

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACOC
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MELISSA DOS SANTOS COINASKI
VINÍCIUS DE AZEVEDO SIQUEIRA

**WOOD FRAME: UM ESTUDO DE ATENDIMENTO ÀS NORMAS E À
CULTURA HABITACIONAL BRASILEIRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

MELISSA DOS SANTOS COINASKI

VINÍCIUS DE AZEVEDO SIQUEIRA

***WOOD FRAME*: UM ESTUDO DE ATENDIMENTO ÀS NORMAS E À
CULTURA HABITACIONAL BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,
apresentado como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Câmpus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi

Co-orientadora : Prof. Msc. Rayana Carolina Conterno

PATO BRANCO

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

WOOD FRAME: UM ESTUDO DE ATENDIMENTO ÀS NORMAS E À CULTURA HABITACIONAL BRASILEIRA

VINICIUS DE AZEVEDO SIQUEIRA
e
MELISSA DOS SANTOS COINASKI

No dia 23 de junho de 2016, às 16h30min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº15-TCC/2016.

Orientador: Prof. Dr. VOLMIR SABBI (DACOC/UTFPR-PB)

Co-orientador: Prof^a. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Dr. GUSTAVO LACERDA DIAS] (DACOC /UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof^a. Msc. CHIRLEI MARIA POZENATO (DACOC /UTFPR-PB)

Dedicamos este trabalho às nossas famílias,
sem elas jamais teríamos chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos iluminou durante todo o percurso.

Às nossas famílias, que dedicaram parte de suas vidas para que chegássemos até este ponto fundamental de nossas vidas. Sem esse apoio, esta caminhada teria sido extremamente difícil, se não impossível.

A todos nossos amigos, que nos apoiaram e compartilharam de nossa jornada. Obrigado por estarem sempre presentes.

Agradecemos também a todos os professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que compartilharam de seu conhecimento e fizeram com que fosse possível estarmos aqui.

Aos nossos colegas de curso, que nos acompanharam e nos ajudaram em diversos momentos. Sempre nos apoiando e nos incentivando.

Em especial ao Prof. Dr. Volmir Sabbi, nosso orientador, e a: Prof. Msc. Rayana Carolina Conterno, nossa co-orientadora, que contribuíram de forma imprescindível para que este trabalho alcançasse seus objetivos, temos a certeza que sem a ajuda dos dois não teríamos concluído este trabalho de maneira tão satisfatória.

Finalmente, gostaríamos de agradecer a banca avaliadora, Professor Dr. Gustavo Lacerda Dias e Professora Msc. Chirlei Maria Pozenato, que se disponibilizaram e atenderam ao convite para nos avaliar e contribuir com nosso trabalho.

“Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos”. (Fernando Pessoa)

RESUMO

COINASKI, Melissa dos S.; SIQUEIRA, Vinícius de A. *Wood Frame*: um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira. 2016. 71.f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

Novas tecnologias em construção civil devem ser utilizadas e disseminadas com o intuito de alcançar um desempenho relacionado à habitabilidade que satisfaça aos residentes mais exigentes. Além disso, considerando os problemas ambientais atuais, o sistema construtivo deve proporcionar redução de resíduos na construção. Sendo assim, um sistema novo no Brasil que se encaixa nestes quesitos é o *Wood Frame*. Por tratar-se de um método construtivo pouco conhecido em nosso país, não há norma específica para *Wood Frame*. Neste trabalho será retratado *Wood Frame* de forma a qualificar seu desempenho, com base na norma ABNT NBR-15.575/2013 – Edificações habitacionais – Desempenho. Para isso foi aplicado um questionário a brasileiros que residiram em habitações em *Wood Frame* nos Estados Unidos, em que o sistema foi avaliado dentre vários quesitos da ABNT NBR-15.575/2013 – Edificações habitacionais – Desempenho, como acústico, térmico, higiênico, entre outros, em um comparativo com as residências do Brasil (alvenaria convencional). Neste questionário pudemos observar os pontos negativos apontados pelos estudantes, principalmente relacionados ao conforto acústico do *Wood Frame* e a aparente insegurança sentida pelos entrevistados com os materiais utilizados neste sistema. Posteriormente, em contato com a empresa TecVerde, que produz casas em *Wood Frame* no Brasil, observou-se quais as adaptações implantadas pela empresa neste sistema construtivo em comparativo com as características favoráveis e negativas apontadas pelos residentes no questionário. Assim, concluímos que a TecVerde utiliza adaptações que tornam o sistema adequado ao público brasileiro, pois solucionou as características negativas apontadas pelos residentes brasileiros.

Palavras-chave: *Wood Frame*. Sistema Construtivo. Desempenho habitacional.

ABSTRACT

COINASKI, Melissa dos S.; SIQUEIRA, Vinícius de A. *Wood Frame*: um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira. 2016. 71.f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

New technologies in civil construction should be used and spread out with the goal to achieve a performance related to habitability which satisfies the most demanding residents. Beyond that, with all the current environmental problems, these new technologies should provide a significant reduction in the construction waste. Thus, the *Wood Frame* is a new construction system in Brazil, which can contemplate those requirements. As it is a new method of construction it has no specific regimentation. This paper will qualify the *Wood Frame* performance based on ABNT NBR-15.575/2001 – Edificações Habitacionais – Desempenho (Habitable Edifications – Requirements). For that will be applied a quiz to Brazilians who had resided in *Wood Frame* buildings in United States, which the system will be measured in many requirements of ANBT NBR-15.575/2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho (Habitable Edifications – Requirements), as acoustic, thermic, hygiene, and others, in a comparative with Brazilian residences (regular masonry). Then, through TecVerde, which is the company where *Wood Frame* houses are produced in Brazil, it will be found out the implementations and adaptations that the company made into this new construction system in comparative with the favorable and negatives characteristics pointed by the residents at the quiz. So, it was concluded if the company was able to adopt the adaptations which satisfies the Brazilians residents.

Keywords: *Wood Frame*. Construction System. Requirements.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- PERFIS MONTANTES DE MADEIRA	15
FIGURA 2 - TEMPLO HORYU-JI EM KOBE NO JAPÃO	17
FIGURA 3 - HOPPERSTAND STAVE CHURCH.....	17
FIGURA 4 - CASA CONSTRUÍDA PELO MÉTODO ENXAIMEL, BLUMENAU, SANTA	18
FIGURA 5 - 1948 VILA NOVA DE PATO BRANCO	19
FIGURA 6 – ESQUEMA DE MONTAGEM	23
FIGURA 7 – TRAVAMENTO ENTRE PAINÉIS DE PAREDE	24
FIGURA 8- SIDINGS DE MADEIRA	25
FIGURA 9 - FABRICAÇÃO INDUSTRIAL: (A) PAINÉIS DE PAREDE (B) TRELIÇAS DE COBERTURA; (C) TRANSPORTE	27
FIGURA 10- LOZALIZAÇÃO, TEMPE-AZ E EWING-NJ, NO MAPA DOS ESTADOS UNIDOS	35
FIGURA 11 - ESQUEMATIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	41
FIGURA 12 - CASA SPACE / TECVERDE.....	58
FIGURA 13 - CASA SUPREME VILLAGE	59
FIGURA 14 - CASA MORADIAS NILO	60
TABELA 1- NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA GERAL PARA ILUMINAÇÃO NATURAL.....	30
TABELA 2- CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA A OBTENÇÃO DO NÍVEL DE DESEMPENHO TÉRMICO MÍNIMO NAS ZONAS 1 A 8 NO.....	56
TABELA 3- SÍNTESE DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E DO RESULTADO DO ENSAIO DE ISOLAÇÃO SONORA.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - TEMPERATURAS MÉDIAS E PRECIPITAÇÕES MÉDIAS EM NEWING - NJ.....	36
GRÁFICO 2 - TEMPERATURAS MÉDIAS E PRECIPITAÇÕES MÉDIAS EM TEMPE - AZ.....	37
GRÁFICO 3 - CONFORTO TÉRMICO NO VERÃO – AMOSTRA EWING	43
GRÁFICO 4 - CONFORTO TÉRMICO NO VERÃO - AMOSTRA TEMPE	43
GRÁFICO 5 - CONFORTO TÉRMICO NO VERÃO	44
GRÁFICO 6 – CONFORTO TÉRMICO NO INVERNO - AMOSTRA EWING	44
GRÁFICO 7 – CONFORTO TÉRMICO NO INVERNO - AMOSTRA TEMPE	45
GRÁFICO 8 - CONFORTO TÉRMICO NO INVERNO.....	45
GRÁFICO 9 - DESEMPENHO ACÚSTICO/CÔMODO PARA CÔMODO - AMOSTRA EWING.....	46
GRÁFICO 10 - DESEMPENHO ACÚSTICO/CÔMODO PARA CÔMODO - AMOSTRA TEMPE.....	47
GRÁFICO 11 - DESEMPENHO ACÚSTICO/CÔMODO PARA CÔMODO	47
GRÁFICO 12 - DESEMPENHO ACÚSTICO/AMBIENTE EXTERNO PARA INTERNO – AMOSTRA EWING	48
GRÁFICO 13 - DESEMPENHO ACÚSTICO/AMBIENTE EXTERNO PARA INTERNO - AMOSTRA TEMPE	49
GRÁFICO 14 - DESEMPENHO ACÚSTICO/AMBIENTE EXTERNO PARA INTERNO.....	49
GRÁFICO 15 – VANTAGENS DAS RESIDÊNCIAS DE <i>WOOD FRAME</i> –AMOSTRA EWING-NJ.....	50
GRÁFICO 16 - VANTAGENS DAS RESIDÊNCIAS DE <i>WOOD FRAME</i> –AMOSTRA TEMPE-AZ	51
GRÁFICO 17 - AVALIAÇÃO <i>WOOD FRAME</i> - AMOSTRA EWING	52
GRÁFICO 18 - AVALIAÇÃO <i>WOOD FRAME</i> - AMOSTRA TEMPE	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivos Gerais	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 <i>WOOD FRAME</i>	15
2.1.1 Histórico	16
2.1.2 Dimensionamento do Wood Frame	20
2.1.3 Etapas Construtivas	22
2.2 ABNT NBR 15575/2013 – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO	27
2.2.1 Estanqueidade	28
2.2.2 Desempenho Térmico.....	28
2.2.3 Desempenho Acústico	29
2.2.4 Desempenho lumínico	30
2.2.5 Saúde, higiene e qualidade do ar	31
2.2.6 Funcionabilidade e Acessibilidade	31
2.2.7 Conforto tátil e antropodinâmico.....	32
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	34
3.2 QUESTIONÁRIO	35
3.2.1 Público Alvo - Amostras	35
3.3 TECVERDE	38
3.4 RESULTADOS	40
4 ANÁLISE E RESULTADOS.....	41
4.1 QUESTIONÁRIO	41
4.1.1 Desempenho térmico	42
4.1.2 Desempenho acústico	46
4.1.3 Saúde, higiene e qualidade do ar	49
4.1.4 Vantagens Wood Frame	50
4.1.5 Avaliação Wood Frame	51
4.1.6 Opinião Pessoal	53
4.2 TECVERDE	54
4.2.1 Estrutura das paredes	54
4.2.2 Estanqueidade à água.....	54
4.2.3 Desempenho Térmico.....	55
4.2.4 Desempenho Acústico	57
4.2.5 Adaptação Arquitetônica	58
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
4.3.1 Percepção pessoal dos autores	61
5 CONCLUSÃO.....	63
6 REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

A casa ideal deve possuir várias características: ser confortável, segura, acessível, durável, eficiente, resistente e sustentável. Segundo Powell, Tilotta e Martinson (2008), apesar dos grandes avanços tecnológicos que foram feitos ao longo das últimas décadas, a casa perfeita ainda não existe para o proprietário, e os esforços para melhorá-la devem continuar.

Apesar de a casa ideal, teoricamente não existir, novas tecnologias estão sempre sendo desenvolvidas para se chegar o mais próximo possível de satisfazer totalmente às necessidades dos proprietários relacionados à habitabilidade. Para isso, são necessários sistemas que atendam não só o conforto acústico, conforto térmico, durabilidade, mas também em âmbito ambiental, produzam menos resíduos. Suprindo estas características, e tentando nos aproximar da casa ideal, temos o sistema construtivo *Wood Frame*.

No Brasil, esta tecnologia da construção é considerada nova e até então pouco divulgada. No exterior este método é empregado em grande escala. De acordo com *American Wood Council* (2006), *Wood Frame* é o método predominante de construção de casas e apartamentos nos Estados Unidos, além do sistema estar sendo empregado cada vez mais em edificações comerciais e industriais.

Wood Frame, segundo Calil Junior e Molina (2010), é um sistema construtivo industrializado constituído de perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhados revestidos e/ou combinados com outros materiais.

O *Wood Frame* ganhou espaço em mercados construtivos de diversos locais onde há desenvolvimento elevado de tecnologia, como nos Estados Unidos. Porém, no Brasil, utilizam-se ainda, na maior parte, de métodos construtivos convencionais, o que se faz pensar o porquê não utilizar/adaptar um sistema construtivo amplamente empregado em países mais desenvolvidos, com alto índice de desenvolvimento tecnológico e com as maiores economias globais e aplicá-lo em grande escala também em nosso país.

Assim, pensando em *Wood Frame* em caráter nacional, temos a empresa brasileira TecVerde, que é uma das pioneiras na utilização deste sistema construtivo no Brasil e já construiu com esse método mais de 300 casas no sul de nosso país. Porém, como no Brasil não há normas específicas para este tipo de sistema construtivo, a empresa teve que modificar o sistema construtivo *Wood Frame* para se adequar à ABNT NBR-15.575/2013 – Edificações

habitacionais – Desempenho e a cultura brasileira.

Extremamente importante, a ABNT NBR-15.575/2013- Edificações habitacionais - Desempenho, refere-se aos requisitos dos usuários em relação aos edifícios habitacionais e seus sistemas, tendo foco no seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são propriamente construídos.

Assim, esta norma será o alicerce deste estudo, que irá qualitativamente avaliar o sistema *Wood Frame* em comparação com outros sistemas convencionalmente executados no Brasil. Os usuários deste sistema, que serão entrevistados na pesquisa, são estudantes que residiram por um período de tempo nos Estados Unidos e tiveram contato com o *Wood Frame*.

Assim sendo, com o levantamento dos prós e contras de cada usuário, saber-se-á quais as adaptações necessárias para que o *Wood Frame* possa vir a se tornar, de acordo com os brasileiros entrevistados, um sistema que se equipare aos outros métodos amplamente empregados no Brasil.

Com o levantamento realizado, saberemos se a empresa TevVerde realizou ou não as modificações nos sistemas de *Wood Frame* que atendam as exigências dos estudantes entrevistados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Gerais

Detectar se as adaptações construtivas feita pela empresa TecVerde ao modelo de construção *Wood Frame* atendem às necessidades nacionais de habitabilidade tendo como base um questionário embasado na norma da ABNT NBR 15575 Edificações Habitacionais – Desempenho, no item habitabilidade, aplicado aos alunos intercambistas do programa Ciências sem Fronteiras que residiram em habitações provenientes do modelo construtivo *Wood Frame*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obter, através de pesquisa bibliográfica, embasamento teórico a respeito do

método construtivo *Wood Frame* convencional.

- Elaborar um questionário embasado na norma da ABNT NBR 15575/2013 Edificações Habitacionais – Desempenho, no item habitabilidade, para alunos do Ciências sem Fronteiras, para que os mesmos possam avaliar as construções em *Wood Frame* em que residiram nos Estados Unidos;
- Levantar quais foram os pontos em que os alunos avaliaram as edificações em *Wood Frame* satisfatórias e insatisfatórias; quais as percepções dos mesmos sobre o sistema.
- Levantar junto a empresa TecVerde quais foram as adaptações que a empresa teve que implementar ao modelo construtivo *Wood Frame* para inserção no mercado brasileiro;
- Fazer um comparativo com as adaptações feitas pela TecVerde e as necessidades apontadas pelos estudantes no questionário.
- Concluir se as adaptações são suficientes para o sucesso da implementação do *Wood Frame* no Brasil.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a implementação da ABNT NBR 15575/2013 Edificações Habitacionais – Desempenho, a indústria da construção civil brasileira está tendo que se adaptar a uma nova realidade, na qual uma habitação não apenas atende a quesitos estruturais, mas também habitacionais. Esta norma traz consigo requisitos de desempenho que abrangem desde os materiais até requisitos de habitabilidade, ou seja, requisitos que atendam as necessidades de seus usuários. Assim, a indústria da construção civil brasileira, que por muito tempo ficou estagnada no modelo construtivo tradicional, utilizando principalmente de concreto e blocos cerâmicos em suas construções habitacionais, está tendo que se adequar.

Para adequar-se a esta nova realidade muitas construtoras acabaram implantando um modelo construtivo totalmente novo. Contudo, a implantação de um modelo construtivo novo no Brasil enfrenta um obstáculo antropológico cultural grande. Além do modelo tradicional de construção brasileira ser um modelo estabelecido, a população brasileira considera-o resistente e seguro. E ele de fato é. Porém, com a globalização, a industrialização, as crescentes exigências ambientais e a escassez de materiais, a indústria da construção civil tem

que evoluir. O modelo tradicional ainda é muito arcaico, uma vez que é muito lento, artesanal, com baixo controle de qualidade e alto índice de desperdícios.

Logo, faz-se necessário a implantação de um modelo que não só atenda às necessidades da NBR 15575/2013, mas também possa ser compatível com as questões culturais nacionais, otimizando a utilização de materiais e de tempo. Um modelo que além de seguro e resistente, possa ter um desempenho que agrade seus moradores. E é neste contexto que o modelo construtivo *Wood Frame* surge como uma possível alternativa.

Assim, este trabalho propõe aferir de forma qualitativa se o modelo *Wood Frame* pode ser de fato uma alternativa para a nova realidade da construção civil nacional, podendo então ser embasado não só na norma, mas também nos conceitos culturais brasileiros para se desenvolver como um novo modelo construtivo de amplo aceite nacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 WOOD FRAME

O termo *Wood Frame* é destinado a uma técnica construtiva muito usada em diversos países do mundo, em especial no continente norte-americano e no norte da Europa. Caracteriza-se pela madeira ser o principal material estrutural do sistema, aplicada em forma de perfis montantes de duas polegadas de espessura com seção variando normalmente de quatro até doze polegadas, como se pode observar na Figura 1 (FUTURENG, 2016).

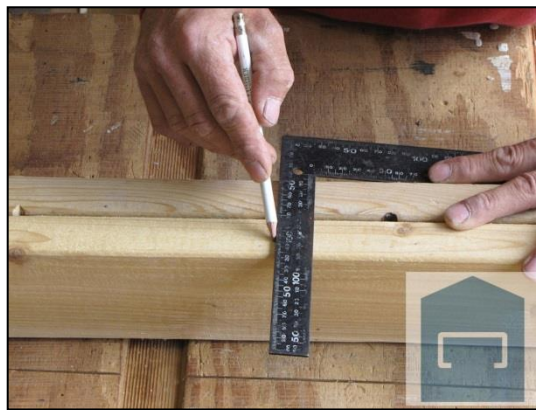


Figura 1 - Perfis montantes de madeira
Fonte: FUTURENG (2016).

Este sistema construtivo é distinto por seus elementos estruturais acima das fundações serem compostos de barotes e vigas de madeira conectadas através de pregos e conectores metálicos. A estrutura em madeira costuma então ser revestida com contraplacado ou placas OSB - *Oriented Strand Board*, o que constitui um revestimento estrutural especialmente nas paredes de resistência lateral. Também podem ser utilizadas *shear walls*, paredes que resistem tanto as cargas verticais como as horizontais, aplicadas por ventos e sismos. Para finalizar usa-se madeira decorativa, rebocos, tijolos ou *vinyl siding*, um revestimento em tábuas plásticas sobrepostas, bastante popular nos EUA. Para o telhado costuma-se utilizar revestimento em *shingles*, também chamadas de telhas asfálticas (FUTURENG, 2016).

Calil Junior e Molina (2010) afirmam que o *Wood Frame*, por ser considerado um sistema leve, trata-se do método ideal para construção de casas de até cinco pavimentos. Como é utilizada madeira reflorestada tratada, há ganhos na questão da preservação

ambiental, permitindo ainda a utilização em conjunto de vários outros materiais, rapidez de montagem e orçamento controlado na fase de projeto pelo sistema ser industrializado.

Segundo Primi e Martins (2013), o *Wood Frame* possui vantagens que merecem destaque, como redução de 80% das emissões de CO₂ na fase de construção e diminuição de 85% dos resíduos da construção em canteiro. Por se tratar de uma construção em sua maioria industrializada, o tempo de construção é 25% menor que na alvenaria comum.

Em questões econômicas, um estudo realizado no Instituto de Pós Graduação IPOG, por Luarilan Gonçalves Souza, faz uma análise comparativa de preços de uma mesma casa unifamiliar de 51 m² para três sistemas de construção: Madeira de Lei, Alvenaria (tijolos de barro) e *Wood Frame*. Ao fim do estudo foi concluído que o *Wood Frame*, quando comparado com a madeira de lei foi 17,67% mais econômico e em relação à alvenaria 16,57% mais econômico (SOUZA, 2013).

No Brasil o sistema é pouco conhecido e utilizado, seja pelo pouco conhecimento técnico sobre o sistema, por preconceito associado à má utilização da madeira como material de construção ou ainda, em alguns casos, por falta de normatização.

2.1.1 Histórico

A madeira tem sido utilizada em larga escala desde os tempos pré-históricos. Trata-se de um material extremamente durável quando adequadamente utilizado e conservado.

Alguns dos edifícios de estrutura em madeira mais antigos ainda em uso foram construídos há mais de 1.300 anos, afirma Lim (2011). O templo Horyu-ji, em Kobe, no Japão, que pode ser visto na Figura 2, construído no século VIII, superou muitos edifícios modernos quanto à resistência e durabilidade, resistindo a um terremoto em 1994. Observaram-se estes aspectos positivos e optou-se por executar outras construções utilizando-se madeira em algumas áreas sujeitas a terremotos, incluindo Califórnia e Alasca nos Estados Unidos.



Figura 2 - Templo Horyu-ji em Kobe no Japão
Fonte: Japan National Tourism Organization (2016).

Segundo Lim (2011) as construções de estruturas de madeira na Europa surgiram na Idade Média, e as igrejas de madeira na Escandinávia construída no século XII, ainda são funcionais. O *Hopperstad Stave Church* foi construído em torno de 1130 a.C. na Noruega, pode-se observá-lo na Figura 3.



Figura 3 - Hopperstand Stave Church.
Fonte:STAVECHURCH (2016)

O método começou a ser utilizado com a construção de estruturas com caibros e

barrotes de madeira, usualmente conectados através de espigões, cunhas e entalhes. O espaço entre os elementos de madeira, encaixados entre si em posições horizontais, verticais ou inclinadas, era então preenchido por argamassa e pedras ou tijolos. No Brasil, este método tornou-se conhecido por enxaimel (FUTURENG, 2016).

Segundo Velloso (2010), o enxaimel utilizado em nosso país, consiste em um entramado de peças estruturais de madeira, preenchidos com saibros, tijolos de barro ou pedras. Este método é também conhecido por *colombage*, na França. *Half-timbered* é como o método é conhecido em inglês. No Brasil, é encontrado em regiões de colonização alemã, principalmente no estado de Santa Catarina, na Figura 4 podemos observar um exemplo de construção enxaimel.



Figura 4 - Casa construída pelo método enxaimel, Blumenau, Santa Catarina
Fonte: FRESARD (2016).

A arquitetura de vários países é caracterizada pela parte externa das edificações serem construídas em madeira. No final da Idade Média, na Alemanha o enxaimel ficou conhecido por *fachwerk*, já na Inglaterra designou-se esse estilo de arquitetura como *Tudor*. Em toda a Europa este tipo de construção foi usada, principalmente na França e nos países escandinavos, especialmente onde a matéria-prima, a madeira, era abundante (FUTURENG, 2014).

Ao longo dos séculos seguintes, muitos países europeus desenvolveram seus próprios estilos de construção em madeira, assim este método construtivo evoluiu até que se chegou ao que hoje se conhece como *Wood Frame*.

De acordo com Lim (2011), na América do Norte, têm-se registros de que o *Wood Frame* começou a ser utilizado em 1830, embora algumas estimativas apontam datas anteriores.

A partir da colonização da América do Norte, onde os recursos florestais eram enormes, os povos do norte da Europa puderam aplicar seus conhecimentos de marcenaria e carpintaria com fonte inesgotável. Cidades inteiras eram construídas com estruturas em madeira, usando elementos de grande seção (FUTURENG, 2016).

No Brasil, durante a colonização e anos depois, a arquitetura vernacular - onde as edificações são construídas usando materiais do próprio local - foi utilizada em larga escala. Como, a princípio, o Brasil era um lugar com enormes florestas, casas de madeiras puderam ser construídas em larga escala. No sul do Brasil, onde a colonização europeia foi predominante, historicamente pudemos perceber a grande utilização de edificações de madeira, edificações simples onde as paredes eram montadas sem preenchimento, apenas com a união de tábuas de madeira dispostas lado a lado, uma destas construções pode ser observada na Figura 5, porém, hoje em dia, esse tipo de construção passou a ser pouco utilizado.



Figura 5 - 1948 Vila Nova de Pato Branco
Fonte: BODANESE, RUDI (2016).

No período da Revolução Industrial, no final do Século XVIII, as produções começaram a ser feitas em massa, resultando na proliferação de serrarias que forneciam perfis de madeira em formatos padronizados. O metal utilizado em pregos e parafusos passou a ser usado como conector, substituindo os métodos de encaixe que exigiam uma mão de obra especializada (FUTURENG, 2016).

No ano de 1830, em Chicago, Estados Unidos, um novo método de construção designado *Balloon Framing* começou a ser utilizado. Tratava-se de um sistema onde as moradias eram construídas com montantes em madeira compridos que eram erguidos na vertical desde a fundação até ao telhado, as vigas dos pisos eram pregadas contra a lateral de cada montante. Espaçados uniformemente, os montantes eram posteriormente revestidos com tábuas horizontais sobrepostas. Este sistema foi popular enquanto a madeira era um recurso abundante (FUTURENG, 2016).

Posteriormente surgiu outro método, conhecido como *Platform Framing*. Esta que descreve a atual forma de construir com estrutura em madeira, *Wood Frame*, onde as vigas de piso assentam diretamente no topo dos montantes inferiores, criando uma plataforma sobre a qual se erguem os montantes do novo andar (FUTURENG, 2016).

Este foi o sistema mais utilizado no Brasil tratando-se de edificações em madeira, pela maior facilidade em manusear os materiais e menor especialização da mão de obra.

Com o passar do tempo as cidades foram crescendo, e surgiu a necessidade de construir cada vez mais em altura, devido ao elevado valor do terreno nestes grandes centros. Em média os edifícios alcançavam seis andares, com estrutura em madeira posteriormente revestida com tijolo ou pedra. No início do século XX, com a inclusão do ferro e do aço na construção civil, as estruturas em madeira das cidades americanas deram lugar ao metal, passando a alcançar várias dezenas de andares (FUTURENG, 2016).

No Brasil, no início do século XX, a madeira caiu em desuso em função da inserção do concreto e do aço nas construções civis. Mais especificamente, em 1904, casas e sobrados foram construídos no Rio de Janeiro, em 1908 e 1910, respectivamente, foi utilizado concreto armado para a construção de pontes no Rio de Janeiro e São Paulo. A partir de então, o concreto passou a ser utilizado para diversas construções no Brasil. A cultura do concreto armado brasileiro teve seu início. A madeira como material construtivo foi deixada de lado (BASTOS, 2006).

Hoje, os edifícios feitos com madeira são basicamente casas unifamiliares, porém nos últimos anos estudos e pesquisas vem sendo realizados para que sejam construídos prédios de até 6 andares em *Wood Frame* (FUTURENG, 2016).

2.1.2 Dimensionamento do *Wood Frame*

Sacco e Stamato (2008) apontam que a madeira utilizada no sistema *Wood Frame* é o

pínus. A madeira precisa passar por processo de tratamento em autoclave, para ficar imune ao ataque de cupins e obter proteção à umidade. Por se tratar de uma árvore com lenho totalmente permeável, o tratamento realizado com hidrossolúveis tem maior eficiência, o que não acontece em Eucaliptos, que possui cerne, dificultando a absorção destes hidrossolúveis.

Devido ao tempo de crescimento e a questão da eficácia do tratamento em autoclave, o eucalipto é utilizado em menor escala, mesmo possuindo maior durabilidade natural e maior resistência mecânica.

Para Sacco e Stamato (2008) estruturalmente o comportamento do Wood Frame e da alvenaria estrutural são muito parecidos. No *Wood Frame*, os elementos estão conjugados entre si, a estrutura apresenta redundância e hiperelasticidade. Já as estruturas convencionais em madeira, tipo treliças entalhadas ou sistemas pilar-viga, geralmente isostáticos, podem ruir se um único elemento falhar.

Sacco e Stamato (2008) afirmam que apesar do modelo estrutural *Wood Frame* ser largamente empregado no mundo todo, no Brasil este sistema é pouco utilizado. Não há no Brasil uma norma específica para *Wood Frame*. A Norma Brasileira 7190/1997 – Projetos de Estrutura de Madeira – não foi elaborada com dimensionamentos voltados para este sistema, apesar de poder ser utilizada nas verificações dos seus elementos estruturais independentes.

Na NBR 7190/1997 há especificações de dimensões mínimas para os elementos estruturais. Estas dimensões foram definidas utilizando-se como modelo estruturas isostáticas de treliça. Em *Wood Frame* estas especificações são impraticáveis visto que há repetição de elementos cumprindo a mesma função, existe a chamada redundância, ou seja, uma redistribuição de esforços caso um dos elementos venha a falhar, permitindo a utilização de seções menores e otimizando o consumo de madeira (SACCO; STAMATO, 2008).

Para Calil Junior e Molina (2010) por não existir uma norma brasileira específica os painéis estruturais em *Wood Frame* podem ser dimensionados a partir de critérios estabelecidos em normas internacionais, são elas:

- Norma americana *WFCM 2001*;
- Normas europeias *DIN 1052 (1998)* e *EUROCODE 5 Parte 2 (1997)*.

Para o dimensionamento das peças estruturais individuais de madeira pode-se utilizar os critérios estabelecidos pela norma brasileira de madeiras.

2.1.3 Etapas Construtivas

2.1.3.1 Fundação

Para Sacco e Stamato (2008) uma boa escolha de fundação seria o Radier. Por se tratar de um modelo onde as paredes são leves, a sapata corrida também será uma boa opção.

2.1.3.2 Pisos

No piso do pavimento térreo aplicam-se as técnicas tradicionais da alvenaria, para os demais, a estrutura do piso é de barrote de madeira com deck de OSB - *Oriented Strand Board* (SACCO; STAMATO, 2008).

Os pisos podem ser diferenciados, aplicando-se pisos laminados de madeira e outro material preferencialmente flutuante, aplica-se antes desse material uma manta intermediária para garantir isolamento acústica a ondas geradas por impacto (SACCO; STAMATO, 2008).

São aplicadas placas cimentícias de 12 mm coladas sobre o OSB em áreas molhadas. Essas placas podem ser coladas com cola PVA - acetato de polivinila tipo D3 e parafusadas a cada 20 cm. Impermeabilizam-se então as placas cimentícias com uma membrana acrílica impermeável (resina acrílica com teor de sólidos em torno de 50% + cimento) cuja aplicação é feita por pintura a frio em três demãos cruzadas (espessura final de 1 mm). Nas áreas muito expostas à água (boxe de chuveiro, por exemplo) recomenda-se a impermeabilização também da placa de *drywall* (tipo RU) ou chapa cimentícia, com selador acrílico antifungo e pintura de resina acrílica pura (SACCO; STAMATO, 2008).

Nas juntas entre placas, bem como nos cantos com as paredes e ralos, é também aplicada uma tela de poliéster ou fibra de vidro como estruturante. Sobre a impermeabilização, coloca-se o piso frio com argamassa colante tipo 1 flexibilizado com resina acrílica (SACCO; STAMATO, 2008).

2.1.3.3 Paredes

O *Wood Frame*, afirmam Sacco e Stamato (2008), é um sistema composto basicamente por paredes portantes que suportam a primeira plataforma ou piso. Em suma a plataforma trava os apoios e faz o contraventamento horizontal da estrutura. Depois, novos

painéis são instalados sobre a plataforma, sucessivamente até chegar ao telhado, podendo usualmente ser construídas obras de até quatro pavimentos, sem mudanças muito significativas no método prescrito, observe a Figura 6.

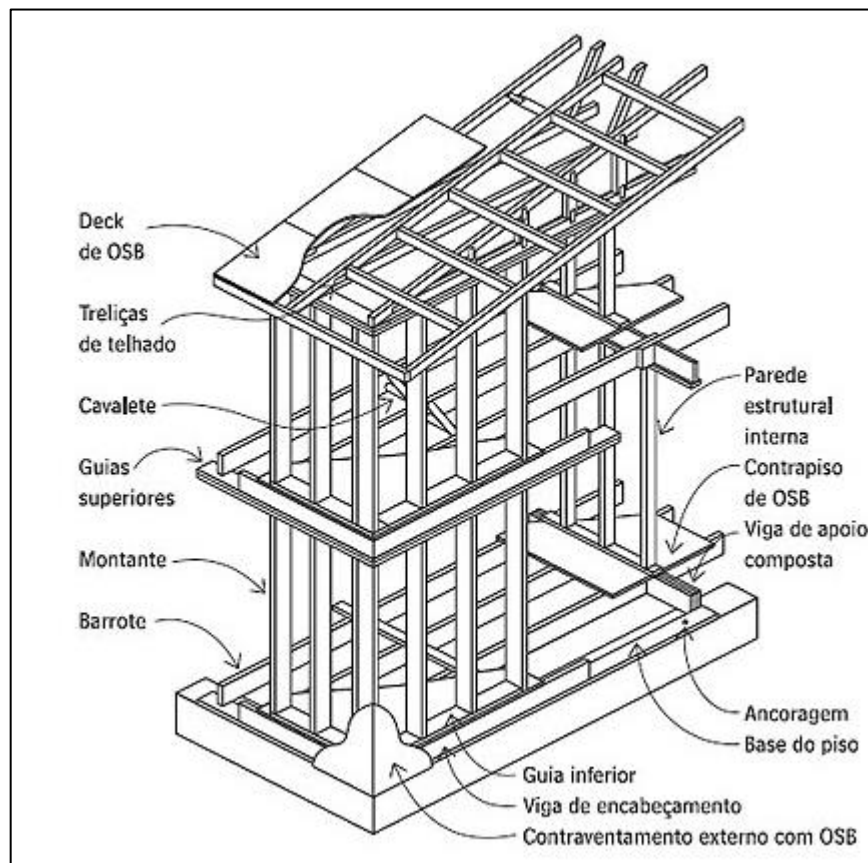


Figura 6 – Esquema de montagem
Fonte: SACCO; STAMATO, (2008).

Para Sacco e Stamato (2008) as paredes são feitas de painéis compostos por montantes verticais de madeira com seção típica de 2" x 4". Os espaçados dos montantes são de 40 cm a 60 cm um do outro, para estarem de acordo com as placas de OSB e de *drywall*. Os painéis são fechados com duas guias de madeira de mesma seção, uma superior e outra inferior. Com os painéis dispostos sobre a fundação ou sobre a plataforma, uma segunda guia de madeira é pregada sobre a guia superior, porém, essa sobrepõe os encontros de painel, solidarizando-os, observe a Figura 7.

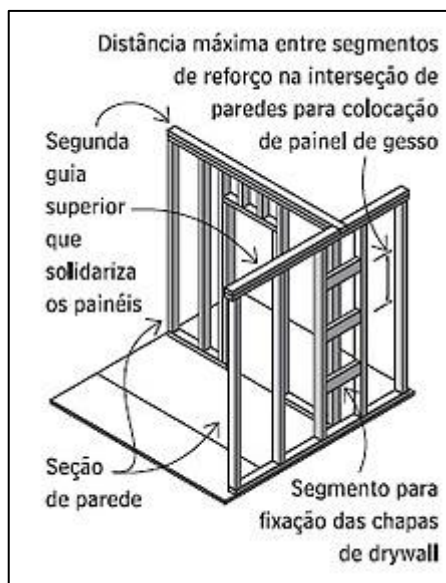


Figura 7 – Travamento entre painéis de parede
 Fonte: SACCO; STAMATO (2008).

Todas as ligações são pregadas. No sistema de *Wood Frame* são utilizados pregos tipo ardox ou tipo anelado, que também dificultam o arrancamento. Os pregos deverão ser sempre galvanizados a fogo, para terem longa vida de serviço. Há no mercado outros sistemas de galvanização que garantem o mesmo desempenho (SACCO; STAMATO, 2008).

Sobre os painéis estruturais são distribuídos barrotes de madeira com seções que podem variar de 40 mm x 185 mm a até 60 cm x 250 cm. Quando há vãos maiores com até 8 m de comprimento pode-se utilizar vigas “I” de madeira. O espaçamento entre barrotes é usualmente de 40 cm podendo eventualmente ser de 30 cm (depende da carga do piso). A disposição dos barrotes coincidirá com o posicionamento dos montantes do painel de parede que dá apoio a esse piso. Sobre o barrote é feito um deck de OSB ou compensado naval (SACCO; STAMATO, 2008).

Para aberturas de portas e janelas, os montantes devem ser deslocados lateralmente, jamais eliminados. Além dos montantes acumulados nas laterais, deve ser incluído mais um, com a altura da abertura que servirá de apoio para as vergas. Devem ser postos na parte inferior mais dois pedaços de montantes com 38 mm a menos que a altura inferior da abertura, de forma que receba mais uma peça de montante horizontal. Nos vãos inferiores e superiores da abertura serão postos montantes de forma que mantenham o espaçamento padrão de 40 cm ou 60 cm e sirvam de apoio para as placas, sejam de *drywall*, sejam de OSB (SACCO; STAMATO, 2008).

A respeito do contraventamento vertical, há a fixação de placas de OSB nas faces

externas da parede e, eventualmente, em alguma parede interna (SACCO E STAMATO, 2008).

2.1.3.4 Sistema Elétrico e Hidráulico

De acordo com Calil Junior e Molina (2010) o sistema elétrico e hidráulico pode ser feito exatamente igual o realizado em construções em alvenaria convencional. Porém, neste tipo de sistema, tanto os fios da rede elétrica quanto os canos do sistema hidráulico podem ser embutidos junto aos montantes, o que proporciona maior agilidade no reparo dos mesmos quando necessário, sendo uma característica positiva quando comparado ao sistema habitualmente usado no Brasil.

2.1.3.5 Revestimentos

O revestimento tem a função de proteger das intempéries (especialmente ação do sol e da água) e atender requisitos da arquitetura. Sacco e Stamato (2008) afirmaram a existência de vários sistemas para o revestimento das paredes externas, desde *sidings* de madeira – peças sobrepostas em paralelo de OSB como uma veneziana fechada, observe a Figura 8 - aço ou PVC – policloreto de polivinila, que foram desenvolvidos especificamente para o sistema, mas também pode-se utilizar tijolo aparente, argamassa armada ou placas cimentícias.



Figura 8- Sidings de madeira
Fonte: GLOBALPLAC (2016).

2.1.3.6 Telhado

De acordo com Sacco e Stamato (2008) para a confecção do teto sobre as paredes portantes do último piso são aplicadas treliças pré-industrializadas, e seu espaçamento pode ser a cada 60 cm ou 120 cm, dependendo do tipo de telha a ser utilizado.

Calil Junior e Molina (2010) afirmam que é possível reduzir em até 40% o peso da cobertura com a utilização de treliças industrializadas, pois as seções dos elementos que a compõem são de pequenas dimensões (3 cm x 7 cm). Nem sempre o nível de referência para aplicação do forro é o banzo inferior das treliças. Telhas *shingle*, por exemplo, demandam um *deck* de *OSB* para servir de base sobre as treliças. Com telhas cerâmicas são empregadas diretamente ripas sobre as treliças, aplicando-se uma manta de subcobertura antes do ripamento para garantir a estanqueidade. Sob as treliças, são pendurados transversalmente os suportes de madeira ou metálicos para fixação do forro de *drywall*. Opcionalmente, pode ser aplicada lã mineral sobre o forro. No caso da telha tipo *shingle* (asfáltica) é obrigatório aplicação da lã para garantir isolamento térmica do sistema.

Relacionado à ventilação do forro, Calil Junior e Molina (2010) recomendam que uma boa ventilação seja mantida, tanto nos beirais como na cumeeira (entrada de ar frio/saída de ar quente). Na utilização de telhas cerâmicas, as aberturas de cumeeira podem ser desnecessárias desde que a manta de subcobertura permita essa respiração. Recomenda-se que o vazio total das aberturas nos beirais seja de, no mínimo, 1/150 da área de projeção total do telhado. Podem ainda ser utilizadas telhas metálicas, de fibrocimento e asfálticas.

2.1.3.7 Transporte e Montagem

Em determinados locais, como Chile e Alemanha, o processo já atinge um nível grande de industrialização. Todos os painéis constituintes da casa são transportados para montagem no local da obra. A Figura 9 mostra os detalhes do transporte indústria-obra e da montagem das casas com painéis em *Wood Frame*. (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010)

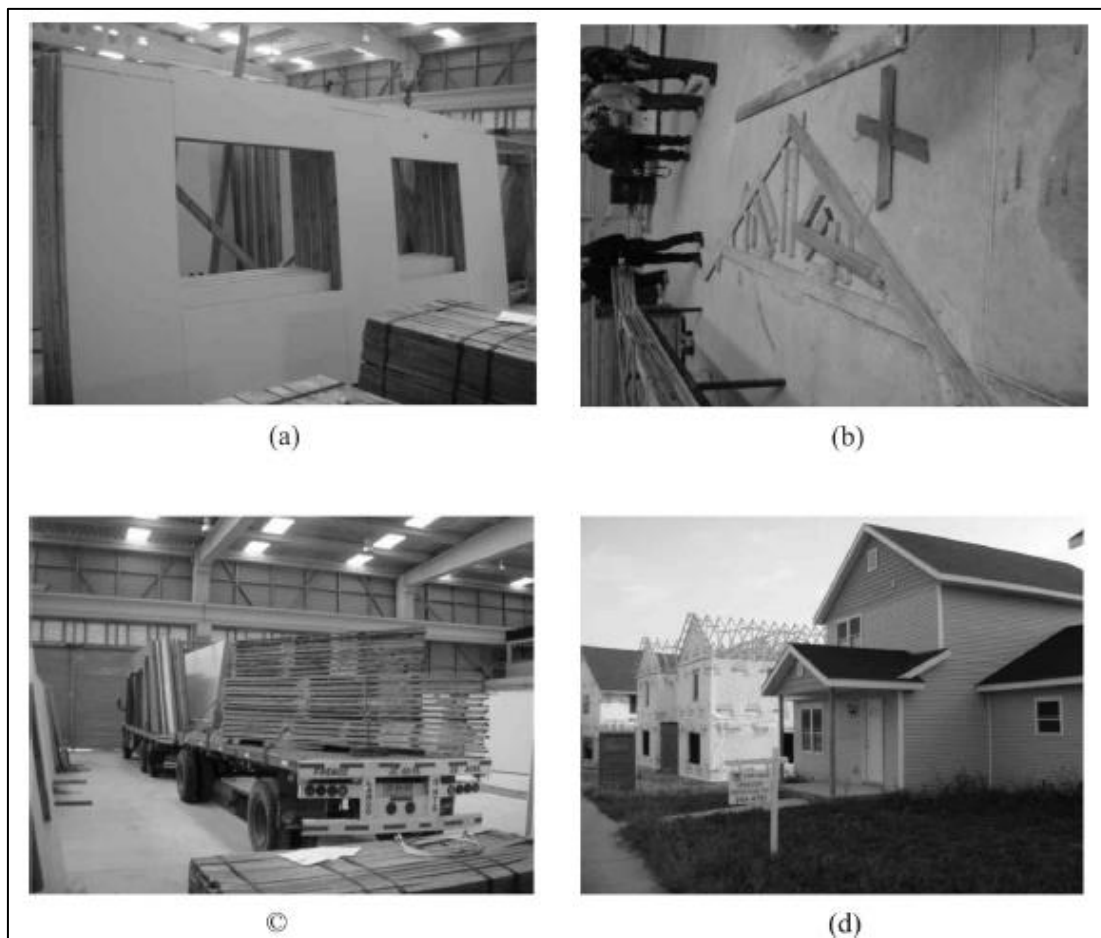


Figura 9 - Fabricação industrial: (a) Painéis de parede (b) Treliças de cobertura; (c) Transporte indústria/obra; (d) Casa pronta

Fonte: CALIL JUNIOR; MOLINA (2010, p.154).

2.2 ABNT NBR 15575/2013 – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO

Com a competitividade do setor construtivo, houve a necessidade de desenvolvimento de processos construtivos novos, novas tecnologias e novos materiais, para atender uma demanda de construções cada vez mais econômicas e esbeltas. Além do mais as edificações, quando se utilizando *Wood Frame*, começaram a ficar expostas a ambientes diversos, pois o sistema, inicialmente, foi desenvolvido para áreas com temperaturas mais frias, e agora vem sendo difundido nas mais diversas regiões, o que as proporcionou níveis de degradação mais elevados, gerando problemas de durabilidade, qualidade e envelhecimento precoce. Dentro deste contexto a NBR 15575/2013 surgiu com o comprometimento à segurança, estética, durabilidade e utilização das edificações.

2.2.1 Estanqueidade

Conforme NBR 15575/2013 “[...] a exposição à água da chuva, à umidade proveniente do solo e aquela proveniente do uso da edificação habitacional devem ser consideradas em projeto, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído” (ABNT, 2013, item 10).

De forma a abranger de forma mais detalhada os quesitos de estanqueidade, a norma se subdivide em dois requisitos:

a) Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação

Conforme este requisito a edificação deve “[...] assegurar estanqueidade às fontes de umidade externa ao sistema”, seguindo os critérios de “[...] estanqueidade à água de chuva e à umidade do solo e do lençol freático”, conforme prescritos na NBR 15575-3 e NBR 15575-5 (ABNT, 2013, item 10).

Neste requisito apresenta ainda um tópico de “Premissas de projeto”, no qual apresentam que “[...] devem ser previstos em projetos a prevenção da infiltração da água da chuva e da umidade do solo nas habitações”, por meio de detalhes indicados no próprio item.

b) Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação

De acordo com este requisito a edificação deve “[...] assegurar estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel em condições normais de uso”, seguindo os critérios de “[...] estanqueidade à água utilizada na operação, uso e manutenção do imóvel”, descrito no mesmo tópico.

2.2.2 Desempenho Térmico

De acordo com a NBR 15575 “[...] a edificação habitacional deve reunir características que atendam aos requisitos de desempenho térmico, considerando-se a zona bioclimática definida na ABNT NBR 15220-3” (ABNT, 2013, item 11).

Nesta parte, a norma propõe análise do desempenho térmico através da realização de dois procedimentos: o procedimento informativo e o procedimento normativo. O primeiro consiste no atendimento aos critérios e requisito da NBR 15575-4 e NBR 15575-3 (ABNT, 2013, item 11). Já o segundo visa avaliar o desempenho da edificação e/ou protótipo já construído.

Quanto ao primeiro procedimento a norma diz que “[...] para casos em que a avaliação

de transmitância térmica e capacidade térmica, conforme os critérios estabelecidos nas ABNT NBR 15575-4 e NBR 15575-3 resultem em desempenho térmico insatisfatório, o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação como um todo pelo método da simulação computacional conforme 11.2” (ABNT, 2013, item 11) Porém, para este trabalho o item não tem relevância, uma vez que cabe apenas a análise das mudanças que o modelo *Wood Frame* teve que passar para se adequar a realidade nacional. Assim, não entra no mérito edificações já construídas.

A norma apresenta os requisitos de desempenho térmico no verão, no qual informa que a edificação deve “[...] apresentar condições térmicas no interior do edifício melhores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, para o dia típico de verão” (ABNT, 2013, item 11) conforme o critério 11.3.1 que apresenta os “Valores máximos de temperatura”. Similarmente ao desempenho térmico no verão, há o desempenho térmico no inverno, no qual afirma que a edificação deve “apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional melhores que o ambiente externo, no dia típico de inverno conforme o critério de Valores Mínimos de Temperatura, nas zonas bioclimáticas 1 a 5. Nas zonas 6, 7 e 8 não é necessário realizar avaliação de desempenho térmico de projeto para inverno (ABNT NBR 15575/2013).

Para as edificações em fase de projeto “[...] a avaliação deve ser feita para um dia típico de projeto, de verão e de inverno” (ABNT, 2013, item 11).

2.2.3 Desempenho Acústico

Segundo a NBR 15575 “a edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional, e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas e entre áreas privativas de unidades autônomas diferentes”.

Assim, a norma se subdivide em três requisitos de desempenho acústico:

a) Isolação acústica de vedação externa

A edificação deve “[...] propiciar condições mínimas de desempenho acústico da edificação, com relação a fontes normatizadas de ruídos externos aéreos”, e atender ao critério de “desempenho acústico das vedações externas” que estão estabelecidos na NBR15575-4 e NBR 15575-5 (ABNT, 2013, item 12).

b) Isolação acústica entre ambientes:

A edificação deve “[...] propiciar condições de isolamento acústica entre as áreas comuns

e ambientes de unidade habitacionais e entre unidades habitacionais distintas”, e atender ao critério de “isolamento ao ruído aéreo entre pisos e paredes internas”, conforme a NBR 15575-3 e NBR 15575-4 (ABNT, 2013, item 12).

c) Ruídos de Impacto:

A edificação deve “[...] propiciar condições mínimas de desempenho acústico no interior da edificação, com relação as fontes padronizadas de ruídos e impacto” seguindo o critério de “ruídos gerados por impactos” de acordo com a NBR 15575-3 e NBR 15575-5 (ABNT, 2013, item 12).

2.2.4 Desempenho lumínico

No que tange o conforto lumínico a NBR 15575/2013 afirma que “[...] durante o dia, as dependências da edificação habitacional listadas na tabela 1 devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes. Para o período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições internas satisfatórias para a ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança” (ABNT, 2013, item 13).

Tabela 1 - Níveis de iluminância geral para iluminação natural

Dependência	Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M
Sala de estar Dormitório Copa/cozinha Área de serviço	≥ 60
Banheiro Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos (demais ambientes)	Não requerido
* Valores mínimos obrigatórios, conforme método de avaliação de 13.2.2.	
NOTA 1 Para os edifícios multipiso, são permitidos, para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20 % em qualquer dependência).	
NOTA 2 Os critérios desta tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.	
NOTA 3 Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.	

Fonte: ABNT NBR 15575-1/2013.

Diante disso a norma subdivide o desempenho lumínico no requisito de iluminação

natural e iluminação artificial

a) Iluminação natural

A NBR 15575 prevê que “[...] durante o dia, as dependências da edificação habitacional listadas na tabela 1 devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes”, e estabelece critérios de “simulação: níveis mínimos de iluminação natural”, e de “medição *in loco*”: Fator de luz diurna (FDL), ambos presentes no próprio tópico (ABNT, 2013, item 13).

b) Iluminação artificial

A norma considera que a edificação deve “[...] propiciar condições de iluminação artificial interna, de modo a garantir a ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança”, seguindo os critérios de “níveis mínimos de iluminação artificial” prescritas no mesmo tópico (ABNT, 2013, item 13).

2.2.5 Saúde, higiene e qualidade do ar

A NBR 15575/2013 determina que “[...] os requisitos à saúde devem atender à legislação vigente” e a outros dois requisitos:

a) Proliferação de micro-organismos

Assim a edificação deve “[...] propiciar condições de salubridade no interior da edificação, considerando as condições de umidade e temperatura no interior da unidade habitacional, aliadas ao tipo de sistemas utilizados na construção” (ABNT, 2013, item 15). e este requisito deve atender aos critérios fixados na legislação.

b) Poluentes no ambiente de garagem

A norma prevê que “gases de escapamento de veículos e equipamentos não podem invadir áreas internas da habitação. O sistema de exaustão ou ventilação de garagens internas deve permitir a saída dos gases poluentes gerados por veículos e equipamentos” e deve seguir os critérios fixados na legislação vigente (ABNT NBR 15575-1/2013).

2.2.6 Funcionabilidade e Acessibilidade

A ABNT NBR 15575-1/2013 apresenta quatro requisitos no que tange funcionalidade e acessibilidade:

a) Altura mínima de pé-direito

A edificação deve “[...] apresentar altura mínima de pé-direito dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas” conforme o critério de “altura mínima de pé-direito” apresentada no mesmo tópico (ABNT, 2013, item 16).

b) Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação

A edificação deve “[...] apresentar espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas”, seguindo o critério de “disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação” descrita no mesmo tópico da norma (ABNT, 2013, item 16).

c) Adequação para pessoas com deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida

“A edificação deve prever o número mínimo de unidades para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida estabelecido na legislação vigente, e estas unidades devem atender aos requisitos da ABNT NBR 9050/2004. As áreas comuns devem prever acesso a pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida a idoso” (ABNT, 2013, item 16), além de seguir o critério de adaptações de áreas comuns e privadas, descrita no próprio tópico da norma (ABNT, 2013, item 16).

d) Possibilidade de ampliação da unidade habitacional

“Para as unidades habitacionais térreas e assobradas, de caráter evolutivo, já comercializadas, com previsão de ampliação, a incorporadora ou construtora deve fornecer ao usuário projeto arquitetônico e complementar juntamente com o manual de uso, operação e manutenção com instrução para ampliação da edificação, recomendando-se utilizar recursos regionais e os mesmos materiais e técnicas construtivas do imóvel original”, atendendo os critérios de ampliação de unidades habitacionais evolutivas” descritas no mesmo requisito (ABNT, 2013, item 16).

2.2.7 Conforto tátil e antropodinâmico

A ABNT NBR 15575-1/2013 trata o conforto tátil e antropodinâmico juntamente com o “Requisitos para os sistemas de pisos” estabelecidos na NBR 15575-3 e “Requisitos para os sistemas hidrossanitários” prescritos na NBR 15575-6. E determina que para “[...] edifícios habitacionais, destinados aos usuários com deficiência física e pessoas com mobilidade reduzida (PMR), os dispositivos de manobra, apoio, alças e outros equipamentos devem atender às prescrições da ABNT NBR 9050” (ABNT, 2013, item 17).

Porém, a ABNT NBR 15575-1/2013 estabelece dois requisitos:

a) Conforto tátil e adaptação ergonômica

A norma estabelece que não pode haver empecilhos que prejudiquem as atividades normais de quem estiver dentro da edificação, como: caminhar, apoiar, limpar, brincar e ações semelhantes. Além da habitação não poder contar com “[...] rugosidades, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação. E ainda estabelece o critério de “adequação ergonômica de dispositivos e manobras” (ABNT, 2013, item 17).

b) Adequação antropodinâmica dos dispositivos de manobra

Conforme a ABNT NBR 15575-1/2013 os dispositivos de manobra devem “[...] apresentar formato compatível com a anatomia humana. Não requerer esforços excessivos para a manobra e movimentação”, seguindo o critério de “força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra” estabelecido no mesmo tópico (ABNT, 2013, item 17).

3 METODOLOGIA

Quanto à natureza, este trabalho classifica-se como uma pesquisa qualitativa. Para Gerhardt e Silveira (2009) na pesquisa qualitativa “[...] os pesquisadores buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32). De fato neste trabalho, o que se busca é um conhecimento aprofundado a respeito do desempenho do *Wood Frame* caracterizada pelos próprios usuários, para assim determinar quais as principais mudanças devem ser aplicadas ao método para que venha a ser satisfatório aos usuários brasileiros.

De acordo com Gil (2008) atualmente o modo mais usual de classificar a pesquisa é através de três níveis: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. A finalidade da pesquisa exploratória é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, bem como, busca-se obter conhecimento a respeito de tema pouco explorado.

Com este conceito estabelecido classifica-se também este trabalho como uma pesquisa exploratória, para desenvolvê-la utilizar-se-á levantamento bibliográfico e aplicação de questionário.

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Inicialmente este trabalho fez-se por meio de pesquisa bibliográfica, através de livros, trabalhos acadêmicos, catálogos técnicos, normas, revistas digitais, páginas da internet, etc.

Os principais autores usados para subsidiar o referencial bibliográfico foram: Satto e Stamato (2008) e Calil Junior e Molina (2010) explicando como as habitações em *Wood Frame* são construídas; sites como Futureng (2014) que define cronologicamente o surgimento do *Wood Frame*; ABNT NBR-15.575/2013- Edificações habitacionais – Desempenho, ao qual direciona este trabalho a todos os aspectos de habitacionalidade exigidas pela mesma norma.

(28,9°C) e 76°F (24,4°C), já no inverno (dezembro, janeiro e fevereiro) temperaturas médias mínimas variam entre 26°F (-3,3°C) e 19°F (-7,2°C). Informações estas obtidas através do Gráfico 1.

Essa amostra foi composta de 50 alunos, que responderam o questionário, de um total de 150 questionários distribuídos.

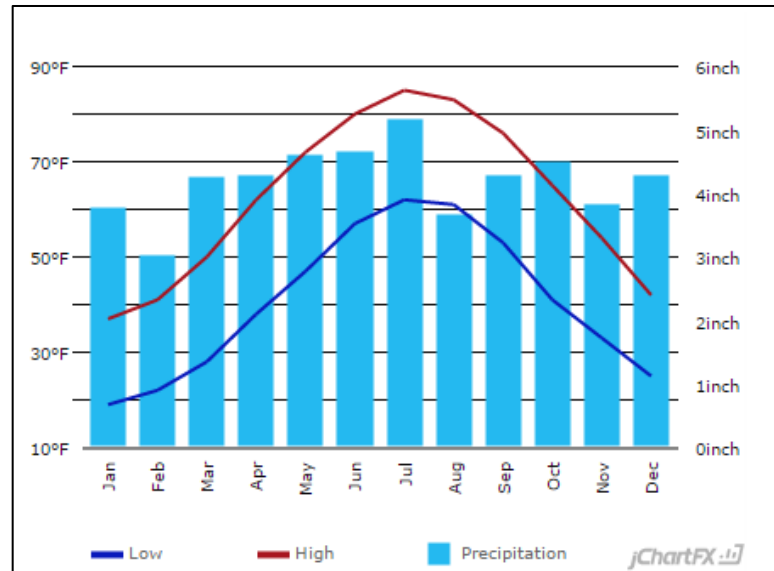


Gráfico 1 - Temperaturas médias e precipitações médias em Newing - NJ
Fonte: USCLIMATEDATA (2016).

2. Tempe, Arizona, Estados Unidos:

Localizada no Oeste dos Estados Unidos, com aproximadamente 173.000 habitantes (United States Census Bureau, 2014).

No verão (junho, julho e agosto) temperaturas médias máximas variam entre 105°F (40,6°C) e 100°F (37,8°C), já no inverno (dezembro, janeiro e fevereiro) temperaturas médias mínimas variam entre 42°F (5,6°C) e 38°F (3,3°C). Informações estas obtidas através do Gráfico 2.

Essa amostra foi composta de 51 alunos, que responderam o questionário, de um total de 250 questionários distribuídos.

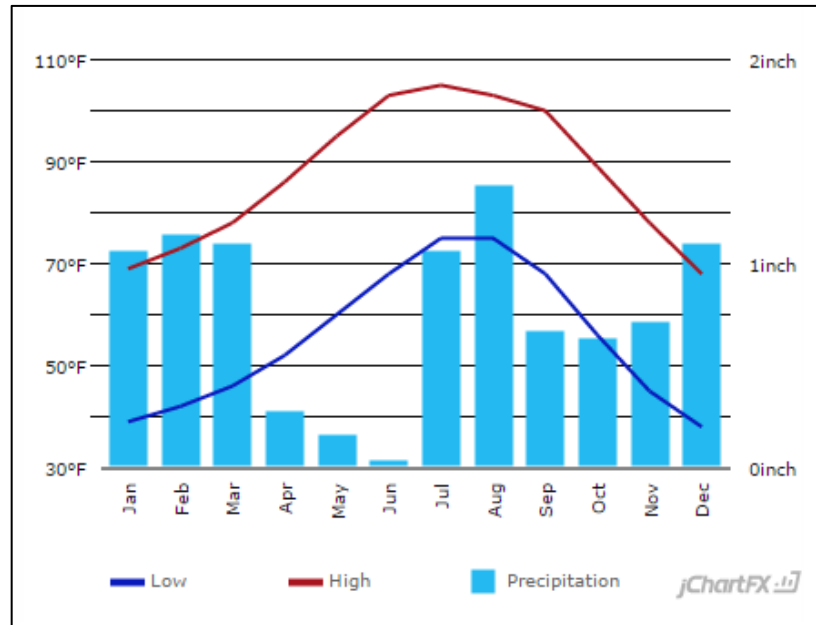


Gráfico 2 - Temperaturas médias e precipitações médias em Tempe - AZ
Fonte: USCLIMATEDATA (2016).

Obtém-se assim duas amostras características de duas cidades com climas diferentes, uma com médias baixas, Ewing, e outra com médias altas, Tempe.

3.2.2 Composição

Através do questionário foi possível identificar as características positivas e negativas comparadas às habitações de alvenaria comumente encontradas no Brasil. Tendo para isso, como referência, a ABNT NBR-15.575/2013- Edificações habitacionais – Desempenho, que nos direciona a conceitos importantes ao questionar opiniões de usuários quanto à vivência neste sistema construtivo.

O questionário foi composto de oito questões:

1. A primeira questão abordou o conforto térmico durante o verão, relacionando a interferência da temperatura externa com a temperatura interna da residência, incluindo casos de uso de ar condicionado. Para respondê-la foram dadas quatro alternativas que variavam de satisfeito a insatisfeito.
2. A segunda questão abordou o conforto térmico durante o inverno, relacionando a interferência da temperatura externa com a temperatura interna da residência, incluindo casos de uso de aquecedor. Para respondê-la foram dadas quatro

alternativas que variavam de satisfeito a insatisfeito.

3. A terceira questão abordou o conforto acústico, relacionado aos ruídos transmitidos entre os cômodos de uma mesma residência. Para respondê-la foram dadas quatro alternativas que variavam de satisfeito a insatisfeito.
4. A quarta questão também abordou o conforto acústico, relacionado aos ruídos externos transmitidos para o interior das residências. Para respondê-la foram dadas quatro alternativas que variavam de satisfeito a insatisfeito.
5. A quinta questão abordou a higiene dentro das residências, relacionada a facilidade de limpeza das paredes. Para respondê-la foram dadas três alternativas: facilmente, com dificuldade e não conseguia deixá-las limpas. Foi utilizado nesta questão, a limpeza das paredes, por serem as superfícies com diferenciação mais visíveis das utilizadas no Brasil.
6. A quinta questão foi destinada as vantagens sentidas pelos alunos nas residências de *Wood Frame* em comparativo com as de alvenaria convencionais do Brasil. Para esta questão foram dadas alternativas, onde mais de uma poderia ser escolhida, e opção de adicionar vantagens de acordo com cada residente.
7. A sétima questão foi a atribuição de uma nota para as residências de *Wood Frame* dos Estados Unidos, nota esta variando de 0 a 10.
8. A última questão foi aberta, onde cada aluno pode tecer uma opinião pessoal em relação as suas moradias dos Estados Unidos.

O questionário foi aplicado durante o período de 25 de abril de 2016 até 16 de maio de 2016. Foi aplicado por meio eletrônico, através do *Google Forms*, plataforma para aplicação de formulários online. Para chegar aos alunos, foi transmitido de forma online, através de grupos do site de relacionamentos *Facebook.com*. A duração média para o questionário ser respondido foi de três minutos.

O questionário pode ser encontrado na íntegra no apêndice.

3.3 TECVERDE

Neste trabalho utilizaremos como base, em termos de *Wood Frame* no Brasil, o

sistema desenvolvido pela empresa TecVerde – Sistema Leve em Madeira.

A TecVerde foi criada em 2009 quando, com o apoio da Federação de Indústrias do Paraná (Fiep) e Senai-PR, os fundadores viajaram para a Alemanha e obtiveram um convênio com o Ministério da Economia do estado de Baden-Württemberg. Assim, com tecnologia subsidiada por alemães e com contribuição de investidores-anjos e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) foi inaugurada a primeira fábrica em 2010, em Pinhais, região metropolitana de Curitiba (TecVerde, 2016).

Um ano depois, trinta e quatro empresas passaram a fornecer matéria-prima e equipamentos, o que formou uma sólida cadeia produtiva no estado.

Posteriormente com o apoio do banco Santander, conseguiu-se alterar o regulamento de bancos, que entrou em vigor em 2011, para que os mesmos passassem a financiar casas com estruturas de madeira. O sistema também recebeu em 2013 avais para construção de habitações de interesse social, e com a homologação da tecnologia, autorizada pelo Ministério das Cidades a produzir moradias ao Programa Minha Casa Minha Vida, sendo a única construtora a ter homologações com este sistema construtivo (TecVerde, 2016).

Em 2014 a empresa inaugurou outra fábrica com linhas automatizadas e maior capacidade de produção, sendo a maior fabrica a produzir casas de *Wood Frame* na América Latina.

Hoje, a TecVerde é reconhecida como uma empresa inovadora, com soluções eficientes e sustentáveis na área de construção civil. O que traz o fundo norte-americano Global Environment Fund (GEF), especializado em empresas de alto crescimento e que se destacam pela eficiência sócio-ambiental, a criar uma parceria. Parceria esta que firma que a TecVerde está a idealizar o futuro da construção civil no Brasil.

Em contato com a TecVerde, no dia 29 de abril de 2016, foi realizada uma entrevista informal com a Gerente de Inovação da TecVerde, Sra. Carla Rabelo Monich Soldera, no escritório da TecVerde, localizada Rua Otto Willi Michaelis, 330 - Butiatuvinha, Curitiba – PR, no qual foi possível, através de um diálogo aberto, abordar as inovações e adaptações que a empresa realizou no Sistema Construtivo *Wood Frame*, para que tal pudesse se adaptar as questões geográficas e culturais brasileiras.

3.4 RESULTADOS

Com a aplicação do questionário, obteve-se uma qualificação do desempenho das residências em *Wood Frame* dos Estado Unidos por brasileiros. Tendo em vista as vantagens e desvantagens apontadas, comparar-se a este sistema com o aplicado pela empresa brasileira TecVerde, para assim identificar quais adaptações estão sendo implementadas e quais ainda devem ser consideradas para que o sistema atenda melhor as exigências do público brasileiro.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Após a coleta das respostas ao questionário aplicado, os dados foram analisados e comparados junto ao sistema TecVerde de construções em *Wood Frame*. Ao realizarmos esta análise podemos concluir se, de acordo com o grupo amostral entrevistado, o sistema empregado pela TecVerde seria satisfatório em termos da ABNT NBR 15575 Edificações Habitacionais – Desempenho, e assim satisfatório ao público brasileiro.

4.1 QUESTIONÁRIO

Para analisarmos o questionário, o subdividimos em 6 grupos, os mesmos estão esquematizados na Figura 11

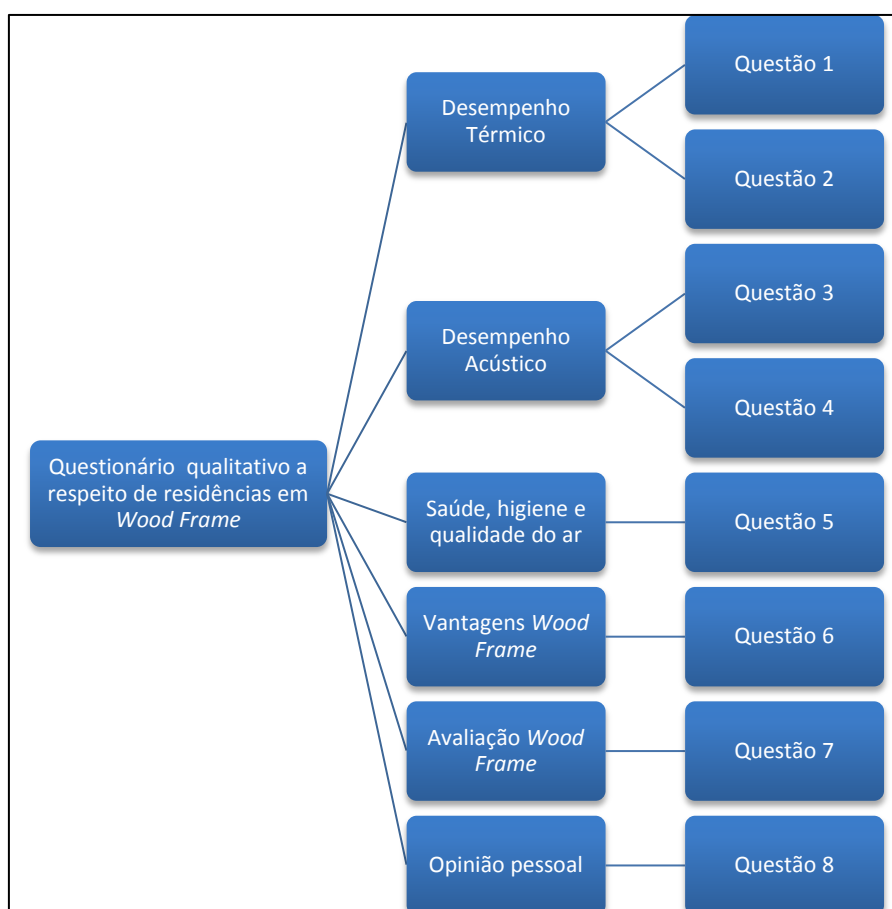


Figura 11 - Esquematização do questionário
Fonte: Autoria Própria (2016).

4.1.1 Desempenho térmico

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2013, p. 135) define que “[...] o adequado desempenho térmico repercute no conforto das pessoas e em condições adequadas para o sono e atividades normais em uma habitação, contribuindo ainda para a economia de energia”.

CBIC (2013) também aponta que há diversas variáveis ao se falar de nível de satisfação ou insatisfação ao tratar do conforto térmico dos usuários, como tipo de atividades no interior do imóvel, tipo de vestimentas, número de ocupantes, sexo e condições fisiológicas e psicológicas dos usuários. Assim sendo, ao tratar de conforto térmico, está sempre se mencionando a uma condição média, condição que atende a maior parte das pessoas expostas a esta condição.

Qualitativamente, interessou-se em avaliar o conforto térmico no interior das residências em *Wood Frame* tanto no verão quanto no inverno.

➤ Questão 1

Nesta questão foi abordado o desempenho do conforto térmico no interior das residências durante o verão, seja para manter uma temperatura natural agradável ou para manter temperaturas quando utilizado ar condicionado. Assim sendo, essa questão diz respeito ao quão bem os materiais de vedação externa mantêm temperaturas agradáveis no interior das residências de *Wood Frame*.

Relacionado à amostra de Ewing- New Jersey, podemos observar no gráfico 3, que a maioria considerou-se satisfeito neste quesito.

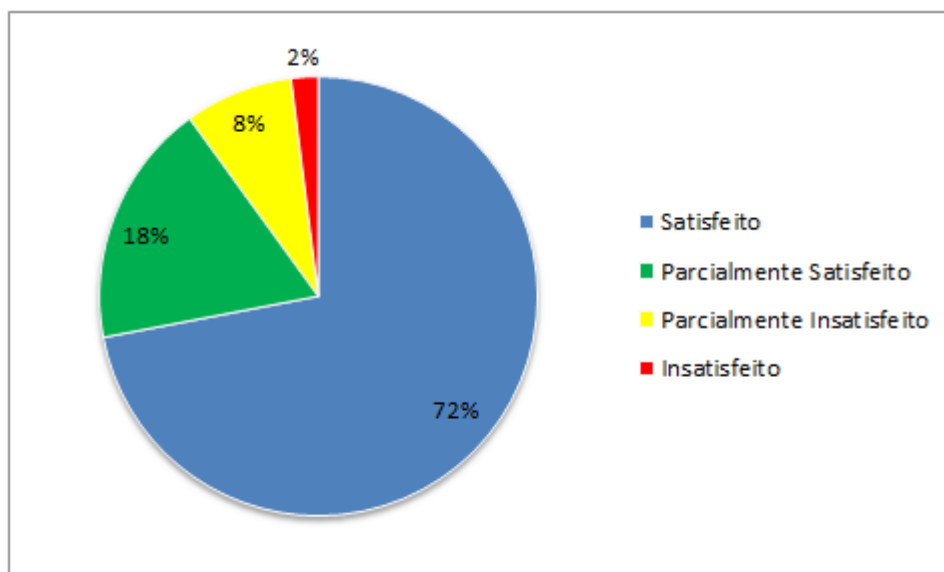


Gráfico 3 - Conforto térmico no verão – Amostra Ewing
Fonte: Autoria Própria (2016).

Similarmente, em relação à amostra de Tempe – Arizona, satisfeito foi a opção mais contemplada pelos residentes em *Wood Frame*. Podemos observar a distribuição das respostas desta amostra no gráfico 4.

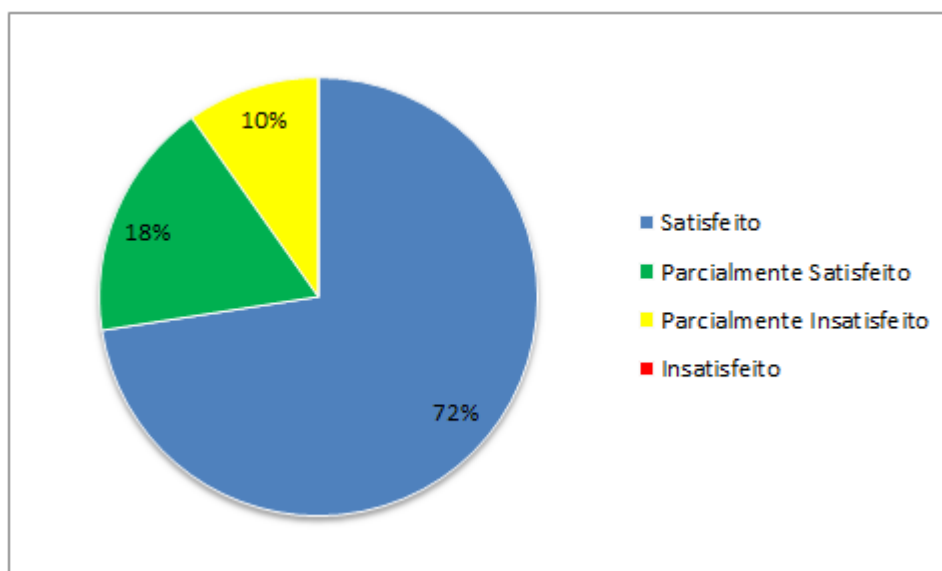


Gráfico 4 - Conforto térmico no verão - Amostra Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

Assim, a avaliação ao desempenho térmico no verão, foi em sua maioria satisfatório. Podemos conferir no gráfico 5 como foi caracterizado o total de respostas obtidas nesta questão.

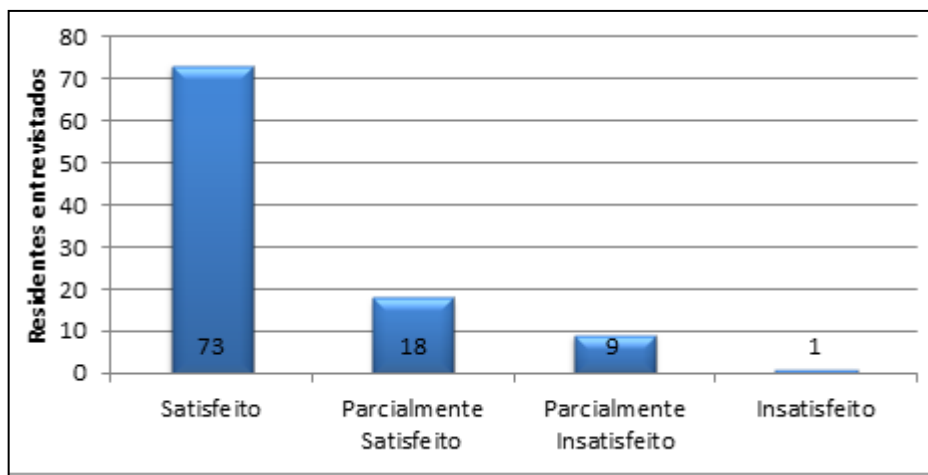


Gráfico 5 - Conforto térmico no Verão – Ewing e Tempe.
Fonte: Autoria Própria (2016).

➤ Questão 2

Agora, o desempenho térmico é avaliado no inverno, abordando o desempenho do conforto térmico, seja para manter uma temperatura natural agradável ou para manter temperaturas quando utilizado aquecedores.

Relacionado à amostra de Ewing- New Jersey, podemos observar no gráfico 6, que a maioria considerou-se satisfeito neste quesito.

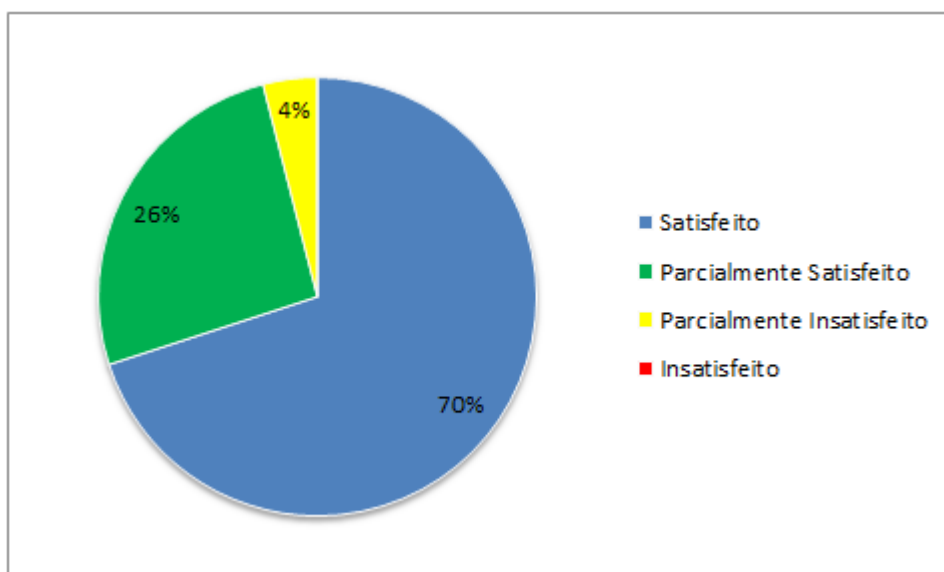


Gráfico 6 – Conforto térmico no inverno - Amostra Ewing
Fonte: Autoria Própria (2016).

Similarmente, na amostra de Tempe – Arizona, satisfeito foi a opção mais contemplada pelos residentes em *Wood Frame*. Podemos observar a distribuição das respostas desta amostra no gráfico 7.

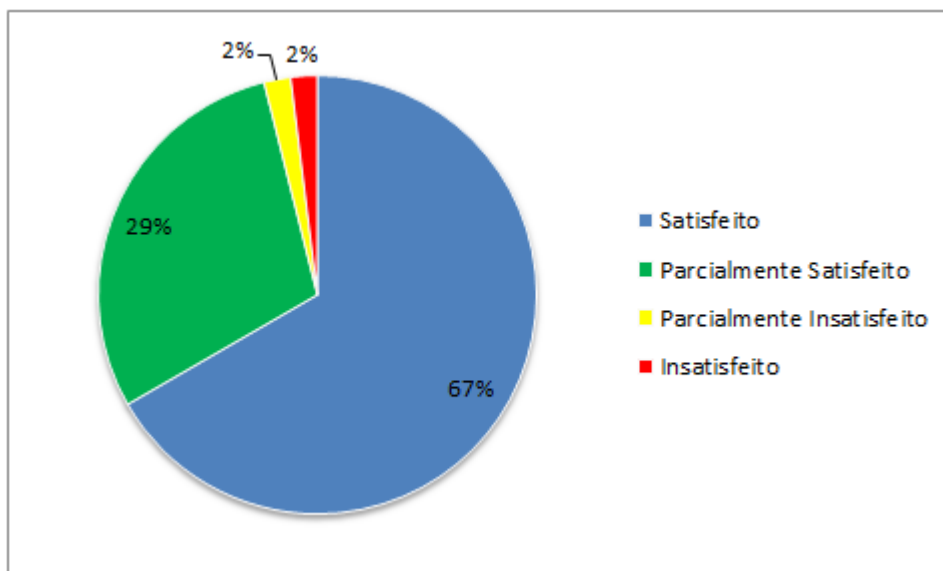


Gráfico 7 – Conforto térmico no inverno - Amostra Tempe

Fonte: Autoria Própria (2016).

Assim, relacionado a este fator, a satisfação ao desempenho térmico no inverno, foi em sua maioria satisfatório. Podemos conferir no gráfico 8 como foi caracterizado o total de respostas obtidas nesta questão.

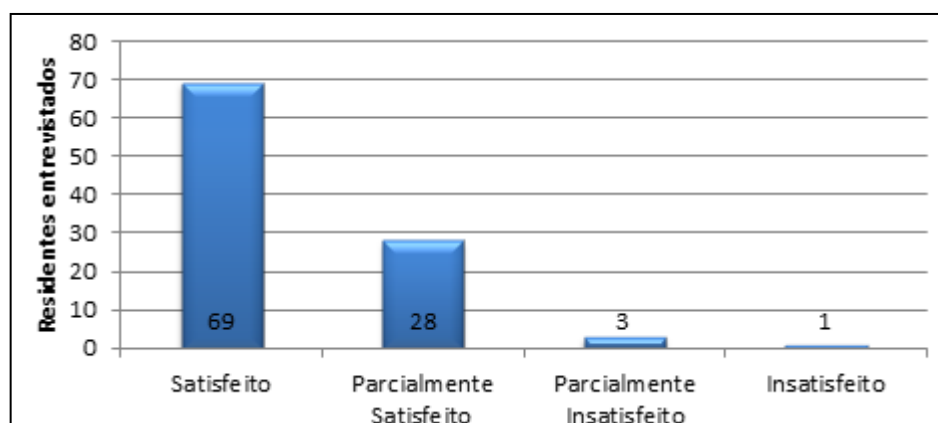


Gráfico 8 - Conforto térmico no inverno - Ewing e Tempe

Fonte: Autoria Própria (2016).

4.1.2 Desempenho acústico

De acordo com CBIC (2013, p. 153), “[...] o ruído gerado pela circulação de veículos, crianças brincando no playground e música alta no apartamento vizinho são causas de desentendimentos e de estresse”. Assim sendo, é necessária a adequada isolamento acústica das fachadas, coberturas, entrepisos e paredes de geminação.

Neste âmbito, direcionaram-se as próximas duas questões ao desempenho acústico do sistema *Wood Frame* usufruído pelos entrevistados.

➤ Questão 3

Esta questão busca saber quão satisfeito o usuário se sentiu em relação aos ruídos transmitidos dentro de uma mesma residência, de cômodo para cômodo.

No gráfico 9 e no gráfico 10, respectivamente, podemos observar os resultados das amostras de Ewing – New Jersey e Tempe – Arizona.

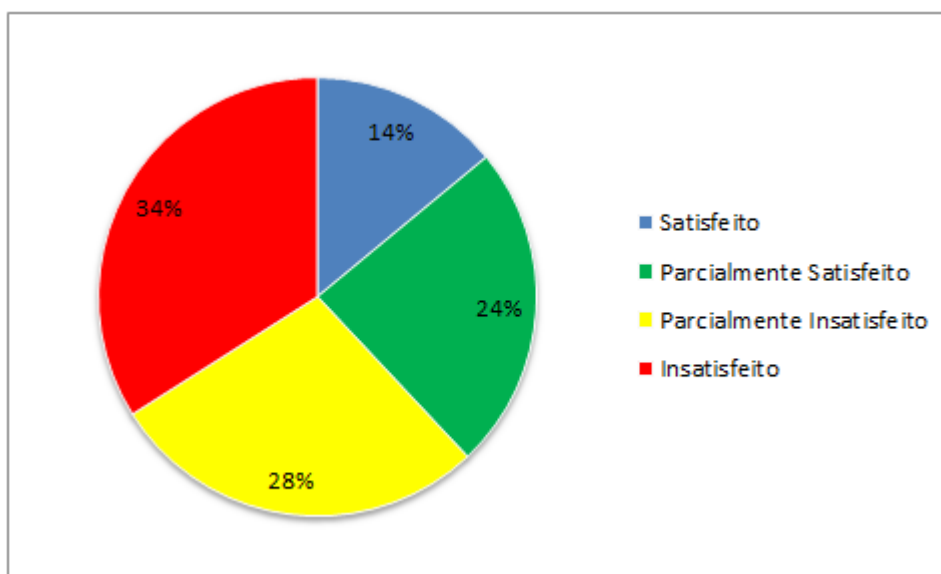


Gráfico 9 - Desempenho acústico/cômodo para cômodo - Amostra Ewing
Fonte: Autoria Própria (2016).

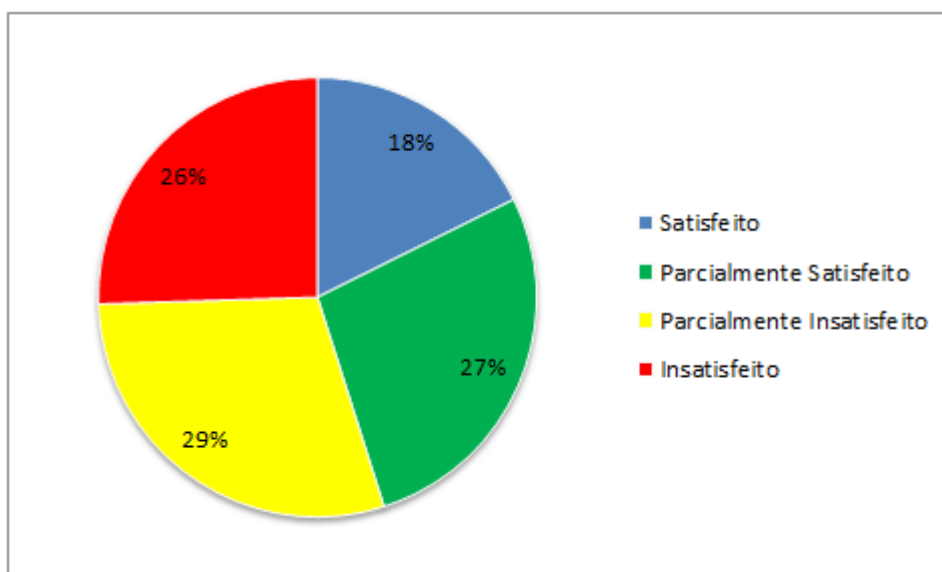


Gráfico 10 - Desempenho acústico/cômodo para cômodo - Amostra Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

Como se pode observar, a opção de maior abrangência divergiu para cada região, os residentes de Ewing-NJ optaram em sua maioria por insatisfeito quanto a este quesito de desempenho acústico e os residentes de Tempe-AZ optaram em sua maioria pela opção de parcialmente insatisfeitos. Porém, houve uma divisão de opiniões mais uniforme desde satisfeito a insatisfeito. A priori isto pode ter ocorrido por vários fatores, como: andar do apartamento, localização do apartamento no andar, estilo de vida dos vizinhos, enfim, inúmeras variáveis, que fazem do conforto de cada residente diferente. No gráfico 11 observa-se a configuração das respostas totais recebidas, sendo insatisfeito a opção de maior abrangência.

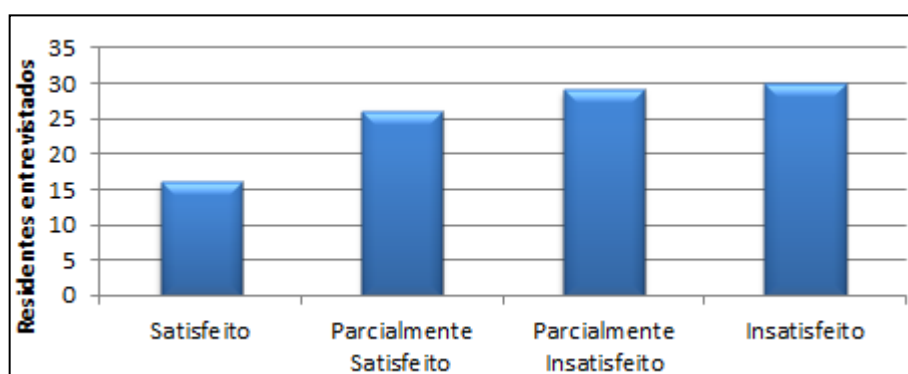


Gráfico 11 - Desempenho Acústico/cômodo para cômodo - Ewing e Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

➤ Questão 4

Nesta questão foi abordado o desempenho acústico das residências pensando-se nos ruídos vindos dos ambientes externos, como os residentes se sentiram com a interferência destes ruídos no interior de suas moradias.

Em Ewing-NJ a maioria dos alunos se sentiu parcialmente satisfeito ou satisfeito em suas residências, podemos observar a disposição das respostas no gráfico 12.

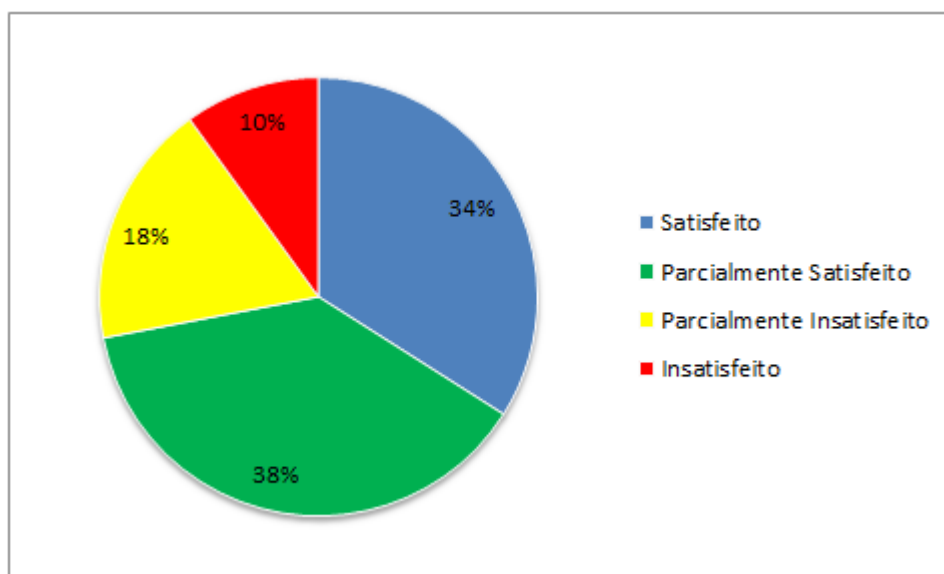


Gráfico 12 - Desempenho Acústico/ambiente externo para interno – Amostra Ewing
Fonte: Autoria Própria (2016).

Quanto a amostra de Tempe-AZ, aproximadamente metade dos alunos entrevistados optaram por parcialmente satisfeito nesta pergunta. A configuração de respostas para esta pergunta para os alunos desta região podem ser observadas no gráfico 13.

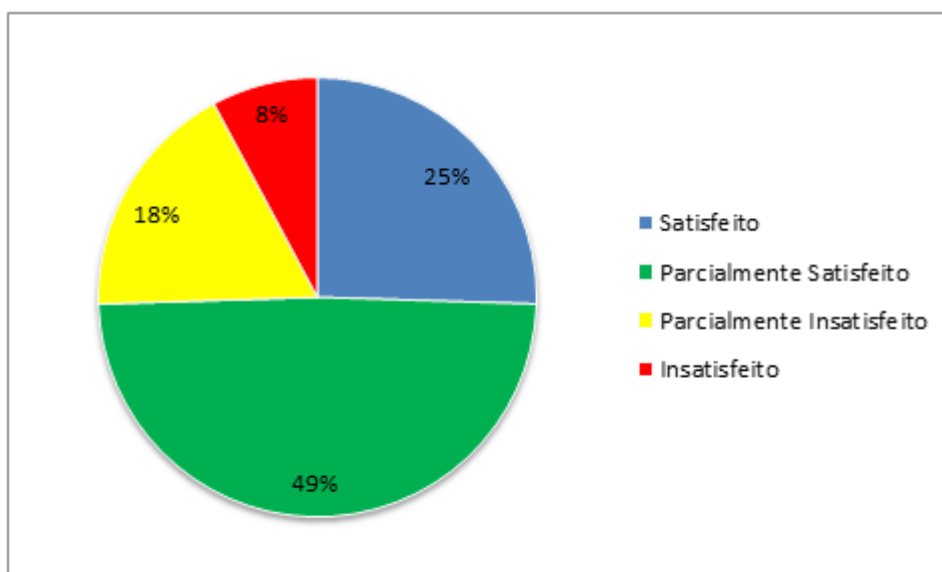


Gráfico 13 - Desempenho Acústico/ambiente externo para interno - Amostra Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

Ao realizarmos uma contagem total, obtemos parcialmente satisfeito como a resposta de maior incidência, como se pode observar no gráfico 14.

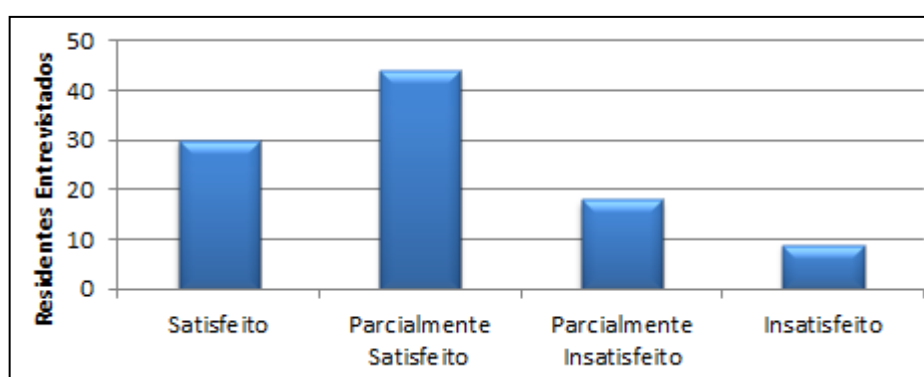


Gráfico 14 - Desempenho acústico/ambiente externo para interno - Ewing e Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

4.1.3 Saúde, higiene e qualidade do ar

Segundo o CREA-PR (2011, p.26), “[...] a higiene da edificação deve ser monitorada, em especial quanto à manutenção de pisos, paredes, esquadrias, mobiliários, instalações e equipamentos de saneamento, com foco na saúde dos usuários”.

É imprescindível que os usuários vivam em ambientes agradáveis e que não tenham riscos a suas saúdes, para isso, que os possam manter assim. A próxima questão é voltada para este assunto, em como os usuários mantinham a residência em boas condições de uso.

➤ Questão 5

Neste ponto focou-se no quão bem o usuário conseguia realizar a limpeza das paredes de sua residência. As respostas obtidas foram similares nas duas regiões de estudo, 84% da amostra de Ewing-NJ e 76,5% da amostra de Tempe-AZ responderam que limpavam as paredes com facilidade, apenas três residentes no total optaram pela opção de que não conseguiam deixar as paredes limpas.

4.1.4 Vantagens *Wood Frame*

Ao se comparar o sistema de *Wood Frame* com as habitações do Brasil, normalmente feitas de alvenaria convencional, podem-se perceber diferenças, positivas e negativas, entre os dois sistemas. Então, a próxima questão trata deste assunto, das vantagens percebidas pelos entrevistados nas residências dos Estados Unidos comparadas com as do Brasil.

➤ Questão 6

Nesta questão, os entrevistados puderam escolher quais foram as vantagens das residências em *Wood Frame* quando comparadas com as residências de alvenaria convencional tipicamente empregadas no Brasil.

Dos alunos que residiram em Ewing-NJ, as respostas obtidas podem ser observadas no Gráfico 15.

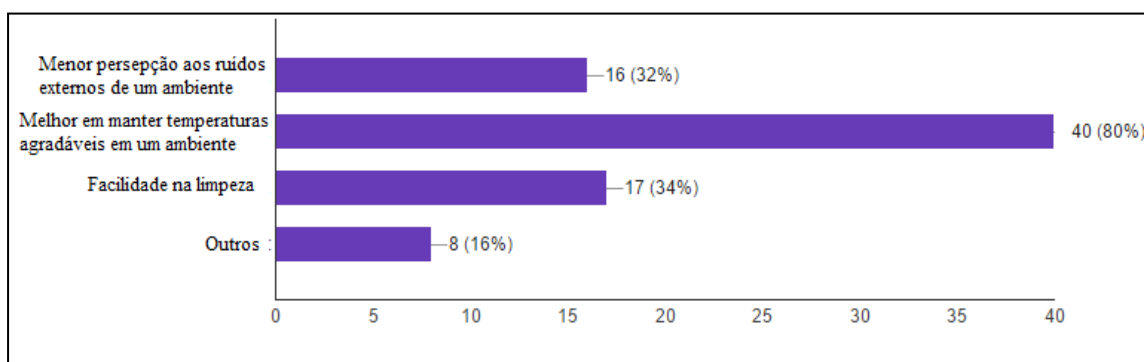


Gráfico 15 – Vantagens das Residências de *Wood Frame* – Amostra Ewing-NJ

Fonte: *Google Forms* (2016).

Já os alunos de Tempe-AZ, responderam conforme o Gráfico 16.

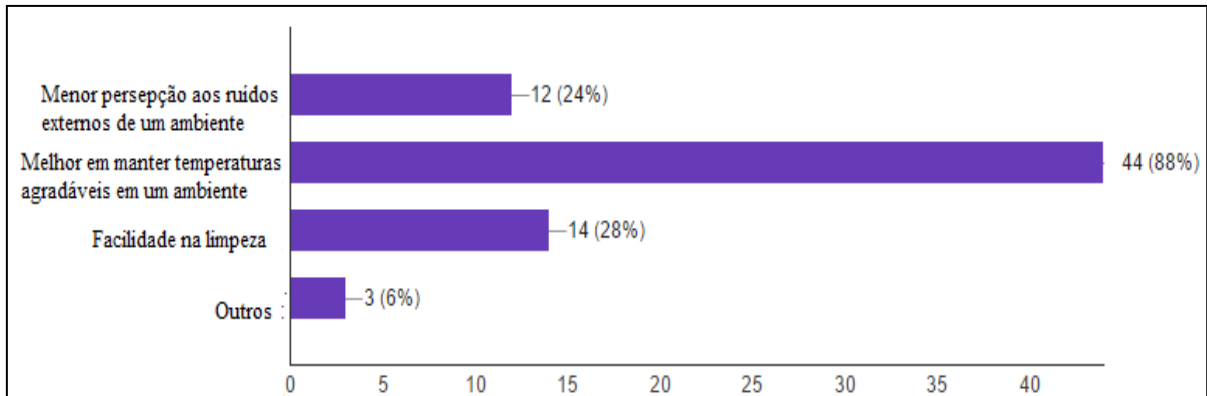


Gráfico 16 - Vantagens das Residências de *Wood Frame* –Amostra Tempe-AZ
Fonte: *Google Forms* (2016).

4.1.5 Avaliação *Wood Frame*

Avaliação direta do sistema *Wood Frame* de acordo com a experiência vivida por cada participante do questionário.

➤ Questão 7

Nesta etapa o entrevistado pôde conferir uma nota à residência que residiu em *Wood Frame*. Esta nota variou de 0 a 10, sendo 10 ótimo e 0 péssimo.

As respostas foram similares nos dois casos, com a maioria dos entrevistados se mostrando satisfeitos com o sistema, atribuindo em grande maioria notas de 6 a 10 às residências. Pode-se conferir a distribuição das respostas dos alunos de Ewing-NJ e Tempe-AZ, respectivamente, nos gráficos 17 e 18.

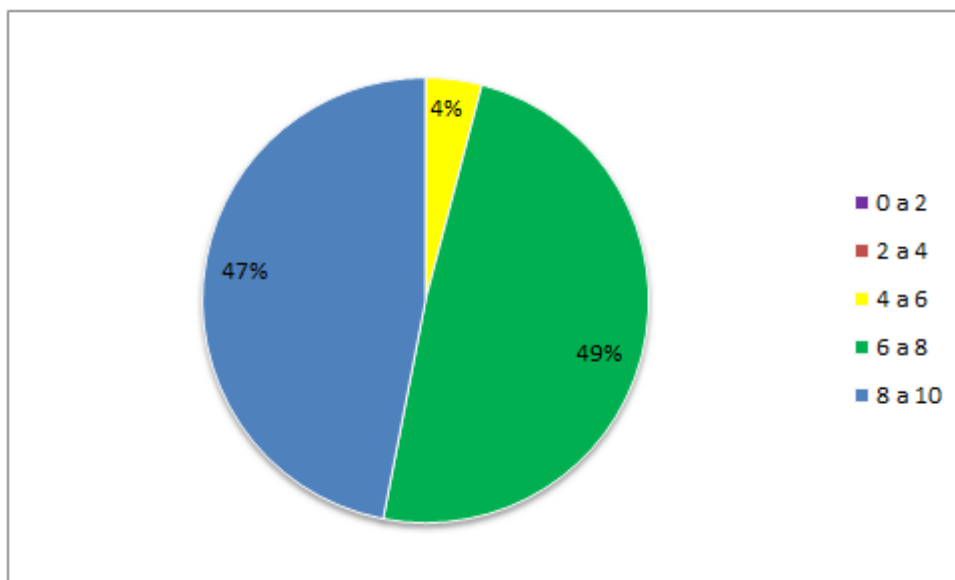


Gráfico 17 - Avaliação *Wood Frame* - Amostra Ewing
Fonte: Autoria Própria (2016).

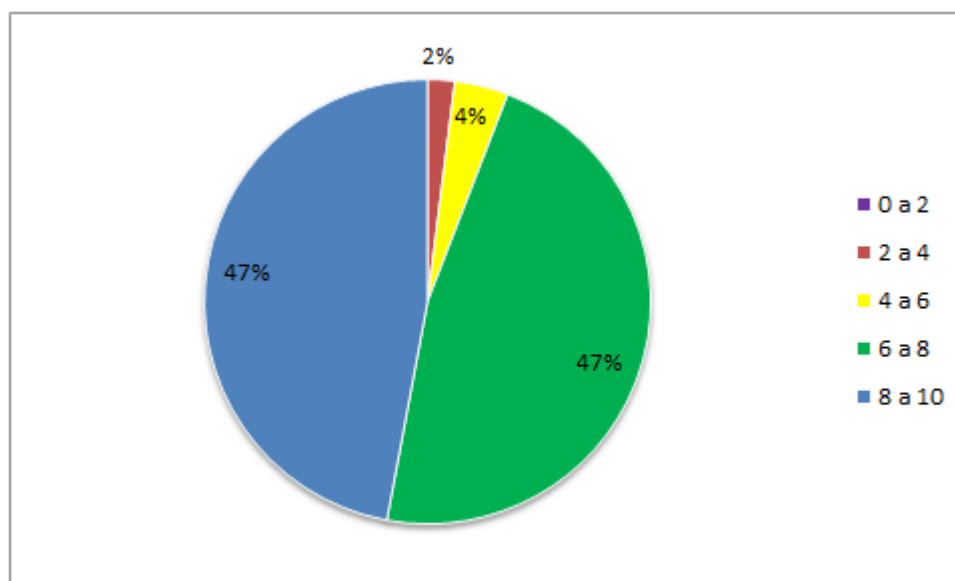


Gráfico 18 - Avaliação *Wood Frame* - Amostra Tempe
Fonte: Autoria Própria (2016).

De maneira geral, o que concluímos através desta questão é que o sistema de *Wood Frame* agradou a grande maioria dos brasileiros entrevistados. Apenas 5% do total de respostas optaram por notas menores que seis.

4.1.6 Opinião Pessoal

De caráter qualitativo, este ponto questionário é inteiramente voltado à opinião pessoal de cada entrevistado. E neste ponto os entrevistados poderão falar livremente sobre o assunto.

➤ Questão 8

Na última pergunta do questionário, os entrevistados puderam falar livremente a respeito de suas experiências residindo em ambientes de *Wood Frame*. Puderam assim, descrever de forma mais livre, quais as vantagens/desvantagens que perceberam, quais suas opiniões relacionadas à segurança nestas edificações, questões relacionadas à qualidade da edificação, entre outros.

As respostas foram muito similares para ambas as regiões, não houve discrepância das avaliações feitas pelos estudantes.

Boa parte dos entrevistados citou a segurança como um fator negativo, avaliando os materiais, principalmente das paredes internas como pouco resistentes quando comparados aos blocos cerâmicos empregados no Brasil. Citações como, “paredes parecem frágeis”, “construção não aparenta ser segura”, foram encontradas com frequência nas respostas obtidas.

Outro fator citado por grande parte dos alunos foi o baixo desempenho acústico no interior das residências. Este fator, culturalmente, não é de grande relevância aos norte americanos, pois nos Estados Unidos, as leis de silêncio e boa convivência são rigorosamente cumpridas.

Várias respostas apontaram o isolamento térmico como grande vantagem do sistema, apontando que gostariam deste tipo de isolamento nas residências do Brasil.

A agilidade na construção de casas de *Wood Frame* foi lembrada por alguns alunos, também a praticidade em reformas e manutenções.

Uma das respostas apontou uma sugestão de mudança no sistema, a confecção dos banheiros com ralos e em material cerâmico, para facilitar a limpeza dos mesmos.

Em geral, as respostas apontadas pela opinião pessoal dos entrevistados coincidem com as respostas as perguntas anteriores do questionário. Assim o questionário obteve respostas concisas e sem discrepância de opiniões entre os entrevistados, atingindo o seu objetivo inicial.

4.2 TECVERDE

Durante uma entrevista com a Sra. Carla Rabelo Monich Soldera, Gerente de Inovação na TecVerde, foi possível abordar as adequações feitas pela empresa, que fizeram o sistema construtivo *Wood Frame* adaptável ao Brasil. Além do mais, o Documento de Avaliação Técnica da TecVerde (DATec) foi utilizado como referência em todo o corpo do texto abaixo.

4.2.1 Estrutura das paredes

Conforme a Sra. Monich, as paredes externas na face externa são fechadas com chapas de OSB, revestida por placas cimentícias. Já a face interna das paredes externas, bem como ambas as faces das paredes internas, são fechadas por chapas de OSB, revestidas por placas com chapas de gesso acartonado para *drywall*. Porém é válido ressaltar que para áreas de cozinha e banheiros, onde há possibilidade de uma sobrecarga na parede devido à ação de cargas provenientes de móveis suspensos, Sra. Monich afirma que é posto também, nestes casos, o revestimento de placa cimentícia, reforçando assim a estrutura.

4.2.2 Estanqueidade à água

Quanto à verificação da estanqueidade à água das paredes externas, segundo IFBQ (2015), “[...] foram realizados ensaios laboratoriais (pressão de 50Pa e vazão 3L/min/m²) considerando a ‘interface entre a janela e a parede’ e ‘parede cega’.” E as paredes atenderam ao critério.

Assim, na concepção do projeto arquitetônico são concebidos detalhes que auxiliam na estanqueidade à água na fachada, tais como “[...] pingadeiras em aço galvanizado fixadas junto à base das paredes”. Além do mais a “[...] calçada externa (inclinação de 2% voltada para a face oposta da parede externa e desnível entre calçada e base da parede externa de 150mm)”. E muitas das vezes são utilizados “[...] beirais de telhado (600 mm de projeção horizontal) e manta impermeabilizante de 3 mm de espessura na base dos quadros estruturais com altura de 200 mm em ambas as faces (IFBQ, 2015).”

Em relação à estanqueidade das paredes internas em áreas molhadas, como banheiro, cozinha e lavanderia o projeto arquitetônico prevê “a impermeabilização com camada em argamassa polimérica flexível até altura de 250 mm, sendo nas paredes que compõem o box

até a altura de 1500 mm, sobreposta por revestimento cerâmico (IFBQ, 2015).”

Em relação à fundação, as paredes são levantadas sob um radier de concreto. É utilizada uma argamassa polimérica para a impermeabilização do radier (IFBQ, 2015).

No que se diz respeito à limpeza das paredes, Sra. Monich diz que a única restrição a uso de produtos não está ligado ao Sistema *Wood Frame*, mas sim ao acabamento. Assim, a TecVerde recomenda a não utilização de materiais e produtos abrasivos, como esponja de aço.

4.2.3 Desempenho Térmico

Quanto ao desempenho térmico, a Sra. Monich afirma que como o Brasil é um país muito extenso, o sistema construtivo *Wood Frame*, por ser um sistema dinâmico, se adapta facilmente a todas as zonas climáticas brasileiras.

As paredes do sistema, puramente, apresentam um desempenho térmico bom para quase todas as zonas climáticas nacionais. Porém para regiões mais frias do país, pode haver necessidade do acréscimo de lã de vidro no forro horizontal alveolar de PVC. A lã de vidro desempenha um importante papel no desempenho térmico.

Além do mais na concepção arquitetônica, Dr Monich explica que há um beiral mínimo de 60 centímetros que auxilia no sombreamento e na proteção da água da chuva.

Conforme IFBQ (2015), quanto às simulações técnicas, elas “[...] foram realizadas para as cidades representativas das zonas bioclimáticas Z1 a Z8 (Curitiba - PR, São Lourenço - PR, São Paulo - SP, Brasília, Vitória da Conquista - BA, Campo Grande - MS, Cuiabá - MT e Manaus – PA).”Os resultados estão na tabela 2.

Tabela 2- Condições necessárias para a obtenção do nível de desempenho térmico mínimo nas zonas 1 a 8 no período de verão para casas térreas isoladas

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes ^(a)			
	Condição padrão ^(b)	Com ventilação ^(c)	Com sombreamento ^(d)	Com sombreamento e ventilação ^(e)
1	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
2	Não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
3	Não atende	Não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
4	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
5	Não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
6	Não atende	Não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
7	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
8	Não atende	Não atende	Não atende	Atende com cor clara ^(f)

Fonte: Instituto Falcão Bauer de Qualidade (2015).

Notas: a) Absortância à radiação solar da superfície externa das paredes $\alpha = 0,3$ para cor clara; b) Condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração por meio de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h) e janelas sem sombreamento; c) Condição com ventilação: ambientes com ventilação, a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Ren/h) e janelas sem sombreamento; d) Condição com sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e ventilação somente por infiltração por meio de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h); e) Condição com ventilação e com sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h); f) Para atendimento a zona 8 com cor clara as paredes externas devem contemplar camada de lã de vidro com 50mm de espessura (massa específica da ordem de 10,35kg/m³ e condutividade térmica da ordem de 0,049W/mK), inserida no vão do quadro estrutural, junto a chapa de OSB voltado para o interior da edificação.

Conforme a IFBQ (2015), “[...] verifica-se que na situação de inverno, todas as zonas bioclimáticas atendem as condições mínimas de desempenho térmico. O produto atende ao desempenho mínimo para edificações térreas isoladas para as zonas bioclimáticas 1 a 7, considerando parede de fachada com acabamento em cores claras, com sombreamento das janelas e ventilação dos ambientes. Para o atendimento a zona bioclimática 8, as paredes externas devem contemplar camada de lã de vidro com 50mm de espessura inserida no vão do quadro estrutural, junto a chapa de OSB voltado para o interior da edificação.”

4.2.4 Desempenho Acústico

Segundo a Sra. Monich o próprio painel do sistema *Wood Frame* funciona com um bom desempenho acústico no que se diz a propagação de ruídos de um ambiente para o outro, ou do ambiente externo para o interior da residência.

Com relação aos barulhos causados por quedas e choques de um pavimento para outro, Sra. Monich explica que é utilizada uma chapa de OSB de 18.3 mm do tipo macho-fêmea e coberto por placas cimentícias e um contrapiso de argamassa, o que permite o isolamento acústico adequado entre os andares.

Conforme a IFBQ (2015) “[...] foram realizados ensaios de campo para verificação do índice de isolamento sonora das paredes de fachada e das paredes de geminação”, conforme a tabela 3. Segundo a IFBQ (2015) “a unidade habitacional está localizada em ambiente com classe de ruído II.”

Tabela 3- Síntese dos critérios de desempenho e do resultado do ensaio de isolamento sonora

Elemento	Critério de desempenho: valor mínimo (dB) na ABNT NBR 15575-4	Valor determinado em ensaio de campo (dB)
Parede de fachada do dormitório	25	$D_{2m,nT,w} = 27$
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação) nas situações onde não haja ambiente dormitório	40	$D_{nT,w} = 40$

Fonte: IFBQ (2015)

A IFBQ (2015) conclui, “[...] para unidades habitacionais térreas isoladas ou geminadas, considerando as respectivas particularidades acima descritas, atendem aos critérios contemplados na Diretriz SINAT N°005 referentes à $D_{2m,nT,w}$ e $D_{nT,w}$ ”.

4.2.5 Adaptação Arquitetônica

Segundo Sra. Monich, como o brasileiro está acostumado a uma residência que aparenta ser resistente, há um certo receio no uso do sistema *Wood Frame* na concepção das residências. Assim, a TecVerde se adaptou aos revestimentos utilizados no Brasil. Em vez de utilizar o material *Siding Vinílico*, utilizado como revestimento, comumente utilizado na Alemanha, por exemplo, a empresa optou por utilizar a placa cimentícia, que proporcionou a utilização de acabamentos mais utilizados nacionalmente, devido a sua maior aderência e resistência.

Enquanto na Alemanha, Canadá e Estados Unidos as residências não apresentam um revestimento, elas são de material aparente, no Brasil a TecVerde aplica o acabamento da forma que o cliente desejar. Assim, não há restrição de uso de materiais para acabamentos.

Nas figuras 12, 13 e 14 é possível observar residências feitas em *Wood Frame*, retiradas do catálogo da TecVerde, disponível no *site* da empresa, com diversos tipos de acabamentos.

Na figura 12, tem-se uma casa modelo denominada Casa Space, com localização em Curitiba, Paraná. Área de 309 m². O tipo do empreendimento é alto padrão.



Figura 12 - Casa Space / TECVERDE
Fonte: TECVERDE (2016).

Na figura 13, tem-se uma casa modelo denominada Casa Supreme Village, com localização em Suzano, São Paulo. São 86 sobrados de 120 m². O tipo do empreendimento é alto padrão.



Figura 13 - Casa Supreme Village
Fonte: TECVERDE (2016)

Na figura 14 tem-se uma casa modelo denominada Casa Moradia Nilo, com localização em Curitiba, Paraná. São 66 sobrados de 43 m². O tipo do empreendimento é Minha Casa Minha Vida.



Figura 14 - Casa Moradias Nilo
Fonte: TECVERDE (2016).

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise dos resultados finais comparou-se os dados obtidos através do questionário com a entrevista realizada com a Sra. Monich por parte da empresa TecVerde e dados da documentação de avaliação técnica da TecVerde emitida em novembro de 2015.

De acordo com as respostas obtidas através do questionário, observou-se uma maior insatisfação no quesito conforto acústico e na aparente sensação de insegurança que o sistema *Wood Frame* transmitiu aos alunos entrevistados.

No que se diz respeito ao conforto acústico, a TecVerde, substituiu as placas de gesso acartonado para *drywall* do sistema tradicional por placas cimentícias. Em virtude disto houve uma elevação do desempenho acústico, uma vez que se sabe que as placas cimentícias proporcionam um isolamento acústico melhor que as placas de gesso acartonado para *drywall*.

No que tange à aparente insegurança transmitida pelo sistema *Wood Frame* para os entrevistados, Sra. Monich afirma que além da possibilidade do uso de qualquer revestimento, o sistema ainda pode ser integrado com o de alvenaria convencional. Ou seja, a edificação pode conter elementos externos feitos em alvenaria, o que permitiria uma maior sensação de segurança, enquanto as paredes internas, poderiam ser feitas no sistema *Wood Frame*.

Vale salientar também que apesar do questionário ter apontado uma grande satisfação dos usuários ao desempenho térmico, nos Estados Unidos, as residências possuem sistema de calefação e refrigeração, o que não condiz com a ampla realidade nacional. Assim sendo, de acordo com Sra. Monich a TecVerde disponibiliza de material com alto desempenho térmico,

a lã de vidro, que pode ser colocada tanto no forro horizontal alveolar de PVC quanto nos vazios internos da ossatura da parede. Além disso, a construtora prevê um beiral mínimo de 60 cm.

4.3.1 Percepção pessoal dos autores

Os autores deste trabalho tiveram a oportunidade de residir também em casas de *Wood Frame* Convencional nos Estados Unidos. Vinicius de Azevedo Siqueira morou em Ewing, New Jersey e teve a oportunidade de poder conhecer o escritório da TecVerde em Curitiba durante a entrevista feita com a Sr. Monich, o qual é todo feito no modelo construtivo de *Wood Frame* adaptado às questões culturais brasileiras e à NBR 15575. Assim, ele pode ter contato com o modelo construtivo nas duas perspectivas: o *Wood Frame* Convencional e o nacionalmente adaptado.

Segundo, Vinicius, no que se diz respeito ao conforto acústico, o modelo de *Wood Frame* desenvolvido pela TecVerde é muito superior do que o Convencional. Foi possível observar isso durante um experimento no qual um objeto foi deixado cair no pavimento superior enquanto o autor se encontrava no andar de baixo. “A propagação do som foi mínima de um ambiente para o outro. Enquanto nas residências de *Wood Frame* em que residi nos Estados Unidos era possível ouvir até conversas entre os andares”, relatou ele.

Quanto à passagem de som entre as paredes, Vinicius disse ser o que mais o surpreendeu. Ele relata que a propagação do som entre os apartamentos vizinhos nas casas de *Wood Frame* americanas era muito grande, podendo ouvir conversas claramente, o que não ocorria no Escritório da TecVerde em Curitiba. Ele estava na entrevista com a Sr Monich na sala de reuniões ao lado da sala de atendimento ao consumidor, onde haviam atendentes falando no telefone constantemente, e, de acordo com ele, não era possível ouvir as conversas.

Segundo ele, os americanos não se incomodavam tanto com este quesito, uma vez que eram acostumados desde a infância com esta realidade. Ele destaca que, em contra partida, para os brasileiros era uma questão muito incômoda, uma perda de privacidade. Frisando as diferenças culturais entre os países.

Em relação ao conforto térmico, Vinicius foi ao escritório da TecVerde em um dia frio. Segundo Vinicius a temperatura interna era agradável. Não havia o uso nem de ar condicionado, nem de sistema de calefação. Segundo Vinicius, este quesito era bem desempenhado também nas construções em *Wood Frame* americanas. Ele relata que embora

havia o uso de sistema de refrigeração e calefação nas residências, estes sistemas conseguiam ter um rendimento e desempenho superior que no nas construções em alvenaria no Brasil, uma vez que quando o clima estava muito frio (chegando a -25 C), o aquecedor era usado poucas vezes.

E por fim, Vinicius disse ter se surpreendido com os materiais em acabamento do escritório da TecVerde. “Esteticamente eu me senti em uma construção de alvenaria, com acabamento em revestimento de argamassa. Isso trouxe uma sensação de segurança e conforto muito grande para mim”, relata ele. Além do mais, segundo Vinicius, os materiais pareciam de muita qualidade e muito diversificado. E ele diz ter se surpreendido com o peso dos móveis suspensos na cozinha, trazendo em tona a eficácia da placa cimentícia como o grande material incorporador da inovação.

5 CONCLUSÃO

Como almejado inicialmente, definimos o *Wood Frame* como uma tecnologia que deve ser estudada e disseminada, pois no Brasil é uma nova forma construtiva, pouco conhecida. Este sistema construtivo traz diversos benefícios, como tempo de construção menor, economia, menos resíduos na construção, entre outros.

Além do mais o *Wood Frame* possui uma grande diversidade construtiva. Além de se adequar com outros métodos construtivos, como o de alvenaria convencional ou de concreto armado, o próprio sistema possibilita a inserção de diferentes tipos de materiais, como a placa cimentícia, adaptando-se assim a diversos ambientes e culturas.

Tendo em mente todas estas vantagens, não há como excluir o *Wood Frame* como uma alternativa no cenário construtivo nacional. Certamente adaptações são necessárias quando um modelo construtivo é inserido em um novo contexto geográfico e cultural. Neste caso é importante saber a opinião dos usuários que podem vir a residir em residências de *Wood Frame*, neste trabalho, o público brasileiro.

Tendo este objetivo, aplicou-se um questionário, baseado na ABNT NBR 15575 Edificações Habitacionais – Desempenho, que qualifica o *Wood Frame* do ponto de vista de usuários brasileiro que residiram em habitação deste sistema nos Estados Unidos. Assim, foi obtido os principais pontos de satisfação e de insatisfação dos mesmos quando comparado o sistema ao habitualmente usado no Brasil, alvenaria convencional.

Em meio à aplicação do questionário, contatou-se a empresa TecVerde, que vem implementando o sistema *Wood Frame* no Brasil. Assim, obtive-se suporte técnico a respeito de como a empresa vem aplicando este método em nosso país.

Dentro da empresa TecVerde, o sistema é totalmente automatizado. Ou seja, as paredes são construídas num processo fabril, chegando *in loco* prontas, com sistema elétrico, sistema hidráulico e esquadrias, necessitando-se apenas serem dispostas e fixadas. Portanto o sistema apresenta um grande controle de qualidade, o que gera menos desperdício de material e tempo, menos mão de obra, o que favorece a segurança e economia.

Posteriormente, concluiu-se o questionário e foi obtido pontos significativos, como o alto índice de insatisfação do sistema acústico das residências norte americanas de *Wood Frame* e também ao que diz respeito à insegurança sentida pelos entrevistados aos materiais utilizados nestas mesmas residências, a aparência da residência, o que pôde-se atribuir a

questão cultural brasileira.

Ao obtermos estes principais pontos de insatisfação, pôde-se junto a TecVerde, saber se a mesma vem adequando o método construtivo as preferências do público brasileiro. Neste caso, a TecVerde, através do seu programa TecIdeias, programa que conta com a participação dos colaboradores da TecVerde para ideias, inovações em serviços, produtos e processos, conseguiu de forma satisfatória adequar-se a realidade nacional, implantando novos materiais e processos. Processos estes que aumentam o desempenho acústico e que possibilitam aos usuários a inserção de outros materiais que viriam a transmitir maior segurança, como concreto armado ou alvenaria convencional, na parte externa das residências, conforme opção dos clientes.

Assim sendo, este trabalho conclui-se o que buscou desde o princípio, qualificar o *Wood Frame* e assim obter informações que levem este sistema a ser implementado em nosso país com sucesso, atendendo as necessidades do público brasileiro.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN WOOD COUNCIL. Design of Wood Frame structures for permanence. Washington, Dc: American Forest & Paper Association, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BODANESE, Rudi. **1948 - Vila Nova de Pato Branco**. Disponível em: <<https://oalvo.blogspot.com.br/search?q=1948>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

BASTOS, Paulo S. dos S. **Histórico e principais elementos estruturais de concreto armado**. Notas de aula, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista. Bauru, São Paulo, abr. 2006. Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/TB798_Estruturas%20de%20Concreto%20I/HIST.pdf. Acesso em: 16 abr. 2016.

CALIL JUNIOR, C.; MOLINA, J. C. Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira. Revista **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v.31, n.2, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017/6906.html>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2 ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CREA-PR – CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – SEÇÃO PARANÁ. **Da intenção de projeto ao uso do edifício: a busca da excelência profissional. Fascículo 5 - Manutenção de edificações**. Curitiba, 2011.

FRESARD, Francisco. **Casa construída pelo método enxaimel**. Blumenau, Santa Catarina. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/pancho/2015/07/06/casa-enxaimel-sera-levada-para-a-vila-germanica/?topo=52,2,18,,159,e159>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

FUTURENG - PROJECTOS E CONSTRUÇÃO CIVIL, LDA. **Wood Frame**. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/wood-framing>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre,

Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
GLOBALPLAC. **Sidings de madeira**. Disponível em: <<http://globalplac.com.br/noticias/o-que-e-siding/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

GOOGLE MAPS. **Localização, Tempe-AZ e Ewing-NJ, no mapa dos Estados Unidos**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/dir/Ewing,+NJ,+Estados+Unidos/Tempe,+AZ,+EUA/@36.5289573,-102.3721374,5z/am=t/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x89c157e796813913:0xc918c8a56c6560df!2m2!1d-74.7909125!2d40.2599864!1m5!1m1!1s0x872b0898a6aa80e3:0xa2dd4aad392cb41f!2m2!1d-111.9400054!2d33.4255104>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

IFBQ – Instituto Falcão Bauer de qualidade. **DATec Nº 020-A. Sistema de vedação leve em madeira – TECVERDE**. São Paulo, 2015.

JAPAN NATIONAL TOURISM ORGANIZATION. **Templo Horyu-ji em Kobe no Japão**. Disponível em: <<http://www.jnto.go.jp/eng/location/spot/shritemp/horyuji.html>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

LIM, Edward. *A Brief History of Wood-Frame Construction*. Vancouver, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.gather.com/viewArticle.action?articleId=281474979249500.html>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

POWELL, Kevin L.; TILOTTA, David C.; MARTINSON, Karen L. **Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing - General Technical Report FPL-GTR-176**. Madison, WI - U.S, 2008. 30 p. Disponível em: <<http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/33416.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

PRIMI, Lilian; MARTINS, Rosele. *Obra seca e rápida: conheça sistemas construtivos muito eficientes*. **Abril**. Nov. 2013. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/obra-seca-e-rapida-conheca-sistemas-construtivos-muito-eficientes.html>> Acesso em: 16 maio 2016.

SACCO, Marcelo de Freitas; STAMATO, Guilherme Corrêa. *Light Wood Frame - Construções com Estrutura Leve de Madeira*. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 140, nov. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/140/artigo287602-3.aspx>>. Acesso em: 23 abr.. 2016.

SOUZA, Laurilan G. *Análise comparativa de custos de uma casa unifamiliar nos sistemas*

construtivos de alvenaria, madeira de lei e *Wood Frame*. **Revista Especialize On line**. Florianópolis, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca/?autor=Laurilan%20Gon%E7alves%20Souza>>. Acesso em: 16 maio 2016.

STAVECHURCH. **Hopperstand Stave Church**. Disponível em: <<http://www.stavechurch.com/en/hopperstad-2/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

TECVERDE. **A TecVerde**. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/a-tecverde/#historia>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

UNITED STATES CENSUS BUREAU. Quick facts. 2014. Disponível em: <http://www.census.gov/>. Acesso em: 25 maio 2016.

USCLIMATEDATA. **Temperaturas médias e precipitações médias em Newing – NJ**. Disponível em: <<http://www.usclimatedata.com/climate/ewing/new-jersey/united-states/usnj0727>>. Acesso em 01 jun. 2016.

_____. **Temperaturas médias e precipitações médias em Tempe – AZ**. Disponível em: <<http://www.usclimatedata.com/climate/tempe/arizona/united-states/usaz0233>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

VELLOSO, Joana Geraldi, **Diretrizes para construções em madeira no Sistema Plataforma**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil Centro Tecnológico - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/94066/280706.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

APÊNDICES

Pesquisa de opinião referente ao modelo construtivo americano Wood Frame. TCC MELISSA DOS SANTOS COINASKI E VINICIUS DE AZEVEDO SIQUEIRA

DURANTE O VERÃO, relacionado ao conforto térmico, quão satisfeito você se sentiu em sua residência? Para responder a essa pergunta pense em quanto o calor/frio do ambiente externo interferiu na temperatura do ambiente interno. Caso houvesse ar-condicionado na sua residência, pense se havia uma boa utilização do equipamento, ou se era necessário colocar uma temperatura muito baixa para manter o ambiente agradável.

- Satisfeito
- Parcialmente Satisfeito
- Parcialmente Insatisfeito
- Insatisfeito

DURANTE O INVERNO, relacionado ao conforto térmico, quão satisfeito você se sentiu em sua residência? Para responder a essa pergunta pense em quanto o calor/frio do ambiente externo interferiu na temperatura do ambiente interno. Caso houvesse aquecedor na sua residência, pense se havia uma boa utilização do equipamento, ou se era

necessário colocar uma temperatura muito alta para manter o ambiente agradável.

- Satisfeito
- Parcialmente Satisfeito
- Parcialmente Insatisfeito
- Insatisfeito

Relacionado ao conforto acústico, quão satisfeito você se sentiu em sua residência? Para responder a essa pergunta pense nos ruídos transmitidos de um cômodo para outro dentro do mesmo dormitório/apartamento.

- Satisfeito
- Parcialmente Satisfeito
- Parcialmente Insatisfeito
- Insatisfeito

Também relacionado ao conforto acústico, quão satisfeito você se sentiu em sua residência? Para responder a essa pergunta pense nos ruídos externos transmitidos para dentro do dormitório/apartamento.

- Satisfeito
- Parcialmente Satisfeito
- Parcialmente Insatisfeito
- Insatisfeito

Com relação a limpeza das paredes, quão facilmente você conseguia as deixar limpas?

- Facilmente
- Com dificuldade
- Não conseguia deixá-las limpas

Quais vantagens você percebeu, fazendo um comparativo entre sua residência nos EUA com sua residência no Brasil?

- Menor percepção a ruídos externos de um ambiente;
- Melhor em manter temperaturas agradáveis internamente;
- Facilidade na limpeza
- Other:

Qual seria a nota que você atribuiria à sua residência dos Estados Unidos? Considerando 0 como péssimo e 10 como ótimo.

- 0 a 2
- 2 a 4
- 4 a 6
- 6 a 8
- 8 a 10

Descreva sua opinião pessoal em relação a sua moradia nos EUA (atendeu a todas suas necessidades? Se você pudesse levar alguma característica das habitações de alvenaria comumente encontradas no Brasil, qual seria? Qual sua opinião quanto a qualidade da construção? Aparenta ser uma construção segura? Durável? Etc)