

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLÓGICA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

BRUNO CÉSAR DE BARCELOS

**A PREOCUPAÇÃO DO FABRICANTE COM O
DESEMPENHO ACÚSTICO EM CASAS RESIDENCIAIS
DE MADEIRA NA GRANDE FLORIANÓPOLIS**

FLORIANÓPOLIS, 13 DE DEZEMBRO DE 2017.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLÓGICA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

BRUNO CÉSAR DE BARCELOS

**A PREOCUPAÇÃO DO FABRICANTE COM O
DESEMPENHO ACÚSTICO EM CASAS
RESIDENCIAIS DE MADEIRA NA GRANDE
FLORIANÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Professor Orientador: João Alberto da Costa Ganzo Fernandez,
Titulação:Doutor em Engenharia

FLORIANÓPOLIS, 13 DE DEZEMBRO DE 2017.

**A PREOCUPAÇÃO DO FABRICANTE COM O
DESEMPENHO ACÚSTICO EM CASAS RESIDENCIAIS
DE MADEIRA NA GRANDE FLORIANOPOLIS**

BRUNO CÉSAR DE BARCELOS

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Construção de Edifícios e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de Dezembro de 2017

Banca Examinadora:

João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, Dr.

Aline Souza Lopes Ventura Nardi, Msc

Gerson Augé Tybusch, Msc.

RESUMO

As casas de madeira vêm ganhando cada vez mais seu espaço no mercado imobiliário. Com o advento da NBR 15.575/2013, que normatiza o desempenho das edificações, a questão do isolamento acústico desse tipo de edificação deve merecer atenção especial por parte dos construtores.

Pensando nisso, o objetivo deste trabalho é compreender o tema nos seus aspectos teóricos e averiguar se há conhecimento e preocupação por parte das construtoras de casas de madeira da Grande Florianópolis, em relação ao cumprimento da norma, no que tange ao isolamento acústico.

Após uma revisão bibliográfica abordando os temas: casas de madeira, princípios da acústica, conforto ambiental, isolamento acústico, materiais isolantes e a normatização de desempenho acústico, realizou-se uma pesquisa de campo a 18 empresas que constroem casas de madeira para verificar se há preocupação das construtoras de casas de madeira na Grande Florianópolis em relação ao desempenho acústico.

Apenas uma empresa afirmou que suas casas cumprem a norma. Entretanto, não apresentou informações e dados concretos para confirmar sua assertiva. Concluiu-se que a questão do isolamento acústico é um tema que merece maior atenção por parte das construtoras e profissionais que atendem no segmento de casas de madeira.

Palavras-chave: Casas de madeira. Isolamento acústico. NBR 15.575/2013

ABSTRACT

The wooden houses have been gaining more and more their space in the real estate market. With the advent of NBR 15.575 / 2013, which regulates the performance of buildings, the question of acoustic insulation of this type of building should merit special attention on the part of the builders.

With this in mind, the objective of this work is to understand the theme in its theoretical aspects and to ascertain if there is knowledge and concern on the part of the wooden house builders of Greater Florianópolis, in relation to the compliance with the standard, regarding acoustic insulation.

After a bibliographical review addressing the themes: wooden houses, principles of acoustics, environmental comfort, acoustic insulation, insulation materials and the standardization of acoustic performance, a field survey was carried out on 18 companies that build wooden houses to check for builders of wooden houses in Greater Florianópolis in relation to acoustic performance.

Only one company stated that their homes meet the norm. However, he did not present information and concrete data to confirm his assertion. It was concluded that the issue of acoustic insulation is a subject that deserves greater attention on the part of the constructors and professionals who attend in the segment of wooden houses.

Keywords: Wooden houses. Soundproofing. NBR 15.575 / 2013.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema estrutural da casa no Sistema “Tábua e mata-junta”	14
Figura 2: Esquema estrutural do telhado no Sistema “Tábua e mata-junta”.	1215
Figura 3: Casa sendo construída no Sistema de tabuas horizontais pregadas.....	16
Figura 4: Detalhe da seção dos pilares	1417
Figura 5: Esquema construtivo de uma casa de "Encaixe”	1417
Figura 6: Sistema Construtivo com Toras Empilhadas.....	168
Figura 7: Diferentes estilos de encaixes para as toras.....	168
Figuras 8 e 9: Sistema Balão e o Sistema Plataforma	1719
Figura 10: Exemplo de altura de um som.....	20
Figura 11: Exemplo de intensidade de um som	21
Figura 12: Exemplo de timbre de um som.....	1222
Figura 13: Representação gráfica de um ruído contínuo.....	22
Figura 14: Representação gráfica de um ruído flutuante	1423
Figura 15: Representação gráfica de um ruído impulsivo	1423
Figura 16: Ouvido Humano	1424
Figura 17: Espectro Sonoro.....	1425
Figura 18: Intervalos de intensidades do som.....	1725
Figura 19: Lã de Vidro	30
Figura 20: Lã de Rocha.....	31
Figura 21: Lã de Pet.....	1431
Figura 22: Amostra da tabela com valores em dB correspondentes para cada ambiente	1432
Figura 23: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, de vedação externa de dormitórios	1433
Figura 24: Localização das construtoras visitadas na região de Florianópolis.....	1435
Figura 25: Detalhe da localização das construtoras visitadas, na região da BR-101 (Palhoça).....	1736
Figura 26: Detalhe da localização das construtoras visitadas, na região da SC-405 (Florianópolis).....	36
Figura 27: Questionário aplicado às construtoras	37

LISTA DE GRÁFRICOS

Gráfico 1: Tempo das empresas no mercado	38
Gráfico 2: Sistemas pré-fabricados oferecidos.....	1238
Gráfico 3: Espessuras das paredes simples.	39
Gráfico 4: Espessuras das paredes duplas	1439
Gráfico 5: Sistemas mais vendidos	140
Gráfico 6: Locais onde as construtoras mais constroem	416
Gráfico 7: Construção de casas de 1 ou 2 pavimentos	416
Gráfico 8: Reclamações para construtoras referente ao isolamento acústico.....	1742
Gráfico 9: Produção de casas de madeira nos últimos anos.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	11
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 OBJETIVO GERAL	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 CASAS DE MADEIRA PRÉ-FABRICADAS	12
2.1.1 Histórico	12
2.1.2 Sistemas Construtivos	14
2.1.2.1 Sistema “Tábua e mata-junta”	14
2.1.2.2 Sistema de Tabuas Horizontais Pregadas	16
2.1.2.3 Sistema de Tabuas Horizontais Empilhadas ou Sistema de Viga-Pilar	16
2.1.2.4 Sistema com Toras Empilhadas ou “Log Home”	17
2.1.2.5 Sistema Balão e Sistema Plataforma	18
2.2 ACÚSTICA	19
2.2.1 Onda Sonora	19
2.2.2 O Som	20
2.2.2.1 Altura	20
2.2.2.2 Intensidade	21
2.2.2.3 Timbre	21
2.2.2.4 Ruído	22
2.2.3 O Som e o Ser Humano	24
2.2.3.1 O Ouvido Humano	24
2.2.3.2 Espectro Sonoro	25
2.2.3.3 Características do Ruído Sobre a Saúde	26
2.2.3.4 Consequências do Ruído na Saúde	26
2.3 ISOLAMENTO ACUSTICO	27
2.3.1 Índice de Redução Sonora	27
2.3.2 Absorção do Som	28
2.3.3 Isolamento de Paredes para Sons Aéreos	28
2.3.4 Isolamento de Sons de Impacto	28
2.3.5 Materiais Isolantes	29
2.3.5.1 Lã de Vidro	29
2.3.5.2 Lã de Rocha	30

2.3.5.3 Lã de Pet	31
2.4 NORMAS TÉCNICAS REFERENTES AO ISOLAMENTO ACÚSTICO	32
2.4.1 Níveis de ruído para conforto acústico - NBR 10152/2000	32
2.4.2 Edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - NBR 15575/ 2013	32
3 MÉTODO	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Há quanto tempo a empresa está no mercado?	38
4.2 Quais sistemas pré-fabricados são oferecidos?	38
4.3 Qual a espessura e características das paredes?	39
4.4 Qual o sistema mais vendido?	40
4.5 Qual o preço do m ² ?	40
4.6 Aonde são construídas essas casas? (campo, praia, bairros, cidades...) ..	40
4.7 As casas são de 1 ou 2 pavimentos?	41
4.8 Os banheiros são de alvenaria?	42
4.9 A empresa já recebeu algum tipo de reclamação em relação ao isolamento acústico?	42
4.10 Os sistemas atendem a norma de desempenho das edificações habitacionais (nbr 15.575/2013) em relação à acústica?	42
4.11 Existe preocupação com o isolamento acústico? Se sim, qual o isolamento realizado?	43
4.12 A produção de casas de madeira tem aumentado ao longo dos últimos anos?	43
5 CONCLUSÃO	44
6 REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser um sistema ainda em desenvolvimento no país, a casa de madeira é uma excelente alternativa para suprir a carência de moradias no Brasil, atendendo assim uma parcela significativa no mercado da construção civil, disputando mercado com as demais tecnologias disseminadas pelo país.

Segundo o site CeluloseOnline¹, até mesmo o governo, que investe muito pouco neste método, gerando assim algumas poucas ações pontuais e regionais, já vem mudando. Em 2014 foi entregue em Curitiba (PR), o primeiro residencial com casas de madeira, o Moradias Nilo. Foram 66 moradias construídas em Wood Frame em apenas seis meses, através do programa Minha Casa Minha Vida e destinadas a famílias com renda de até R\$ 1,6 mil.

Entretanto ainda há um preconceito em relação a esse tipo de material, fruto da desinformação e a má utilização, principalmente pela falta de mão de obra especializada, gerando uma imagem ruim das construções em madeira. As casas em madeira são conhecidas de forma pejorativas como casas provisórias, pois associam diretamente esse método construtivo com a rapidez de execução, porém sem oferecer qualidade e desempenho satisfatório (VELLOSO, 2010).

A esse respeito, a NBR 15.575/2013 - Norma de desempenho de edificações foi editada para assegurar o bom desempenho das edificações, em geral, qualificando os sistemas construtivos e eliminando sistemas que não atinjam as exigências mínimas. Entre os principais problemas a serem solucionados está o desempenho acústico das edificações, que por anos vem sendo negligenciado na hora da construção, seja para baratear as obras, ou na praticidade na execução, gerando boa parte das reclamações de moradores. (PACHECO, 2012)

Tendo em vista a procura e a necessidade de um bom isolamento acústico, o propósito desse trabalho será averiguar a importância que as empresas da grande Florianópolis estão dando para o aspecto de conforto acústico na hora do projeto e execução das casas de madeira.

¹ Disponível em: < <http://celuloseonline.com.br/> > Acessado em: 12/04

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

A madeira vem sendo empregada na construção de residências desde tempos imemoriais. Ainda hoje, esse tipo de material representa uma alternativa ao uso da alvenaria, em razão da rapidez e do custo de construção. Na região da Grande Florianópolis existem atualmente cerca de 18 empresas que constroem casas de madeira. Entretanto, pouco se conhece a respeito da adequação dessas construções às normas de desempenho acústico, sobretudo a NBR 15.575. Dessa forma o problema de pesquisa deste trabalho é verificar se existe algum tipo de ação ou preocupação por parte das construtoras da região em atender aos requisitos de conforto acústico estabelecidos pela norma.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Pacheco (2012), que analisou livros de ocorrência de cinco diferentes condomínios na grande Florianópolis, a origem dos conflitos entre vizinhos podem ser classificados em cinco grupos principais: animais, barulho, garagem, infraestrutura e vandalismo; sendo que a opção barulho chega a representar mais da metade das reclamações.

Tendo em vista essa grande porcentagem, é importante verificar se estão sendo tomados cuidados para a realização de um bom isolamento acústico em edificações residenciais de madeira, segundo a NBR15.575.

1.3 OBJETIVO GERAL

Verificar quais as medidas tomadas pelas construtoras de casas de madeiras em relação ao desempenho acústico mínimo exigido pela NBR 15.575/2013.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CASAS DE MADEIRA PRÉ-FABRICADAS

Observa-se atualmente que as casas de madeira pré-fabricadas estão se tornando uma opção de escolha para diversas pessoas de diferentes classes sociais quando se trata da construção de um novo imóvel, economizando tempo e dinheiro, construída de forma ecológica.

Nos dias atuais, as casas de madeira já deixaram de serem as típicas casas encontradas no meio rural, atendendo muitas pessoas na área urbana, da classe média à condomínios de luxo, principalmente em condomínios rurais.

2.1.1 Histórico

Segundo Rebocho(2017), o homem viveu por muito tempo em buracos de rochas, fazendo deles seu abrigo, mas assim que começou a sair, a madeira tornou-se a matéria prima utilizada para sua proteção. De maneira a suprir as exigências básicas de algumas tribos aborígenes eram feitas de modo rudimentar armações de ramos ou pequenos troncos, cobertos por folhas, ervas ou cascas de arvores; que posteriormente foram substituídas por esteiras de fibras de palmeiras e que depois serviram para suporte de barro e argila.

Vestígios arqueológicos mostram que já no período neolítico, em aproximadamente 5.000 a.C., já se fabricavam construções utilizando o troncos de madeira e historiadores romanos afirmam que naquela época já se construía usando troncos de secção retangular.

Na Polônia, na Europa, em 700 a.C. existiu um povoado constituído por casas de troncos. Ainda na Europa, próximo dos anos de 1.000 d.C., na Escandinávia, havia casas de troncos dispostos horizontal e verticalmente, sendo mais utilizados o horizontalmente, devido a sua melhor estabilidade estrutural, porém devido aos diversos tipos de acoplamento, havia ainda espaços a serem tapados para evitar a entrada de vento e água.

A partir do século XV, com o desenvolvimento das técnicas de utilizadas para cortar madeira, pouco a pouco, as casas de troncos foram sendo substituídas por casas de tábuas ou troncos retangulares, que permitiam uma melhor estanqueidade e estabilidade.

Segundo Velloso (2010):

A evolução do emprego de peças longas na estrutura para a utilização de peças mais curtas aconteceu em dois momentos. O primeiro momento, no final da Idade Média e após o século XV, ocorreu com o método construtivo conhecido como enxaimel. E o segundo momento, foi o da evolução dos sistemas nervurados, que surgiram com a Revolução Industrial no século XIX. (Velloso, 2010 pg.54)

Essa evolução facilita no transporte e montagem, além de não haver a necessidade de ter grandes troncos, que demandam mais idade para serem cortados.

O enxaimel, no final da Idade Média, consiste em peças estruturais de madeira, preenchidos com alguns tipos de materiais como: saibro, tijolo de barro ou pedras. Porém, por volta do século XVI, os pilares longos que iam do chão a cobertura, foram substituídos por peças curtas, sendo interrompidos a cada pavimento, ligando-se a vigas que formariam a estrutura horizontal do piso e serviriam de plataforma para o próximo pavimento. Possibilitando assim, construções de edificações de 5 ou até mesmo 6 pavimentos.

Já por volta do século XIX, o desenvolvimento das serrarias proporcionado pela revolução industrial, permitiu o surgimento de elementos metálicos para ligação, surgindo assim um sistema denominado nervurado.

Em 1833, com a criação do Sistema Balão a seção transversal das peças de madeira foi reduzida e, no fechamento das paredes, passaram a ser utilizadas tábuas de madeira, que contribuía também para a rigidez estrutural do conjunto.

Em 1920, a evolução do sistema nervurado passou do sistema balão para o Sistema Plataforma, é um sistema estrutural em madeira, composto de planos horizontais formando o piso de cada pavimento, sobre os quais são sobrepostos os planos verticais formando as paredes, e assim sucessivamente.

Em 1960, passaram a ser também produzidos em fábrica os painéis de parede, o que deu início às construções panelizadas. A partir daí, o nível de industrialização dos elementos e componentes evoluiu, primeiramente, para as casas modulares e posteriormente, para as casas totalmente industrializadas (VELLOSO, 2010 apud. SZÜCS, 2007).

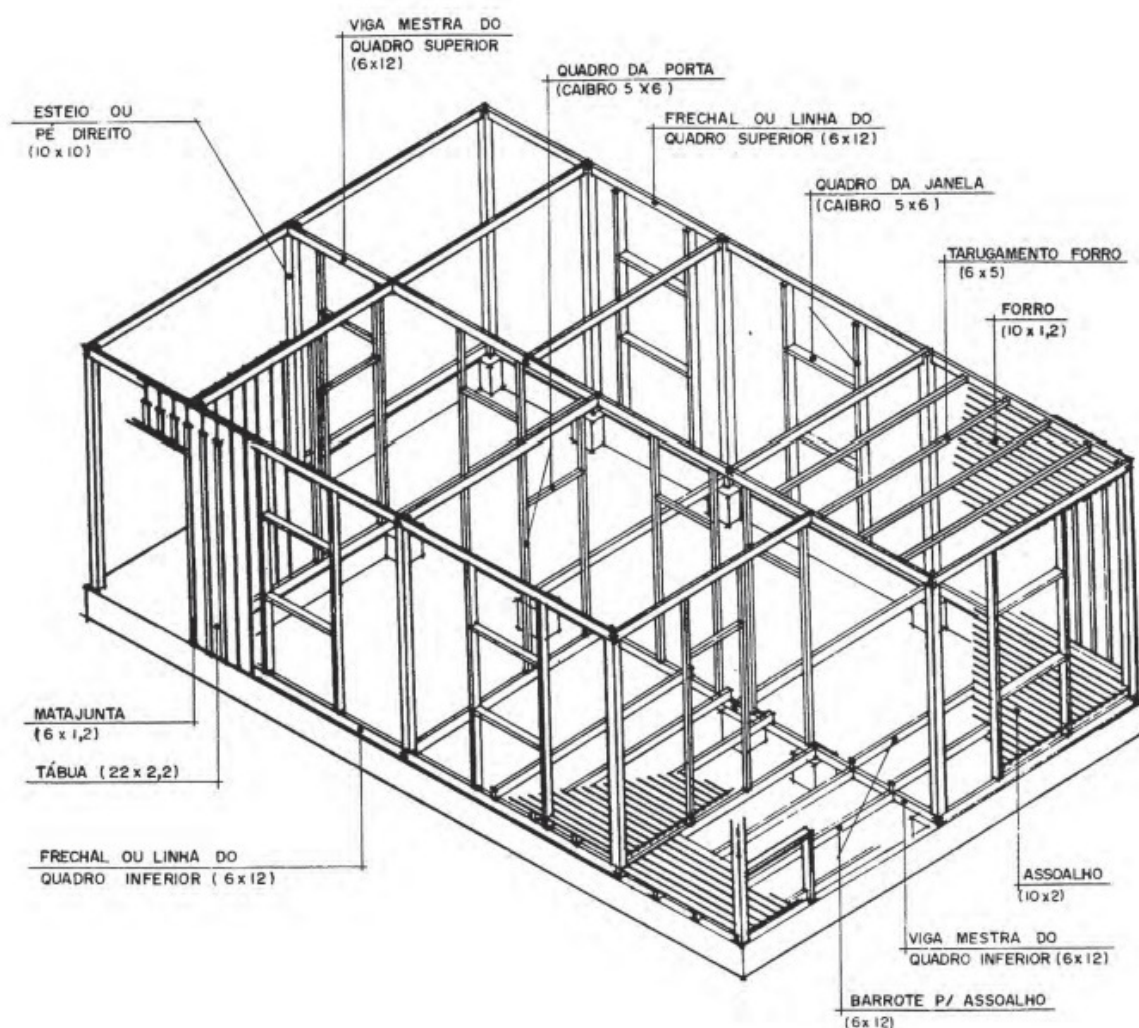
Desde então os sistemas construtivos em madeira vem se aperfeiçoando cada vez mais.

2.1.2 Sistemas Construtivos

Existem muitos exemplos de sistemas construtivos utilizando a madeira como matéria prima, alguns deles serão mostrados a seguir.

2.1.2.1 Sistema “Tábua e mata-junta”

Berriel (2009), explica que esse sistema é composto de um quadro inferior e superior (vigas), interligados através dos esteios (pilares) à estrutura do telhado, e demais estruturas como as vedações horizontais (assoalhos e forros) e verticais (tábua e mata-junta)(Figura 1).



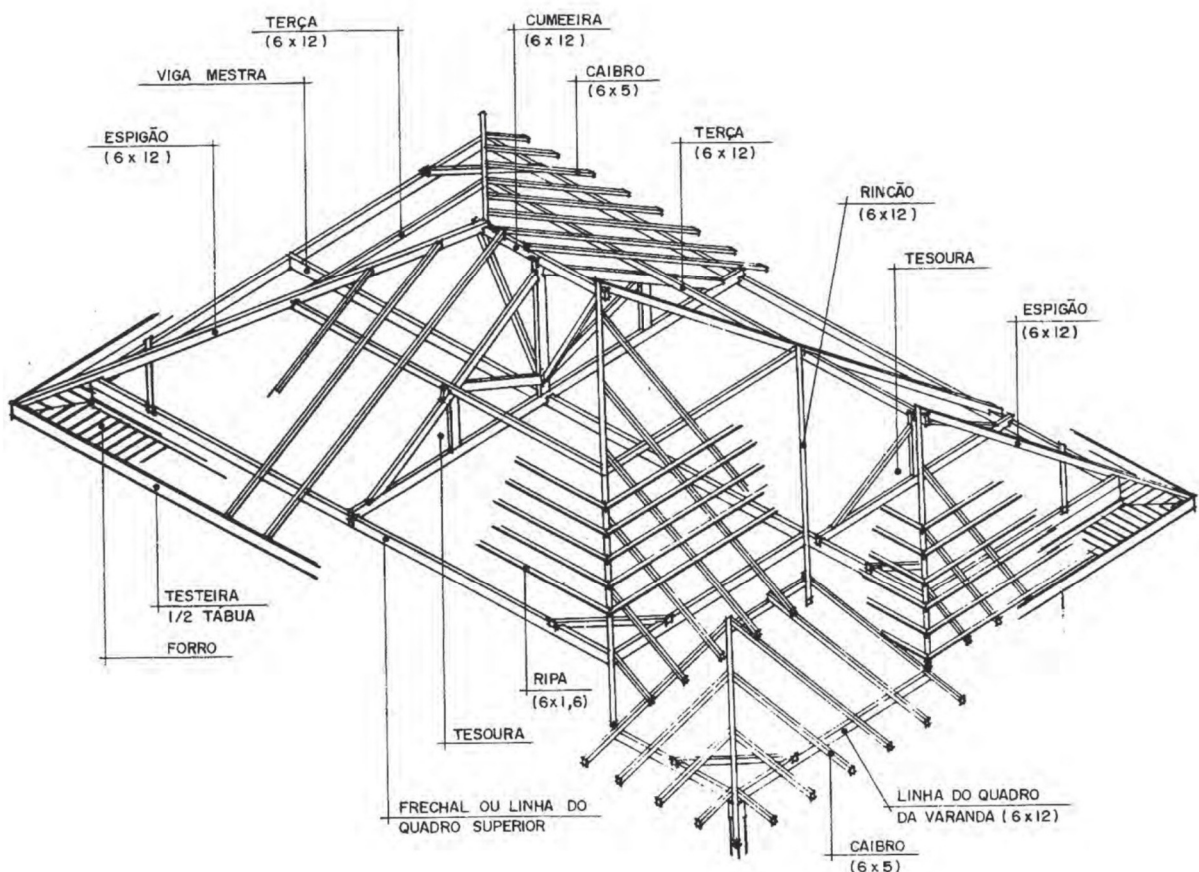
Fonte: (PHILIPPI, 2014)

Figura 1: Esquema estrutural da casa no Sistema “Tábua e mata-junta”

O quadro inferior é composto por vigas prismáticas e constantes, as vigas mestras do centro e extremidades são responsáveis por transferirem as cargas uniformemente aos pilares de alvenaria, além de receberem as vigas do assoalho, denominada barrotes.

O quadro superior possui a mesma configuração do quadro inferior, porém ele é encarregado de transferir as cargas da cobertura para os esteios, ou uniformemente pelas tabuas e mata-junta. Os esteios são encaixados ao quadro inferior e apoiados em pilares de alvenaria, recebendo o quadro superior sobre o conjunto.

A estrutura da cobertura (Figura 2) é “constituída por tesouras e sobre estas a trama de terças, caibros e ripas, onde finalmente se apoiam as telhas”. (BERRIEL, 2009)



Fonte: (PHILIPPI, 2014)

Figura 2: Esquema estrutural do telhado no Sistema “Tábua e mata-junta”

2.1.2.2 Sistema de Tabuas Horizontais Pregadas

Batista (2007) afirma que este sistema construtivo “utiliza tabuas horizontais, pregadas em montantes verticais, com modulação específica” (Figura 3).

O sistema é dividido em duas partes: as áreas úmidas, construídas em alvenarias e as áreas secas, construídas em madeira, podendo ser em parede simples ou dupla com manta isolante (geralmente lã de rocha), ficando com 10cm de espessura final.

A parede apóia-se sobre o baldrame de concreto, fixada a trave inferior e o telhado se apóia sobre o quadro da parede.



Fonte: (BATISTA, 2007).

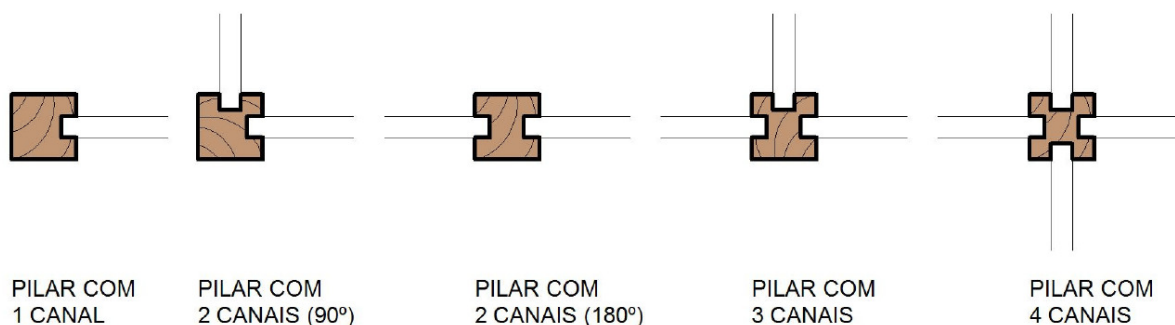
Figura 3: Casa sendo construída no Sistema de tabuas horizontais pregadas.

2.1.2.3 Sistema de Tabuas Horizontais Empilhadas ou Sistema de Viga-Pilar

Esse sistema muito comum é formado por pilares e vigas com canais para o encaixe das tabuas horizontais.

Os pilares possuem secção quadrada com lados de 10,5 cm e são fixados no piso através de pinos metálicos ou parafusos; a quantidade de canais varia com a posição do pilar na obra (Figura 4). Em seguida são colocadas as tabuas horizontais, com 3,5cm de espessura, que possuem encaixe macho e fêmea. Além de fazer o papel de vedação, ajuda no travamento do sistema. A cobertura também é feita em madeira, com telhado convencional: terças e caibros (Figura 5). (LAROCA, 2002) (PHILIPPI, 2014 apud. CASEMA, 1982)

Nesse sistema há a separação dos sistemas construtivos: as áreas úmidas são feitas de alvenaria, e as áreas secas da casa, em madeira. (BATISTA, 2007)



Fonte: (PHILIPI, 2014)

Figura 4: Detalhe da seção dos pilares.



Fonte: (LAROCA, 2002)

Figura 5: Esquema construtivo de uma casa de "Encaixe"

2.1.2.4 Sistema com Toras Empilhadas ou “Log Home”

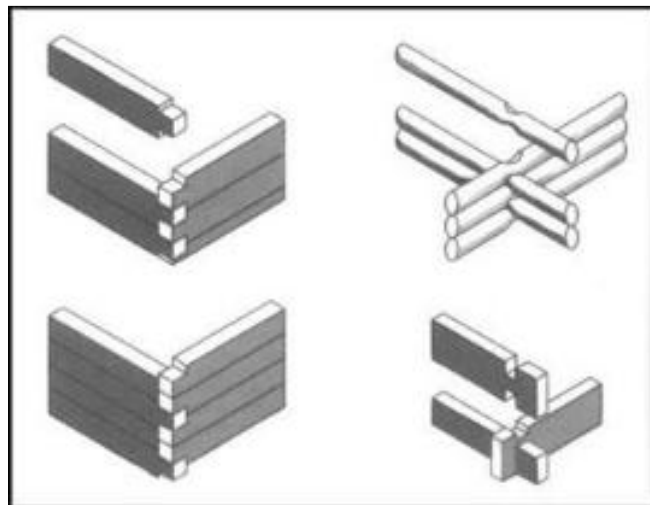
Segundo Paese (2012), este sistema é composto por troncos ou peças maciças de madeira encaixadas horizontalmente um sobre o outro (Figura 6), com travamento nos cantos (Figura 7). Podendo ainda ser classificados em dois tipos: as *Handcrafted* (feita a mão), onde mantém a aparência original de árvores; e as *Fresadas*, constituídas por torras que passaram anteriormente por um processo de pré-corte.

As paredes dos ambientes úmidos são executadas de igual maneira, porém é aplicado posteriormente um revestimento cerâmico. (BATISTA, 2007)



Fonte: <http://www.holzbauveider.com/de/blockhaus> Acessado em: 25/10/17

Figura 6: Sistema Construtivo com Toras Empilhadas



Fonte:(BATISTA, 2007)

Figura 7: Diferentes estilos de encaixes para as toras.

2.1.2.5 Sistema Balão e Sistema Plataforma

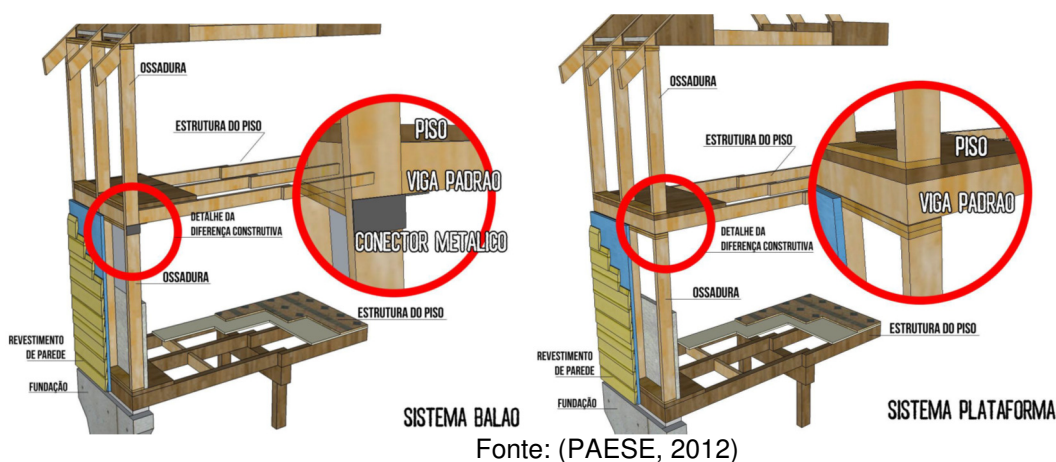
Este sistema diferente do Sistema de Viga-Pilar, apresenta as paredes e o piso, não só com a função de vedação, mas sim como parte do sistema estrutural. (LAROCA, 2002)

Paese (2012), explica que:

No sistema balão (Figura 8), os montantes das paredes são contínuos de um andar para o outro. Consiste de uma estrutura disposta de maneira a formar um diafragma de parede com altura de dois pavimentos. Para isso, os montantes verticais e batentes das paredes externas e de algumas divisórias internas são contínuos, com pé-direito duplo, desde a fundação até as peças horizontais superiores, que ficam abaixo da estrutura do telhado. Os elementos horizontais, por sua vez, ocupam o lugar das soleiras no sistema plataforma, são pregados nos montantes, funcionando como cinta horizontal da construção. (PAESE, 2012 pg.63)

O Sistema Plataforma (Figura 9) se aprimorou, tendo como principal diferença os montantes de mesma altura do pavimento; e os barrotes, são montados de maneira independente das paredes, criando uma plataforma para se montar as próximas paredes e divisões.

Neste sistema se faz uso de elementos de mesmo comprimento que o pé direito. Sobre os montantes são apoiadas as soleiras, onde se apóiam as vigas secundárias, sobre o revestimento contínuo (réguas do piso) é colocado uma nova soleira ou plataforma. (PAESE, 2012)



Fonte: (PAESE, 2012)

Figuras 8 e 9: Sistema Balão e o Sistema Plataforma.

2.2 ACÚSTICA

2.2.1 Onda Sonora

Para Penteado (1998), “onda é uma perturbação de um meio elástico, ou de um corpo oscilante, que se propaga transpondo energia e quantidade de movimento”. Elas são classificadas pela direção em que se propagam, podendo ser

Unidimensionais, Bidimensionais (circulares ou retas) ou Tridimensionais (planas ou esféricas); ou ainda classificadas pela maneira em que se propagam, sendo denominadas Longitudinais ou Transversais.

2.2.2 O Som

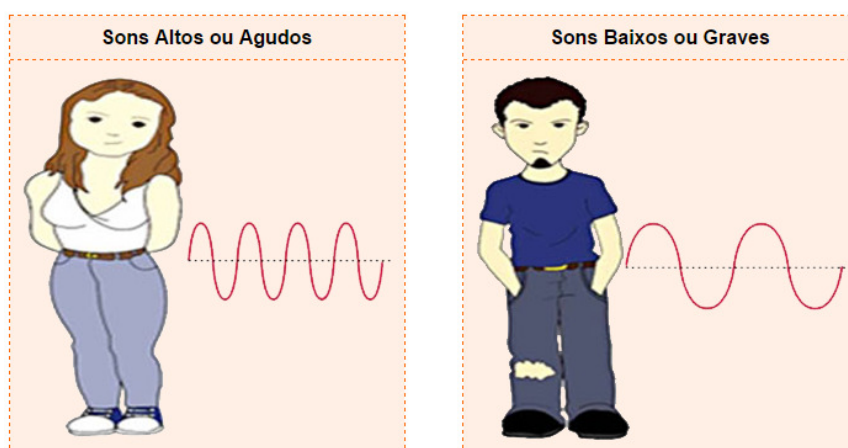
As Ondas sonoras são ondas de pressão, ou seja, ondas que se propagam a partir das variações da pressão do meio, classificando-as em ondas mecânicas, logo não se propagam no vácuo. (PENTEADO, 1998)

Todo som possui três características principais que o distingue dos demais. São elas: sua **altura**, **intensidade** e **timbre**.

2.2.2.1 Altura

A altura do som depende da frequência de sua onda sonora. Um som de grande frequência é agudo e um de menor frequência é grave (Figura 10). (MÁXIMO, 2003)

A frequência da voz num ser humano varia entre os 85 Hz e os 1100 Hz, na maioria das vezes as mulheres possuem uma voz mais aguda, enquanto os homens uma voz mais grave. (PENTEADO, 1998)



Fonte: Site: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_06.html) Acessado em: 08/07/17

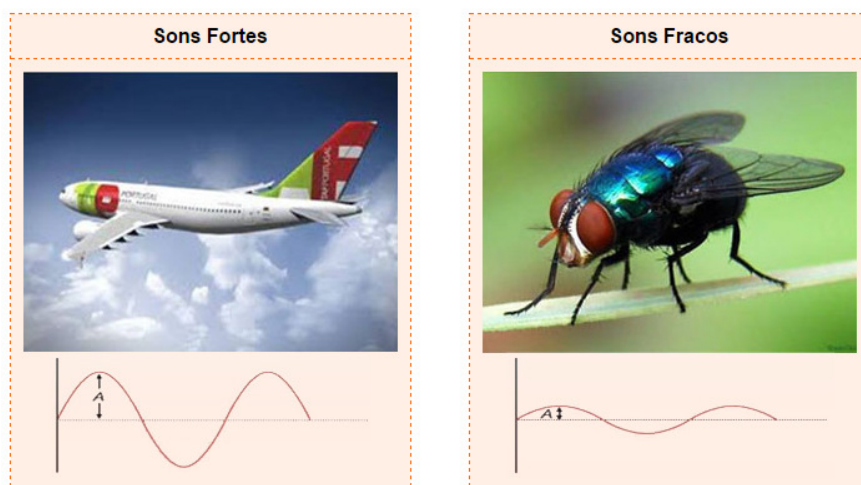
Figura 10: Exemplo de altura de um som

2.2.2.2 Intensidade

A Intensidade sonora é uma propriedade que nosso ouvido possui de perceber a energia transportada pelo som, relacionada com a amplitude da onda. (PENTEADO, 1998)

Para Maximo (2003), o som de uma explosão é “forte” e o balançar de uma folha ao vento é “fraco”, porém fisicamente atribuímos ao som da explosão um som de grande intensidade e a folha ao vento de pequena intensidade.

Outro exemplo seriam as turbinas do avião e o bater de asas de uma mosca, o primeiro é “forte”, já o segundo é “fraco” (Figura 11).



Fonte: Site: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_06.html) Acessado em: 08/07/17

Figura 11: Exemplo de intensidade de um som

2.2.2.3 Timbre

O timbre é a característica que permite diferenciar dois sons de mesma altura e mesma intensidade, produzido por fontes diferentes (Figura 12). (PENTEADO, 1998)

Ou seja, mesmo se os instrumentos tocarem a mesma nota distingue-se facilmente o som de cada um, como se pode ver na imagem onde cada instrumento com a mesma nota possui freqüências diferentes.



Fonte: (Site: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_06.html) Acessado em: 08/07/17

Figura 12: Exemplo de timbre de um som

2.2.2.4 Ruído

Ruído é qualquer som indesejável ou desagradável percebido pelo receptor. (MARCO, 1982)

Fernandes (2002) define ruído fisicamente como “todo fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos definidos”.

Segundo Lima (2011), ruídos podem ser classificados em:

Ruídos Contínuos (Figura 13) - “São aqueles cuja variação de nível de intensidade sonora é muito pequena em função do tempo”



Fonte: (LIMA, 2011)

Figura 13: Representação gráfica de um ruído contínuo.

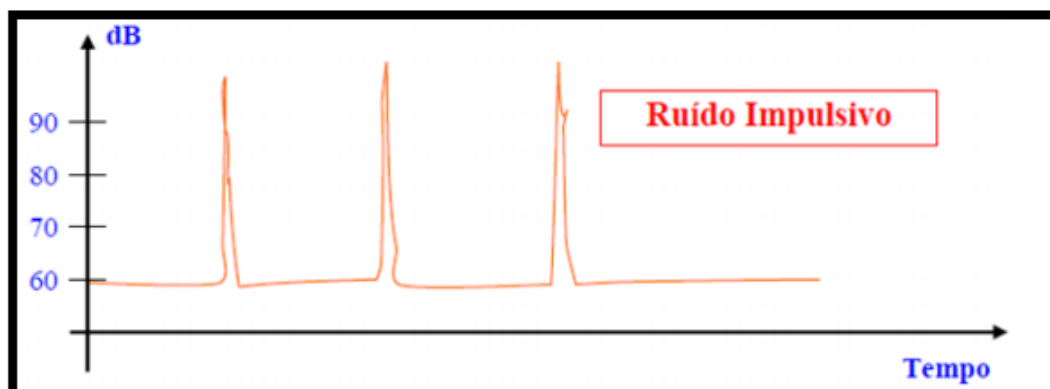
Ruídos Intermitentes ou Flutuantes (Figura 14) - “São aqueles que apresentam grandes variações de nível em função do tempo.”



Fonte: (LIMA, 2011)

Figura 14: Representação gráfica de um ruído flutuante.

Ruídos Impulsivos, ou de Impacto (Figura 15)–“Apresentam altos níveis de intensidade sonora, num intervalo de tempo muito pequeno.”



Fonte: (LIMA, 2011)

Figura 15: Representação gráfica de um ruído impulsivo.

Já Fernandes (2013) complementa dizendo que além dos três tipos de ruídos, ainda existem mais dois. São eles Tonal e os de Baixa Frequência.

2.2.3 O Som e o Ser Humano

2.2.3.1 O Ouvido Humano

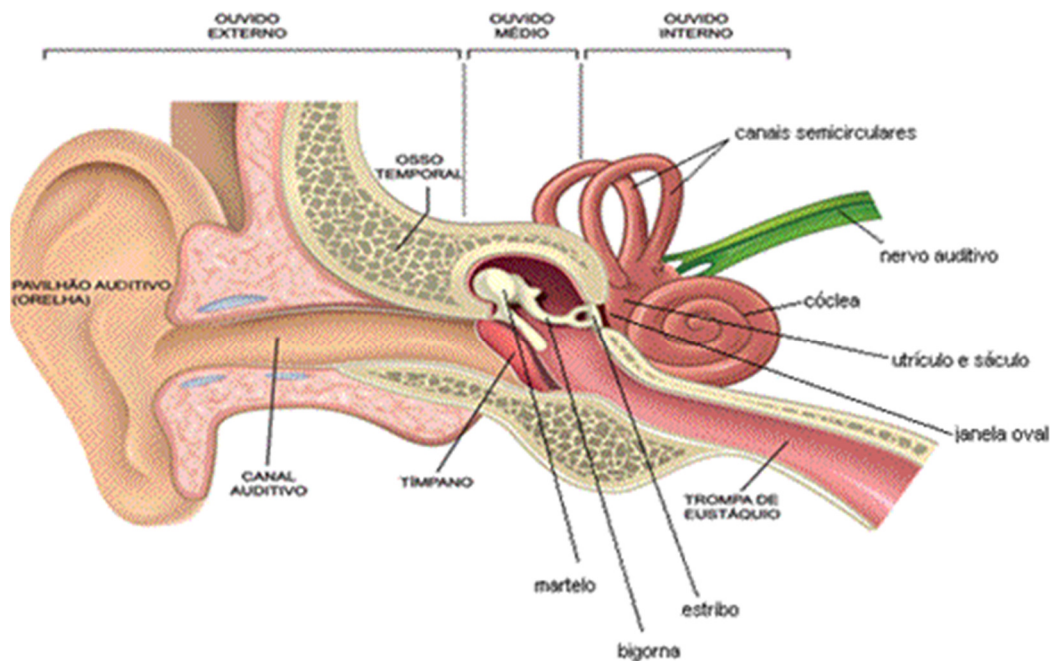
O ouvido humano (Figura 16) tem a função de converter a energia de vibração das ondas sonoras em energia elétrica, essa energia é então enviada ao cérebro através de impulsos elétricos que se propagam pelas terminações nervosas. (PENTEADO, 1998)

Máximo (2003), explica de maneira didática o processo da percepção do som pelos seres humanos:

Ao atingirem a orelha, as ondas sonoras são dirigidas através do canal auditivo até o tímpano, que pequenas ondas sonoras são capazes de colocá-lo em vibração.

Essas vibrações são repassadas para uma sequência de três ossos, amplificando as vibrações durante esse processo.

Finalmente essas vibrações atingem o ouvido interno (ou cóclea). A cóclea possui pelos muito pequenos, que quando colocados em vibração, estimulam as células nervosas, que por meio do nervo auditivo enviam sinais ao cérebro. Gerando assim, a percepção do som.



Fonte: (site: <http://alunosonline.uol.com.br/biologia/audicao-um-dos-orgaos-dos-sentidos.html>)
Acessado em: 15/07/17

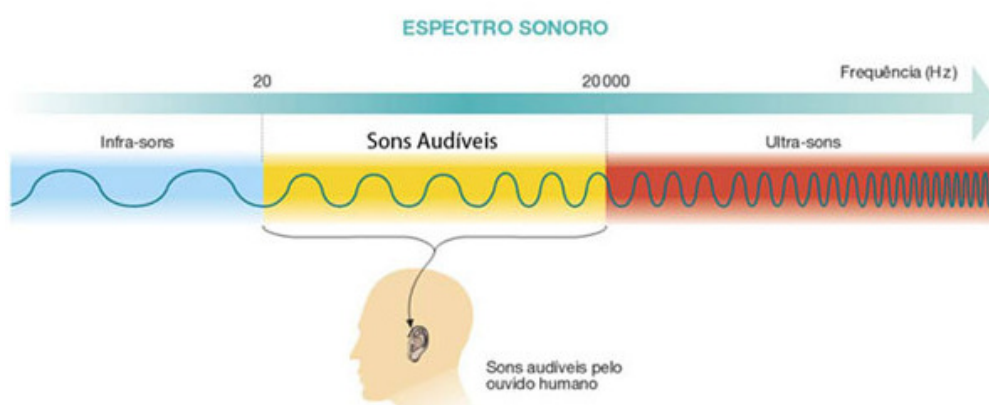
Figura 16: Ouvido Humano

2.2.3.2 Espectro Sonoro

Já se sabe que o ouvido humano é capaz de captar sons de frequências entre 20Hz e 20.000Hz (Figura 17), porém não basta que o som esteja apenas dentro desse intervalo, é necessário também que o mesmo tenha uma intensidade mínima, para que a energia transportada seja capaz de colocar o tímpano em vibração. (MÁXIMO, 2003)

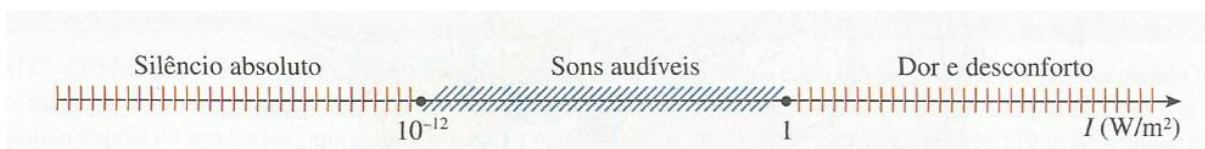
Penteado (1998) afirma que :“Para que uma onda sonora seja audível para um ser humano, ela deve ter uma intensidade mínima de 10^{-12} W/m^2 . Abaixo desse valor teríamos o silêncio absoluto.”

Obviamente existe um intervalo audível (Figura 18), pois sons com intensidade muito elevada transportariam muita energia podendo acabar provocando danos aos tímpanos. Experimentalmente, sons com intensidade superior a 1 W/m^2 causam desconforto e dor nos ouvidos. (PENTEADO, 1998)



Fonte: (Site: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html) Acessado em: 15/07/17

Figura 17: Espectro Sonoro.



Fonte: (PENTEADO, 1998)

Figura 18: Intervalos de intensidades do som.

2.2.3.3 Características do Ruído Sobre a Saúde

Ana Fernandes (2013) aponta uma série de características que podem vir a tornar um ruído prejudicial a nossa saúde. São eles:

- Intensidade do Ruído - Intensidades entre os 80 e os 87 dB(A). Sendo que a partir de 85 dB(A), já é fortemente lesivo ao ser humano.
- Frequência do Ruído - Sons com maior frequência se tornam mais perigosos (Superiores a 1.000 Hz).
- Tempo de Exposição - Os danos provocados pelo ruído estão diretamente relacionados com a duração de exposição e a quantidade de energia interna que chega ao ouvido interno.
- Susceptibilidade individual – Apesar de difícil comprovação, sabe-se que algumas pessoas possuem maior sensibilidade ao ruído, tendendo assim a sofrerem maiores danos quando expostas a ele.
- Idade – Existe ainda a possibilidade de, os efeitos se somarem a perda de audição pelo próprio processo de envelhecimento, favorecendo o aparecimento da lesão auditiva.
- Natureza do Ruído - “A exposição intermitente é menos lesiva do que a exposição contínua. Os ruídos permanentes lesionam menos que os pulsados, a igual intensidade, devido à subjugação que se procede no ouvido médio”.

2.2.3.4 Consequências do Ruído na Saúde

Ana Fernandes (2013) diz que trabalhos científicos apontam 39 dB(A) ou menos, como nível de ruído para uma pessoa relaxar totalmente durante sono, já a Organização Mundial de Saúde estabelece 55 dB(A), como nível médio diário para se viver bem.

E complementa dizendo que para qualquer situação ou atividade, ruídos acima de 75 dB(A) passam a ser considerados agente de desconforto.

Segundo João Fernandes (2002), quando uma pessoa é submetida a exposição de ruído de níveis elevados, provoca uma reação de todo o organismo, desde irritação e incomodo, até mudanças na produção de hormônio da tiróide e Hipertensão arterial.

Os efeitos também podem ser sentidos durante o sono, onde ruídos acima de 39 dB (A) já provocam uma diminuição de sono; e há as conseqüências secundarias (no dia seguinte) como: mudança na disposição, mudança no rendimento, perda da eficiência, queda de atenção, aumento do risco de acidentes.

2.3 ISOLAMENTO ACUSTICO

Costa (2003) afirma que há três caminhos diferentes por onde o som pode passar de um ambiente para o outro; sejam os dois fechados ou um fechado e outro aberto, são eles:

- Pelo ar, através das aberturas em portas, janelas, grades de ventilação, etc;
- Pela própria estrutura da construção;
- Ou ainda através da superfície de portas e janelas fechadas, forros, pisos, etc.

Polli (2007 apud SHARLAND,1979) complementa que além da energia transmitida, ocorrem outros três fenômenos, uma parte é refletida, outra parte é absorvida e transformada em calor e uma terceira parte percorre o elemento para outras locais da estrutura.

2.3.1 Índice de Redução Sonora

Segundo Polli (2007), o índice de Redução sonora (R), é a “energia perdida durante a transmissão de um ambiente para outro, através de um elemento”. Ou seja, quanto maior o índice, menor é a quantidade de energia transportada através do elemento e maior é sua capacidade de isolamento.

Polli (2007) afirma que “o índice de redução sonora depende da frequência incidente e das características dos elementos, tornando-se o parâmetro mais conveniente de ser utilizado, pois independe do local de medição”.

2.3.2 Absorção do Som

Materiais comumente utilizados para absorver o som, são fibrosos ou porosos, pois há a dissipação da energia através do atrito e viscosidade do ar, quando na passagem da onda sonora, movimenta as moléculas de ar no interior do material, transformando-a em calor. (COSTA, 2003; BISTAFA, 2006)

Essa parcela de energia absorvida é o que caracteriza o coeficiente de absorção sonora, variando da natureza de cada material. (COSTA, 2003)

Bistafa (2006) complementa dizendo que o coeficiente de absorção varia não só pelas características físicas do material, bem como a frequência do som incidente e as características construtivas.

2.3.3 Isolamento de Paredes para Sons Aéreos

É fato que uma parede que separa dois recintos reduz a transmissão sonora entre eles, já que uma frente de onda ao incidir sobre a parede encontra um meio com características diferentes das do ar em que se propagava. A onda deve então atravessar a parede para encontrar o ar do local adjacente.

Toda vez que acontece uma mudança do meio em que a frente de onda se propaga, haverá uma diminuição na intensidade sonora para o meio seguinte. Logo a parede promove uma diminuição da intensidade, pois há a mudança do ar para a parede e da parede para o ar. (BISTAFA, 2006)

2.3.4 Isolamento de Sons de Impacto

Os sons gerados sobre a laje de um apartamento podem gerar incômodos ao vizinho imediatamente de baixo, pois a laje transmite essa energia de contato em uma ampla faixa de frequências.

Experiências de campo apontam que mesmo a laje sendo espessa e densa, o nível sonoro ainda é muito alto. Embora, aumentar a espessura da laje diminua os níveis sonoros, é um método pouco adotado, devido ao aumento de custos e problemas estruturais. (BISTAFA, 2006)

O ideal seria atuar diretamente na superfície, utilizando superfícies macias que amenizam o impacto como tapetes, placas de borracha ou cortiças, porém nem

sempre são possíveis ou suficientes, tendo que haver uma separação entre as superfícies por estruturas independentes ou o piso flutuante. (MARCO, 1986)

O piso flutuante é uma laje de concreto apoiado sobre um material flexível (lã de vidro, lã de rocha, coxins de borracha, poliestireno expandido elastizado), uniformemente distribuído, que por sua vez apóia-se na laje estrutural, impedindo qualquer contato do piso com o forro inferior, até mesmo na sua junção o piso estará separado da parede por de baixo do rodapé. (MARCO, 1986; BISTAFA, 2006)

2.3.5 Materiais Isolantes

Existem muitas técnicas e materiais que são utilizados no isolamento acústico de uma residência, a seguir serão abordados os mais comercializados, que podem ser utilizados na construção em madeira na grande Florianópolis, produtos esses que foram indicados pela ISOSOM² durante uma visita a sua loja.

2.3.5.1 Lã de Vidro

Catai et al (2006); asseguram que a Lã de Vidro (Figura 19): “é um componente formado a partir de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto forno”, e pode ser obtida na forma de manta, nos tipos manta ensacada com polietileno, manta aluminizada, manta revestida e manta de fibro-cerâmica.

Os comerciantes ISOVER³ e OWENS CORNING⁴, complementam que além de ser um bom isolante acústico, auxilia no conforto térmico, é incombustível, evita a proliferação de fungos e bactérias, e ainda é de fácil instalação e possui longa durabilidade.

² Empresa especializada em Isolamento Acústico.

³ Disponível em: <http://www.isover.com.br/> Acessado em:25/11/17

⁴ Disponível em: <http://www.owenscorning.com.br/> Acessado em:25/11/17



Fonte: (Site: <http://www.isover.com.br/construcao-civil/la-de-vidro-para-drywall/feltro-wallfelt>)
Acessado em: 25/11/17

Figura 19: Lã de Vidro

2.3.5.2 Lã de Rocha

Segundo Catai et al(2006); esse material é composto por fibras originadas de basalto aglomerado com resina sintética (Figura 20).

Segundo os fabricantes LA ROCHA⁵ e ROCK FIBRAS⁶, além das propriedades como isolante acústico, o material é incombustível, possui baixa condutividade térmica, é quimicamente inerte e é de fácil manuseio.

Podem ser encontrado na forma de Feltros flexíveis sem nenhum tipo de revestimento, ou ainda com revestimento em papel alumínio, papel Kraft, papel vinílico branco e até com uma das faces com tela de arame galvanizado.

⁵ Disponível em: <http://www.larocha.com/> Acessado em: 25/11/17

⁶ Disponível em: <https://www.rockfibras.com.br/> Acessado em: 25/11/17



Fonte: (Site: <http://www.larocha.com/?produtos=feltros&larocha=produtos>) Acessado em: 25/11/17

Figura 20: Lã de Rocha

2.3.5.3 Lã de Pet

Segundo seus produtores EcoFiber⁷ e Trisoft⁸, além do desempenho acústico, o material é ecologicamente correto e totalmente reciclável, não alérgica, não mofa com umidade, é de fácil transporte e instalação.

Pode ser comercializada na forma de Rolos ou placas de diferentes tamanhos.



Fonte: <https://www.trisoft.com.br/portfolio/tech-felt/> Acessado em: 25/11/17

Figura 21: Lã de Pet

⁷ Disponível em: <http://www.ecofiber.ind.br/> Acessado em: 25/11/17

⁸ Disponível em: <https://www.trisoft.com.br/> Acessado em: 25/11/17 <https://www.trisoft.com.br/>

2.4 NORMAS TÉCNICAS REFERENTES AO ISOLAMENTO ACÚSTICO

A normatização se faz necessária, pois gera referenciais de qualidade, já que a maioria dos usuários não possui conhecimento técnico para avaliar certos aspectos. Assim, as normas asseguram uma qualidade mínima nas habitações. (POLLI, 2007)

2.4.1 Níveis de ruído para conforto acústico - NBR 10152/2000

Esta norma “Fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos”.

Tabela 1 - Valores dB(A) e NC

Locais	dB(A)	NC
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45

Fonte: ABNT NBR 10.152/2000 - Níveis de ruído para conforto acústico

Figura 22: Amostra da tabela com valores em dB correspondentes para cada ambiente.

2.4.2 Edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - NBR 15575/ 2013

A NBR apresenta características para o isolamento acústico adequado das vedações externas, para sons aéreos vindos do exterior; e entre áreas comuns e privativas, de ambientes habitacionais distintas, para ruídos aéreos e ruídos de impacto.

A NBR 15575/2013, é subdividida em seis partes, porem será abordado apenas quatro, que são aquelas que abordam sobre os critérios relacionados a acústica.

Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos

Esta parte de NBR apresenta os requisitos e critérios para a verificação do isolamento acústico, já que os sistemas de pisos que separam as unidades habitacionais devem garantir um conforto acústico tanto para sons aéreos (TV's, conversações, etc...), tanto para ruídos de impacto (passos, móveis sendo arrastados, etc...).

Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais externas e internas

Os sistemas de vedações verticais internas além de desenvolverem o papel de separação de diferentes ambientes, tem como objetivo garantir um bom isolamento acústico aos ruídos aéreos.

Segundo a NBR 15575 “O estabelecimento do nível de desempenho deve ser compatível com o nível de ruído de fundo do local de implantação da obra”. E os níveis de ruído de fundo são estipulados de acordo com o uso para qual foi determinada a dependência da edificação.

Esta parte da NBR, ainda estabelece os valores recomendados para diferentes situações de vedação externa.

Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas

O conjunto fachada/cobertura deve proporcionar um bom isolamento acústico de ruídos aéreos provenientes do exterior (tráfego de veículos, aviões, ferrovias...), e caso trate-se de uma cobertura de comum acesso, garantir o isolamento acústico para ruídos de impacto (passos, móveis sendo arrastados...).

A norma trás os valores mínimos de desempenho acústico nessas situações.

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

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

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

Fonte: ABNT NBR 15.575/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho

Figura 23: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, de vedação externa de dormitórios.

Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários

Existem requisitos tanto para os ruídos gerados durante um período de tempo correspondente ao ciclo de operação do equipamento como para os níveis sonoros máximos produzidos instantâneos. Recomenda-se que sejam observados simultaneamente para atender a um nível de desempenho.

3 MÉTODO

O Trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira etapa tratou de realizar uma revisão bibliográfica sobre os temas: casas de madeira, os princípios de acústica, a percepção sonora, o isolamento acústico e as normas pertinentes.

A segunda etapa consistiu em uma pesquisa de campo entre setembro e novembro de 2017, com a aplicação de um questionário em 18 construtoras de casas de madeira, espalhadas pela região da grande Florianópolis, de modo a se obter resultados mais homogêneos.

Esse número foi adotado para abranger todas as construtoras de casas de madeiras na região de Florianópolis, até a data da aplicação dos questionários.

Todas as construtoras visitadas estão localizadas nas figuras abaixo, tendo em vista que as figuras 25 e 26 são uma aproximação para melhor visualização dos marcadores que se sobrepuseram na figura 24.



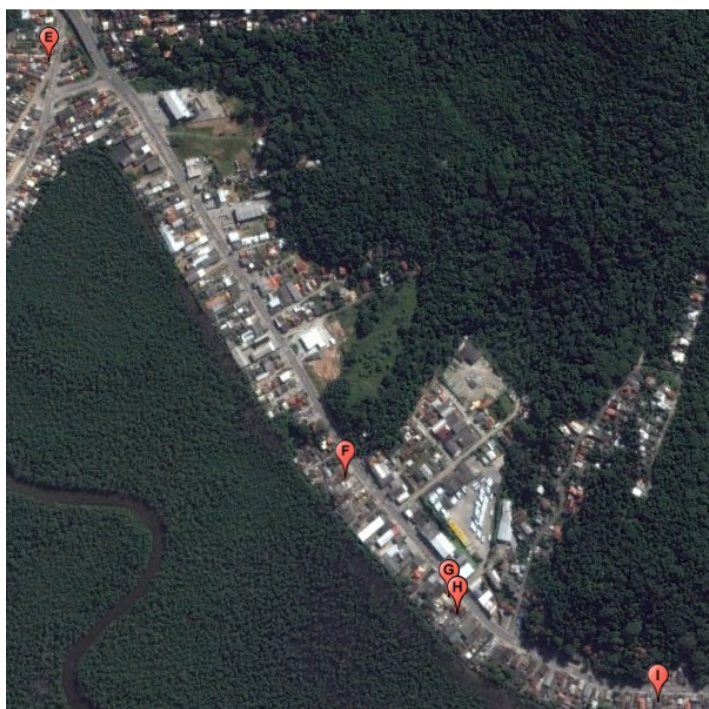
Fonte: Print do Google Eart (Editado pelo autor)

Figura 24: Localização das construtoras visitadas na região de Florianópolis



Fonte: Print do Google Eart (Editado pelo autor)

Figura 25: Detalhe da localização das construtoras visitadas, na região da BR-101 (Palhoça)



Fonte: Print do Google Eart (Editado pelo autor)

Figura 26: Detalhe da localização das construtoras visitadas, na região da SC-405 (Florianópolis)

A aplicação do questionário foi precedida de um pré-teste com uma empresa selecionada. Segundo GIL (2008), esse pré-teste é de grande valia antes de se aplicar o questionário definitivo. Por intermédio dele, é possível verificar-se a pertinência das questões, sua complexidade, e eventuais falhas. Assim que concluído o pré-teste, foram aplicados os questionários nas construtoras.

As perguntas foram selecionadas de forma a não tornar o questionário exaustivo e responder ao problema de pesquisa.

1. Há quanto tempo a empresa está no mercado? _____ anos.
2. Quais sistemas pré-fabricados de madeira são oferecidos? _____ _____
3. Qual a espessura e características das paredes? _____ _____
4. Qual o sistema mais vendido? _____ _____
5. Qual os preços do m ² ? _____ _____
6. Aonde são construídas essas casas? (Campo, praia, bairros, cidades...) _____ _____
7. As casas são de 1 ou 2 pavimentos? _____ _____
8. Os banheiros são de alvenaria? () Sim () Não
9. A empresa já recebeu algum tipo de reclamação em relação ao isolamento acústico? _____ _____
10. Os sistemas atendem a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013) em relação à acústica? () Sim () Não () Não Sabe
11. Existe preocupação com o isolamento acústico? Se Sim, qual o isolamento realizado? () Sim () Não _____
12. A produção de casas de madeira tem aumentado ao longo dos últimos anos? () Sim () Não () Não Sabe

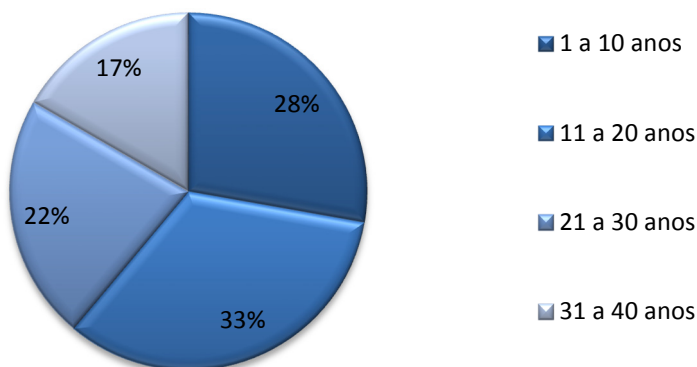
Fonte: Autor

Figura 27: Questionário aplicado às construtoras

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Há quanto tempo a empresa está no mercado?

Analisando o gráfico, percebe-se que 72% das empresas já estão no mercado há mais de 10 anos, mostrando assim que as construções em madeira já são utilizadas a um período significativo de tempo.

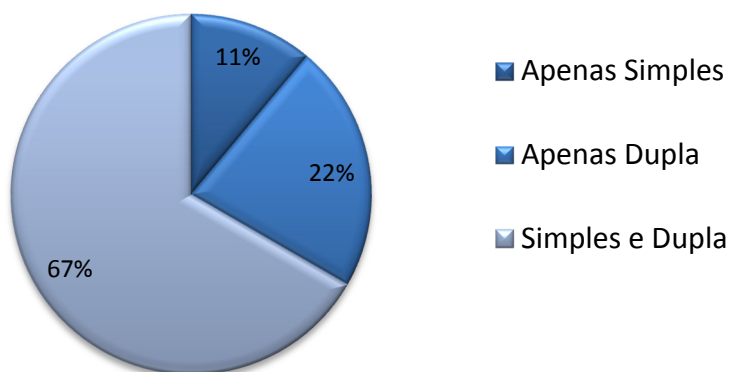


Fonte: Autor

Gráfico 1: Tempo das empresas no mercado.

4.2 Quais sistemas pré-fabricados são oferecidos?

Pelo menos 89% das fabricantes de casa de madeira oferecem casas de parede dupla. Esse fato indica que há possibilidade construtiva de se inserir algum tipo de material isolante entre as camadas de paredes.

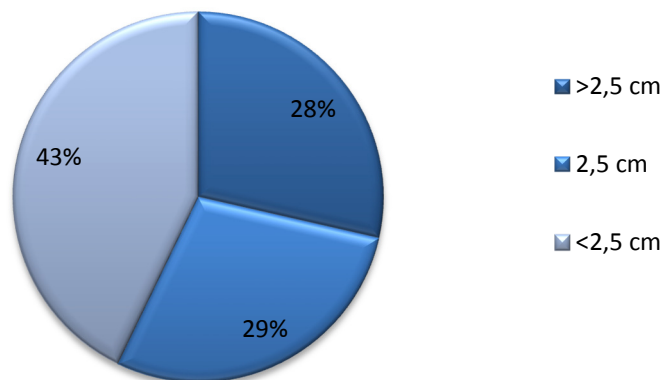


Fonte: Autor

Gráfico 2: Sistemas pré-fabricados oferecidos.

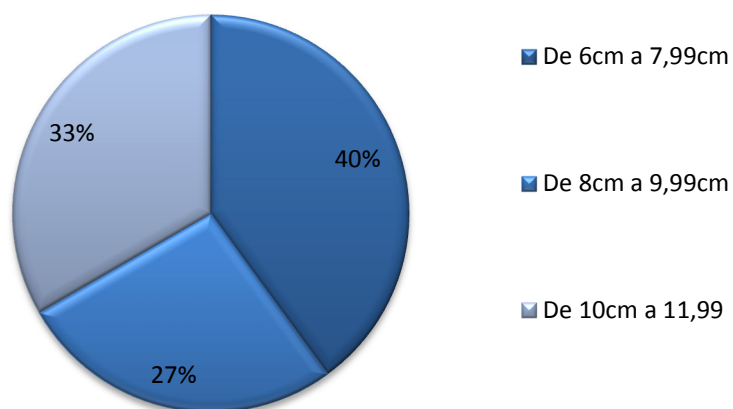
4.3 Qual a espessura e características das paredes?

As paredes simples ofertadas variam de 2 a 3,5 cm. Já as paredes duplas variam de 6 a 11,5 cm.



Fonte: Autor

Gráfico 3: Espessuras das paredes simples.



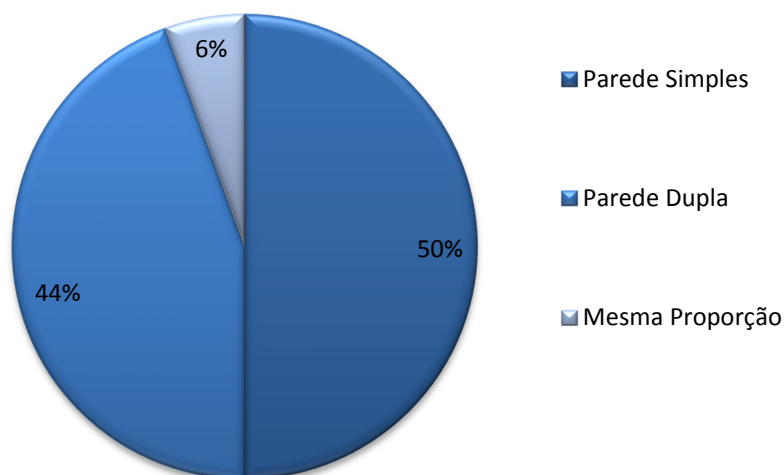
Fonte: Autor

Gráfico 4: Espessuras das paredes duplas.

Em relação aos tipos de madeiras empregados, as mais comuns são o Pinus Tratado e o Angelim Pedra, mas há a presença de madeiras como a Garapeira e Eucalipto.

4.4 Qual o sistema mais vendido?

Percebe-se que em 50% das construtoras de casas de madeira, o sistema de parede simples é o mais vendido.



Fonte: Autor

Gráfico 5: Sistemas mais vendidos.

4.5 Qual o preço do m²?

Os preços por m² variam de R\$ 750,00 a R\$ 1.400,00 nas paredes simples, e de R\$ 850,00 a R\$ 1.800,00 nas paredes duplas. Essa grande variação de preço é devido principalmente à madeira utilizada na hora da construção e mão de obra disponibilizada pela construtora.

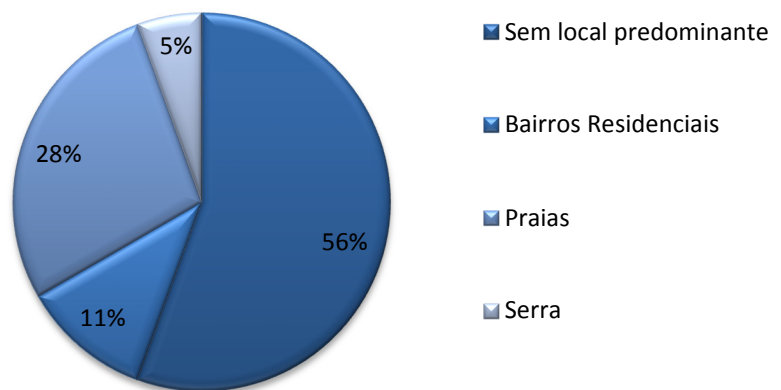
Essa diferença de até 240% no valor do m² é o que faz 50% das construtoras de casas de madeira venderem mais o sistema de parede simples do que o de parede dupla, tornando assim o projeto mais em conta.

4.6 Aonde são construídas essas casas? (Campo, praia, bairros, cidades...)

No geral não há local específico para a construção em casa de madeira, como demonstrado no gráfico essa parcela representa 56%.

A segunda maior parcela correspondem a construtoras que constroem mais em praias, tendo em vista que muita gente utiliza da casa de madeira como uma alternativa barata para ter sua “casa na praia”.

E ao contrario do que se esperava na hipótese desse trabalho, pouco se constrói na serra.

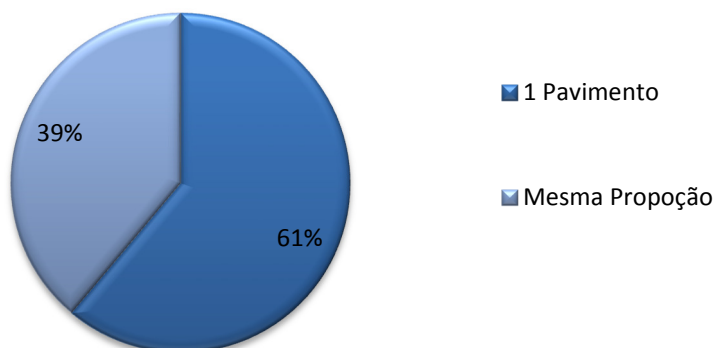


Fonte: Autor

Gráfico 6: Locais onde as construtoras mais constroem.

4.7 As casas são de 1 ou 2 pavimentos?

Percebe-se que a maior incidência é pela procura por casas de apenas um pavimento, apesar de 39% das construtoras afirmarem vender na mesma proporção.



Fonte: Autor

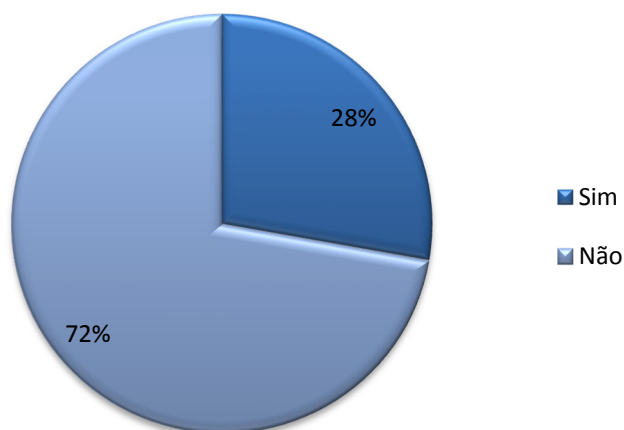
Gráfico 7: Construção de casas de 1 ou 2 pavimentos.

4.8 Os banheiros são de alvenaria?

Todos os fabricantes de casa de madeira constroem em alvenaria os banheiros das residências, isso atenua o barulho da tubulação embutida nas paredes na hora de um banho, utilização de pia ou descarga.

4.9 A empresa já recebeu algum tipo de reclamação em relação ao isolamento acústico?

Apenas 28% das construtoras já receberam algum tipo de reclamação em relação ao isolamento acústico. Entretanto alguns dos entrevistados que nunca receberam nenhuma reclamação desse tipo, afirmaram que os compradores tinham consciência de que as casas de madeira não ofereciam bom isolamento acústico.



Fonte: Autor

Gráfico 8: Reclamações para construtoras referente ao isolamento acústico.

4.10 Os sistemas atendem a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013) em relação à acústica?

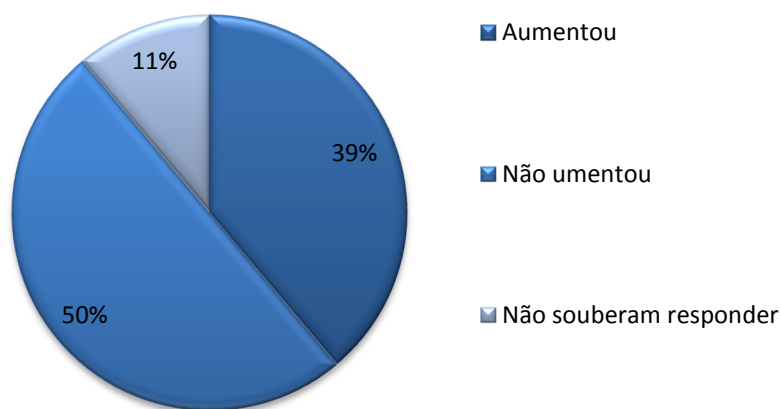
Apenas uma construtora de casas de madeira afirmou que suas casas atendem ao desempenho acústico mínimo apontado pela NBR 15.575/2013, porém não apresentou informações e resultados concretos para comprovar esta afirmação. As demais alegaram não conhecer a norma e seus requisitos.

4.11 Existe preocupação com o isolamento acústico? Se Sim, qual o isolamento realizado?

Quando perguntado para as construtoras se as mesmas executavam alguma medida para aumentar o isolamento acústico, todas responderam que não, porém algumas delas alegaram dar a oportunidade do cliente, por conta própria, de inserir algum isolamento acústico.

4.12 A produção de casas de madeira tem aumentado ao longo dos últimos anos?

Das construtoras entrevistadas 39% alegou que a produção de casas aumentou, em contra partida, outros 50% falaram que a produção não só se manteve estável, como em alguns casos mencionaram ter uma pequena diminuição pela procura.



Fonte: Autor

Gráfico 9: Produção de casas de madeira nos últimos anos.

5 CONCLUSÃO

Com a edição da NBR 15.575/2013, norma que parametriza o desempenho das edificações, o isolamento acústico deveria receber uma atenção especial por parte das construtoras, já que passou a ser um dos critérios objetivos de cobrança de requisitos mínimos por parte dos consumidores do produto habitacional. A pesquisa bibliográfica evidenciou a importância do conforto acústico para a saúde dos moradores e para evitar conflitos entre vizinhos.

Neste trabalho, focou-se nas casas de madeira, uma vez que essa tipologia está muito presente na cultura habitacional da região da Grande Florianópolis.

Dessa forma, realizou-se uma pesquisa de campo junto às empresas construtoras de casas de madeira da região, para identificar se elas estão preocupadas em atender à norma citada.

Os resultados revelam que o construtor parece desconhecer ou ignorar a norma de desempenho, embora 1/3 das construtoras tenham recebido algum tipo de reclamação em relação ao isolamento acústico. Constatou-se também que o sistema de parede simples, com espessura entre 2 cm e 2,5 cm é mais vendido que o de parede dupla e que a procura é maior por casas de apenas um pavimento. Além disso, todos os banheiros são construídos em alvenaria.

Cruzando os resultados da pesquisa, pode-se deduzir que uma parcela significativa das pessoas que atualmente procuram pelas casas de madeira querem uma alternativa relativamente barata, porém estão cientes da qualidade do que estão comprando em relação ao isolamento acústico, já que há poucas reclamações posteriores. Esse quadro deve mudar com o conhecimento por parte dos clientes da norma e dos seus direitos como consumidores.

De qualquer forma, o mercado das empresas que constroem casas de madeira carece de dados técnicos e análises mais criteriosas sobre os sistemas construtivos adotados, o que inviabiliza um melhor conhecimento a respeito da do que é oferecido.

Diante deste cenário, é crucial que as empresas se informem a respeito da Norma de Desempenho – NBR 15.575/2013, para que possam oferecer um produto de melhor qualidade para seus clientes, principalmente no requisito acústico, pois é um aspecto importante para o conforto ambiental.

Eis um campo promissor para os egressos do Instituto Federal de Santa Catarina, que podem colaborar para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da cultura construtiva local.

Sugere-se para trabalhos futuros a medição criteriosa e normatizada dos valores reais de isolamento acústico das casas de madeira construídas na região da pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

ABNT **NBR 10.152 – Níveis de ruído para conforto acústico: Procedimento**. 1987. Rio de Janeiro

ABNT **NBR 15.575 – Edificações habitacionais: Desempenho**. 1987. Rio de Janeiro

BATISTA, F. D. **A Tecnologia Construtiva em Madeira na Região de Curitiba: da Casa Tradicional à Casa Contemporânea**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2007

BERRIEL, Andréa. **Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26056>> Acesso em: 25 mar. 2017.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído**. 1ª impressão – 2006, 1ª reimpressão – 2008, Editora Blucher

CATAI, Rodrigo; PENTEADO, André P.; Dalbello; Paula F. **Materiais, Técnicas e Processos Para Isolamento Acústico**. Artigo escrito para a 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

CASEMA. **Manual de Montagem**, 1982.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. 1º Edição – 2003. 2º reimpressão – 2011. Editora Edgard Blücher Ltda.

Fernandes, Ana Paula Soromenho. **Ruído Ocupacional Avaliação de Ruído - Estaleiro Central da SETH, AS**. Tese de Mestrado em Segurança E Higiene No Trabalho. IPS- Instituto Politécnico de Setúbal. Setubal, 2013 - Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5360/1/Relatorio_Mestrado_Final.pdf. Acessado em: 29/05

FERNANDES, João Candido. **Acústica e Ruídos**. Apostila desenvolvida pelo Prof. Dr. João Candido Fernandes da UNESP - Campus de Bauru - Faculdade de Engenharia. Bauru. São Paulo, 2002 Disponível em: http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Materiais_para_Download/Ruido/Apostila%20de%20Ruido%20l.pdf. Acesso em: 29/05/2017

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed – São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>> Acessado em: 12/09/2017

LAROCCA, Christine. **Habitação social em madeira: uma alternativa viável**. Tese. UFPR – Engenharia Florestal, Curitiba, 2002.

LIMA, Key Fonseca. **Engenharia Automotiva - Parte I**. Apresentação de Slides para PUCPR, SENAI e UTFPR. 2011. Disponível em: <http://www.damec.ct.utfpr.edu.br/automotiva/downloadsAutomot/d2SomRuido.pdf>. Acessado em: 29/05

MARCO, Conrado Silva de. **Elementos de Acústica Arquitetônica**. 2ª Edição. 1986. Livraria Nobel S. A. Impresso no Brasil. 1982

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: Volume Único**. Capítulo 11-Ondas em um meio material 1ª edição 11ª impressão editora scipione, 2003. Pag. 531 - 570

PACHECO, J. C. **A Falta de Isolamento Acústico como Fonte de Conflitos entre Condôminos de Edifícios Multifamiliares na Grande Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Construção de Edifícios. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

PAESE, Michelle C. B. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba – Paraná**. Tese. UTFPR – Engenharia Civil, Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/500>> Acesso em: 25/04/2017

PHILIPPI, R. V. **Caracterização Do Mercado De Casas Pré-Fabricadas De Madeira Em Curitiba E Região Metropolitana**. Monografia De Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3439/1/CT_CECONS_III%20_2014_22.pdf> Acesso em: 24 mar. 2017.

POLLI, Taiana. **O Isolamento Acústico Comparado aos Investimentos Financeiros em Edifícios Multifamiliares de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, Santa Catarina, 2007.

REBOCHO, Nuno. **A Evolução Desde os Abrigos Mais Rudimentares até os dias de Hoje**. Artigo publicado no Site:<<http://www.casema.pt/um-pouco-de-historia/>> Acessado em 17 de Abril de 2017

VELLOSO, J. G. **Diretrizes para Construções em Madeira no Sistema Plataforma**. 2010 Tese (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010