas ensaiados em laboratório atenderam a classe de ruído III, que possui os resultados mais rigorosos de isolamento sonoro aéreo devido a maior incidência de ruído na fachada das edificações.

O enquadramento individual por classe de ruído de cada um dos sistemas de fachadas para isolamentos sonoros aéreos ensaiados em laboratório está representado na Figura 4.2. A linha horizontal contínua representa o nível de desempenho mínimo para a classe de ruído I onde o valor mínimo é 25 dB. Já a linha horizontal tracejada representa o nível superior (45 dB) para a classe de ruído III de acordo com os dados fornecidos pela norma NBR 15575:2013. Com isso, foi possível perceber que todos os ensaios atingirem o nível máximo de desempenho indicado na norma (NBR 15575:2013).

Figura 4.2: Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho acústico dos sistemas analisados em Laboratório



Fonte: Autor (2021).

4.2 RESULTADOS DE CAMPO

Apesar do DATec informar que o sistema atende o nível de desempenho exigido em laboratório, o desempenho final do sistema deverá ser comprovado em campo, nas auditorias realizadas durante a validade do documento (ZENERATO, OLIVEIRA E BERTOLI, 2018). Isso pode explicar o menor número de resultados de desempenho acústico analisado em laboratórios entre os DATec's verificados.

A Tabela 4.2 mostra os valores da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) para o ensaio de isolamento sonoro aéreo em campo das fachadas referentes aos sistemas construtivos inovadores. Esses valores foram comparados com os critérios recomendados na norma de desempenho NBR 15575-4:2013 (NBR 15575:2013).

Tabela 4.2: Sistemas construtivos avaliados em campo

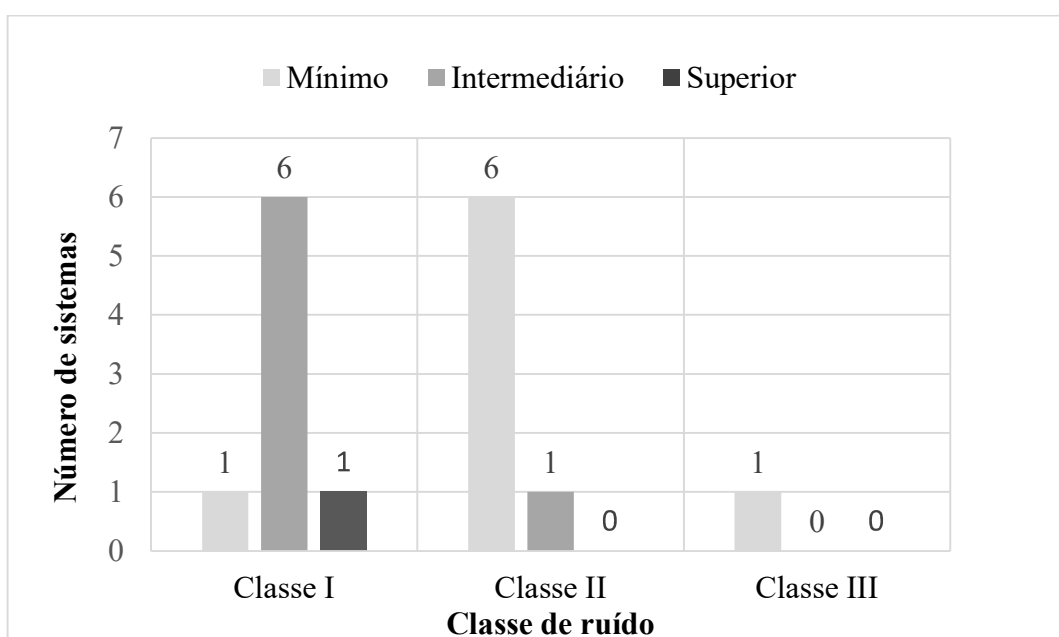
DATec	Sistema	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
005 - C	Paredes maciças moldadas no local de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com poliéster	25
008 - C	Sistema de vedação vertical com função estrutural constituído de painéis pré-moldados de blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado – JET CASA	24
021 - C	Sistema Construtivo “casas olé - painéis pré-moldados em alvenaria com blocos cerâmicos e concreto armado”	26
024 - B	Sistema de paredes DPB de painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado	26
028 - B	Sistema de vedação vertical constituído de painéis pré-moldados de blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado – PREMIERE	25
032 - A	Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado – ALTIARE	25
035 - A	Paredes moldadas no local de Concreto Reforçado com Fibra de Vidro – CRFV	27
036 - A	Painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto	31

Fonte: Autor (2021).

Os níveis de desempenho para cada classe de ruído dos oito sistemas de fachadas que possuem resultados de desempenho acústico provenientes de ensaios em campo são apresentados na Figura 4.3. Na avaliação e comparação dos sistemas com a NBR 15575-4:2013 para a classe de ruído I, dos oito (8) sistemas apenas um atendeu ao nível de desempenho mínimo, seis (6) atenderam ao nível de desempenho intermediário e um (1) atendeu ao nível de desempenho superior. Portanto dos oito sistemas analisados na classe de ruído I somente sete

podem ser enquadrados na classe de ruído II, onde seis destes atenderam ao nível de desempenho mínimo e um atendeu ao nível de desempenho intermediário. Dos sistemas encontrados que possuem resultados de desempenho acústico de fachadas em campo, apenas o sistema de painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto (036 - A) tem potencial de atender a classe de ruído III com o nível de desempenho mínimo, isto é, pode ser empregado na construção de fachadas em locais de ruído intenso.

Figura 4.3: Enquadramento por classe de ruído e nível de desempenho acústico para ensaios realizados em campo



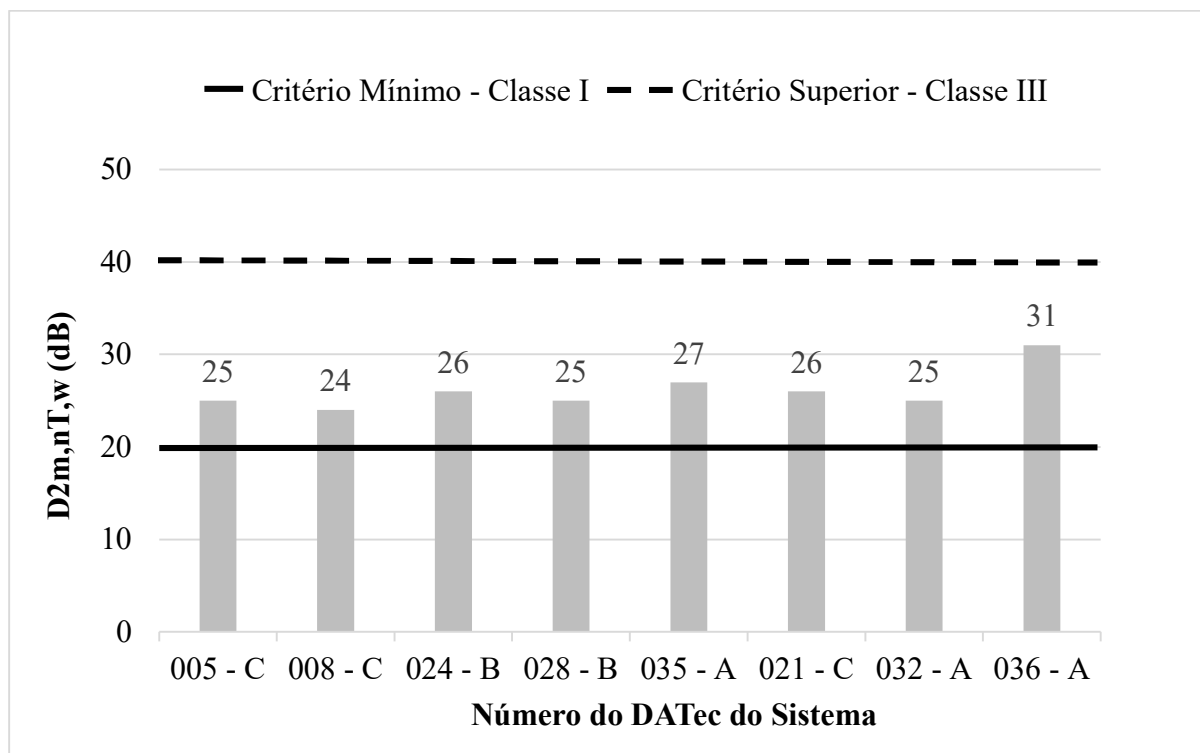
Fonte: Autor (2021).

Dependendo do local em que a edificação está alocada, a norma NBR 15575-4:2013 estabelece diferentes valores para a análise do isolamento sonoro aéreo de uma mesma fachada. Assim áreas com menor incidência de ruído possuem menor exigência de desempenho e áreas com maior incidência possuem maiores exigências. Essa mudança da exigência mínima, em função da alocação da edificação, explica a diminuição do número de edificações enquadradas conforme o avanço da classe de ruído a ser analisada.

O enquadramento individual de cada um dos sistemas de fachadas cujos isolamentos sonoros aéreos foram ensaiados em campo está representado na Figura 4.4. Com isso, pode-se observar a distribuição dos valores de desempenho mínimo, intermediário e superior para a classe de ruído I e mínimo, intermediário para a classe de ruído II. Isso resultou em apenas um DATec que atingiu o desempenho mínimo para a classe de ruído III. Apesar da maioria dos

sistemas atingirem o nível mínimo de desempenho, pois é uma das condições para emissão do DATec, apenas um deles apresentou resultado de desempenho acústico que ultrapasse o valor de desempenho acústico mais alto indicado na norma (NBR 15575:2013).

Figura 4.4: Desempenho acústico dos sistemas analisados em campo



Fonte: Autor (2021).

Os resultados de ensaios de um mesmo sistema em campo ou em laboratório podem apresentar diferenças significativas devido às condições da fachada estudada. As fachadas avaliadas em laboratório são peças inteiras de vedações verticais, onde posteriormente terão incorporadas nos cálculos de seus projetos os valores de isolamento sonoro de janelas ou outros elementos de sua composição (ZENERATO, OLIVEIRA e BERTOLI, 2018).

Já o ensaio de isolamento sonoro aéreo realizado em campo representa o sistema como um todo onde as junções e conexões com os demais elementos da edificação com existência ou não de aberturas e problemas construtivos que podem reduzir significativamente o isolamento trazendo uma maior probabilidade de falhas de construção do elemento ensaiado (vãos excessivos, juntas mal preenchidas, frestas, erros de montagem, entre outros) (SERRANO, 2018). Logo, é necessário que seja realizada a caracterização dos outros parâmetros que influenciam os resultados, como a transmissão pelos flancos de uma fachada para que o sistema tenha valores de ensaio de campo e de laboratório comparáveis. Essa diferença entre os dois

tipos de ensaio esclarecem o valor de 5dB a mais ao nível de desempenho em laboratório ao ser comparado a mesma classe de ruído e nível de desempenho. A norma NBR 15575-4:2013 relata que não é possível prever com precisão qual será essa diferença com precisão, mas essa diferença de 5dB pode ser uma forma de compensar a redução de desempenho acústico que pode acontecer quando os ensaios são realizados em campo.

As fachadas são as paredes de separação do recinto para com o ambiente exterior e estas devem garantir um desempenho acústico adequado em termos do ruído aéreo, ocasionado pelo tráfego de carros, motos, caminhões, aviões, trens e drones. As fachadas geralmente são constituídas por uma parede cada uma das fachadas, com suas diversas morfologias (como, sacadas e parapeitos) e por esquadrias. As esquadrias são consideradas o ponto mais fraco de isolamento acústico de uma fachada e na hora da execução da mesma deve ter uma atenção especial durante o projeto da edificação, para evitar frustrações futuras, um desses cuidados é o cálculo de isolamento acústico considerando a classe de ruído garantindo que o edifício atenda o desempenho acústico. As classes de ruído são definidas de acordo com a localização da edificação (SERRANO, 2018).

Quando uma edificação é feita e o isolamento acústico atende ao desempenho acústico na entrega da mesma não quer dizer que essa edificação vai atender esse quesito sempre com o passar dos anos. Pois, o local que foi implantada essa edificação pode passar por mudanças urbanísticas, causando alteração na classe de ruído em que ela se enquadra. Logo, é muito importante que as construtoras responsáveis documentem o atendimento ao desempenho acústico de acordo com a norma NBR 15575-4:2013 na data da entrega da edificação (ZENERATO, OLIVEIRA e BERTOLI, 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho acústico das fachadas de sistemas construtivos inovadores. Pela observação do conjunto de DATec's analisados verifica-se que todos os sistemas construtivos inovadores ensaiados em campo com potencial de uso como fachada apresentam, para isolamento sonoro aéreo, diferença padronizada de nível ponderada de isolamento com valores que variam entre 24 e 31 dB. Todos atenderam ao mínimo de isolamento para a classe de ruído menos exigente em campo (Classe I). Destes, sete atingiram o nível mínimo de isolamento de fachada em campo para regiões onde as habitações estão sujeitas a ruídos intensos de meios de transporte, situação bastante comum em grandes centros urbanos.

Quanto aos resultados de isolamento sonoro aéreo, de sistemas construtivos inovadores ensaiados em laboratório com potencial de uso como fachada, observou-se que os valores de índice de redução sonora ponderada variaram de 46dB a 53dB. Todos atenderam ao mínimo de isolamento em laboratório para a classe de ruído menos exigente (Classe I). Assim como todos também atingem o nível máximo de isolamento em laboratório para regiões onde as habitações estão sujeitas a ruídos intensos de meios de transporte (Classe III).

Também é possível concluir que os níveis de desempenho alcançados pelos sistemas ensaiados em campo foram inferiores aos níveis de desempenho alcançados pelos sistemas ensaiados em laboratório, isso ocorre porque em campo temos mais elementos que influenciam no ensaio. Embora não tenha sido possível identificar um DATec com ensaios de isolamento sonoro aéreo de um mesmo sistema construtivo realizado simultaneamente em campo e em laboratório.

Os resultados de laboratório R_w e de campo $D_{2m,nT,w}$ se diferem devido às condições de contorno e execução dos sistemas construtivos. Assim, o normal é que o $D_{2m,nT,w}$ tenha sempre um valor menor que o R_w devido à vários fatores, tais como existência de frestas, transmissão marginal pelas estruturas adjacentes que existem nos sistemas reais e são minimizadas em laboratório para tenderem à zero, variações de espessuras de rebocos, pinturas, cortes na alvenaria para passagem de tubulações e depois preenchidas com argamassa, caixinhas elétricas, quadros de distribuição elétrica ou efeitos de ressonância não considerados, entre outros aspectos. Portanto, o tipo de sistemas construtivos influencia no desempenho acústico das construções.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, R. C. A. et al. **O sistema brasileiro de avaliação técnica de produtos inovadores para a Construção Civil**. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R. (Org.). Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários. Antac p. 5-12. Porto Alegre. 2015.

ANTONIO, C. G. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 15575-4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas – Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

Bayeh, R. et al. *Determinação da Isolação Sonora de Fachadas em Andares Altos de Edificações*. In: Fabricio, M. M.; Brito, A. C. de; Vittorino, F. (Org.). Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação. p. 99-126. Porto Alegre: Antac, 2017.

BITENCOURTE, Igor Angeles de. **Análise do desempenho térmico das vedações verticais externas com revestimento da face interna em argamassa de gesso**. 2020.

BRASIL. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**, ministérios das cidades. Disponível em < www.cidades.gov.br/pbqp-h >. Acesso em junho de 2020.

CAMPOS, Juliano de Souza. **Análise de Métodos Construtivos Inovadores na construção de Habitações de Interesse Social em São José dos Campos**. 2013. 76 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2013.

CIDADES, Secretaria Nacional de Habitação Ministério das. **Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais - SiNAT**. 2016. Disponível

em: http://cics.prp.usp.br/wp-content/uploads/2016/11/SiNAT_MCidades-CICS-USP.pdf.
Acesso em: 15 out. 2021.

FLEURY, Lucas Eira. **ANÁLISE DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE DRYWALL E ALVERNARIA DE BLOCOS CERÂMICOS COM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO**. 2014. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2014.

ISO 10052: 2004 Acústica – Campo medições de aeronaves aerotransportadas e isolamento de som de impacto e de som do equipamento de serviço – Pesquisa método.

ISO 10140-2: 2010 Acústica - Medição de laboratório de som isolamento de elementos de construção – Parte 2: Medição de som transportado pelo ar isolamento.

ISO 140-4: 2014 Acústica - Medição de isolamento acústico em edifícios e de elementos de construção - Parte 4: Medições de campo de isolamento de som aerotransportado entre quartos.

ISO 140-5: 2016 Acústica - Medição de isolamento acústico em edifícios e de elementos de construção - Parte 5: Medições de campo de isolamento acústico aéreo da fachada elementos e fachadas.

ISO 717-1: 2020 Acústica – Classificação de isolamento acústico em edifícios e de elementos de construção - Parte 1: Isolamento de som aerotransportado.

LOIOLA, Antônio Ley Silva. **A EVOLUÇÃO DO PBQP-H NO REGIME DE CERTIFICAÇÃO SiAC: Um estudo de caso nas construtoras da cidade de Pato Branco - PR**. 2015. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5739/1/PB_COECI_2015_2_24.pdf.
Acesso em: 24 jun. 2021.

QUEIROZ, Renata Fernanda Medeiros. **DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO CARÁTER NORMATIVO DO PBQP-H: VANTAGEM COMPETITIVA PARA UMA CONSTRUTORA DO RN**. 2010. Disponível em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_114_748_17064.pdf. Acesso em: 24 jun. 2021.

REZENDE, Jardel Masciocchi Silva. **O DESEMPENHO ACÚSTICO SEGUNDO A NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR 15 575: isolamento sonoro contra ruído aéreo de vedações verticais internas medido em campo**. 2014. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SERRANO, Pablo. **O que é Ruído de Fachada e Classe de Ruído**. 2018. Disponível em: <http://portalacustica.info/ruído-de-fachada/>. Acesso em: 11 out. 2021.

SOUSA, Raísa Fonseca de. **INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2015. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Inovacao_na_Construcao_Raisa_Fonseca.pdf. Acesso em: 24 jun. 2021.

TECHNE. Sinat. Reportagem de Renato Faria. Ed.150, setembro de 2009.

ZANONI, Vanda Alice Garcia. **SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES: UMA ABORDAGEM ANALÍTICA A PARTIR DAS DIRETRIZES E DOS DOCUMENTOS DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DO SINAT**. 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/Miriam/Downloads/0982%20.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

ZENERATO, Thais; OLIVEIRA, Adla Kellen Dionisio Sousa de; BERTOLI, Stelamaris Rolla; GOMES, Carlos Eduardo Marmorato; PICCHI, Flavio Augusto. **DESEMPENHO ACÚSTICO DE FACHADA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES: análise dos dados**. In: 28 ENCONTRO DA SOBRAC, 2018, Porto Alegre.