



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

RIRÔ BANDEIRA MENDES

**ANALISE DA ACEITABILIDADE DOS ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL E
ARQUITETURA E URBANISMO EM RELAÇÃO AO SISTEMA CONSTRUTIVO
*WOOD FRAME.***

**PORTO NACIONAL-TO
2017**

RIRÔ BANDEIRA MENDES

**ANALISE DA ACEITABILIDADE DOS ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL E
ARQUITETURA E URBANISMO EM RELAÇÃO AO SISTEMA CONSTRUTIVO
WOOD FRAME.**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof.(a) Esp. Ana Meires Jorge de Sousa.

**PORTO NACIONAL – TO
2017**

RIRÔ BANDEIRA MENDES

**ANALISE DA ACEITABILIDADE DOS ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL E
ARQUITETURA E URBANISMO EM RELAÇÃO AO SISTEMA CONSTRUTIVO
WOOD FRAME.**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Projeto de Pesquisa apresentado e defendido em / / pela
banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof. (a) Esp. Ana Meires Jorge de Sousa

Prof. (a)

Prof. (a)

RESUMO

O crescimento acelerado das cidades forçou a necessidade de construções de edificações cada vez mais rápidas e que proporcionasse conforto e segurança, com isso o Brasil investiu na indústria do concreto, utilizando o sistema de concreto armado que utiliza vigas e pilares de concreto e armaduras de aço, paredes de vedação de alvenaria cerâmica. Posteriormente o sistema em alvenaria estrutural que distribua as solicitações de cargas ao longo de suas paredes de blocos com funções estruturais suportando seu peso próprio e as demais cargas, mas com a necessidade de preservar o meio ambiente diminuindo os impactos ambientais, chega no Brasil o sistema construtivo em *wood frame* vindo de países como Estados Unidos, Canada e Alemanha, demanda de uma mão de obra especializada por mais que tenha procedimentos semelhantes sua supra estrutura esteticamente e muito semelhante a de uma construção convencional, mas exige técnicas específicas do sistema, já que não utiliza os materiais convencionais. As edificações construídas em *wood frame* proporciona segurança, e de rápida execução, e não agride o meio ambiente pois desfruta de materiais primas renováveis, e proporciona aos habitantes deste tipo de residência um ótimo conforto térmico e acústico, solucionando assim os problemas habitacionais, ambientais e econômicos do nosso país. Análise da aceitabilidade dos acadêmicos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo em relação ao sistema construtivo *wood frame* por meio de questionário, e a comparação destes resultados antes e depois de terem presenciado uma aula na qual explica todo o sistema, detalhadamente, com seus pontos positivos e negativos.

Palavras chave: *wood frame*; sustentabilidade; sistema construtivo.

ABSTRACT

The accelerated growth of cities has forced a need for ever faster building constructions that would provide comfort and safety, with Brazil doing research on the concrete industry using the reinforced concrete system using concrete beams and pillars and Steel, Ceramic masonry walls. Subsequently, the system in structural masonry that distributes as load requests along its walls of blocks with structural functions supporting its weight and like other loads, but with a need to preserve the environment reducing environmental impacts, arrives in Brazil the Constructive system In wood frames from countries such as the United States, Canada and Germany, demand for a specialized labor force that has been developed in its suprastructural structure and very similar to a conventional construction, but requires specific techniques of the system, already Which does not use conventional materials. As the buildings built in wood provide safety, fast execution, and does not harm the environment for the enjoyment of renewable raw materials, and the inhabitants of this type of residence are offered a great thermal and acoustic comfort, thus solving the housing, environmental problems Economical in our country. Analysis of the acceptability of civil engineering and architecture and urbanism scholars in relation to the constructive system of wood structure by means of a questionnaire, and results of the results before and after having presented an analysis in which it details the entire system in detail with its points Positive and Negative.

Keywords: *wood frame; sustainability; building system.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
1.1	ORIGEM DAS CONSTRUÇÕES HABITACIONAIS.....	11
1.2	MÉTODOS COBSTRUTIVOS NO BRASIL.....	11
2.2.1	Sistema Convencional	11
2.2.2	Alvenaria Estrutural	12
2.2.3	Sistema Construtivo <i>Wood frame</i>	13
2.2.2.1	Como surgiu.....	13
2.2.2.2	Definição do sistema construtivo <i>wood frame</i>	14
2.2.2.3	Normas Brasileiras	14
2.2.2.4	Etapas da construção.....	15
2.2.3.4.1	Serviços Preliminares	15
2.2.3.4.2	Fundação.....	15
2.2.3.4.3	Ancoragem.....	17
2.2.3.4.4	Painéis	17
2.2.3.4.5	Coberturas.....	18
2.2.3.4.6	Impermeabilização.....	19
2.2.3.4.7	Isolamento Termo acústico	19
2.2.3.4.8	Instalações Elétricas e Hidros sanitárias	20
2.2.3.4.9	Fechamentos.....	21
2.2.3.4.10	Esquadrias	22
2.2.3.4.11	Revestimento	22
2.2.3.4.12	Limpeza Final da Obra	23
2.2.4	Impactos Ambientais	23
2.2.3.1	Impactos ambientais gerados pela construção	24
3	OBETIVO GERAL	26
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4	METODOLOGIA.....	27
5	RESULTADOS E DISCURSÕES	28
6	CONCLUSÃO.....	40
	REFERENCIAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Edificações Em Alvenaria Convencional	12
Figura 2: Forma De Radier	16
Figura 3: Radier	16
Figura 4: Barra De Ancoragem E Parabolts	17
Figura 5: Quadro Estrutural Com Aberturas De Portas E Janelas.....	18
Figura 6: Estrutura Da Cobertura.....	18
Figura 7: Membrana Hidrófuga	19
Figura 8: Isolamento Termoacústico Nos Painéis	20
Figura 9: Instalação Hidros sanitária.....	20
Figura 10: Instalação Elétrica.....	21
Figura 11: Fechamento Com OSB E Placa Cimenticia Respectivamente	22
Figura 12: Revestimento Com Sidings.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resposta questão 01.....	29
Gráfico 2: Resposta questão 02.....	30
Gráfico 3: Resposta questão 03.....	31
Gráfico 4: Resposta questão 04.....	32
Gráfico 5: Resposta questão 05.....	33
Gráfico 6: Resposta questão 06.....	34
Gráfico 7: Resposta questão 07.....	35
Gráfico 8: Resposta questão 08.....	36
Gráfico 9: Resposta questão 09.....	37
Gráfico 10: Resposta questão 10.....	38

1 INTRODUÇÃO

Com a saída das pessoas das zonas rurais, e o crescimento acelerado das cidades, houve a necessidade de construir residenciais, resistentes e cada vez mais rápidos, as indústrias ofereciam uma grande quantidade de empregos, e uma oportunidade de vida diferente que a encontrada na zona rural.

No Brasil podemos encontrar dois principais sistemas construtivos utilizados, estes foram os que mais se destacaram ao passar dos anos, edificações construídas em concreto armado e em alvenaria estrutural, lembrando que as construções que utilizam o sistema construtivo de concreto armado estão a mais tempo no país e conquistaram a confiança da população brasileira.

Concreto armado: utiliza um sistema estrutural composto por lajes, pilares e vigas, de concreto suportando cargas de compressão e utiliza-se em seu interior aço para que possa combater os esforços de flexocompressão. E alvenaria cerâmica sem função estrutural, comete com função de vedação.

Alvenaria Estrutural, onde não utilizasse o concreto armado, mas pode haver um sistema de alvenaria armada onde utilizasse vergalhões de aço no interior da alvenaria, dependendo da solicitação. Toda sua estrutura de paredes formada por blocos cerâmicos ou de concreto que tem a função de suportar cargas do seu peso próprio e das demais solicitações exercidas sobre a edificação.

Há a cerca de 10 anos vem se desenvolvendo no Brasil, o sistema construtivo em *wood frame*, já e bastante utilizado em países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e Alemanha, um sistema que se destaca por suas inúmeras vantagens, tais como: Durável; Economicamente viável; Fontes renováveis; Não degrada o meio ambiente; Ótimo conforto termo acústico; Percentual de resíduos quase zero; Pode ser industrializada; Rápida execução; Sustentável.

Este projeto de pesquisa analisa a aceitabilidade em relação ao sistema construtivo em *wood frame*, esta ação realizou-se por meio de questionário aplicada em uma amostra de acadêmicos de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA. Posteriormente a aplicação deste questionário ministrou-se uma palestra aos acadêmicos onde será apresentado o sistema construtivo, após a palestra

responderão novamente o mesmo questionário, para que haja uma análise se os acadêmicos conhecem o *wood frame*, se utilizariam ou não o sistema, quesitos de segurança, confiabilidade entre outros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ORIGEM DAS CONSTRUÇÕES HABITACIONAIS

Desde o principio da cultura e a evolução do homem, ele tem passado por um processo gradual porem lento, mas de fundamental responsabilidade pelo seu aprendizado quando falamos em técnicas construtivas que são utilizadas ate hoje com sucesso (PRUDÊNCIO, 1986).

Com o processo de industrialização sofrido no pais na década de 1920 a 1930, o Brasil originou-se o déficit habitacional, com a necessidade de mão de obra nas metrópoles criou um processo migratório muito veloz, superior a produção de habitações. Mesmos nos dias de hoje tem-se que 80% da população vive na zona urbana (MODENA, 2009).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, o déficit habitacional no ano de 2011 e de 8,8% do total de habitações resultando em cerca de 5.400.000 (IPEA, 2013).

1.2 MÉTODOS COBSTRUTIVOS NO BRASIL

Os métodos construtivos convencionalmente utilizados no brasil estão ligados ao tipo de edificação e a cultura construtiva local, neste trabalho serão abordados os sistemas em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e o *wood frame* que e o foco da pesquise em desenvolvimento

2.2.1 Sistema Convencional

Quando for citado neste trabalho o termo sistema convencional, estará se referendo as construções que utilizam concreto armada em sua estrutura de lajes, vigas e pilares, e alvenaria cerâmica para vedação, este sistema e mais utilizado em todo Brasil, onde a cultura construtiva o executa de norte a sul do pais. Iniciando-se por meados de 1850, visando a conciliação de durabilidade e resistência a compressão, para grandes construções, unindo pedra e aço (BASTOS, 2006) (Figura 1).



Figura 1: Edificações Em Alvenaria Convencional
Fonte: Klein e Maronezi (2013).

2.2.2 Alvenaria Estrutural

A Alvenaria Estrutural tem função dupla, suas paredes desempenham função de vedação e resistência, sua estrutura é predominantemente laminar, dimensionada de maneira que suporte cargas além do seu peso próprio. Podendo ser ou não armada (CAVALHEIRO, 1996).

a) Alvenaria estrutural não armada de blocos vazados de concreto: As armaduras não apresentam a função de conter os esforços, servindo apenas com finalidade construtiva ou de amarração;

b) Alvenaria estrutural armada de blocos vazados de concreto: As armaduras servem para conter os esforços calculados, além daquelas com finalidade construtiva ou de amarração, sendo colocadas em determinadas cavidades que são preenchidas com graute;

c) Estrutura de alvenaria parcialmente armada de blocos vazados de concreto: Algumas paredes são construídas segundo as recomendações da alvenaria armada e as demais são consideradas não armadas

2.2.3 Sistema Construtivo *Wood frame*

2.2.2.1 Como surgiu

Conforme Morikawa (2006) na pré-história, o homem já utilizava a madeira na execução de suas moradias, e foi evoluindo com o passar dos tempos passando por todos os períodos históricos nos dias de hoje, inovando e industrializando.

Segundo Sacco e Stamato (2010) o sistema construtivo *wood frame* iniciou-se no oeste norte-americano, por ser um processo técnico mutuo, trabalhando coletivamente e de rápida execução. Com a produção de pregos e a facilidade de encontrar grandes proporções de madeira serrada no mercado, houve um crescimento acelerado nas construções, então o sistema de Platform Framing se mostrou ser mais eficiente dentre os demais métodos no ano de 1900.

Esta prática segundo Sacco e Stamato (2010) tem uma maior utilização em países como Estados Unidos e Canadá, que são países desenvolvidos, pois este sistema é rentável, ágil, economicamente viável, menor gasto energia e pode ser industrializado. Há dez anos o sistema vai ganhando espaço no Brasil, mas mesmo assim a população a conhece pouco.

Já Calil Junior e Molina (2010) afirmam que o sistema *Light wood frame*, está muito presente no Canadá, EUA, Japão e Alemanha.

35% das residências na Alemanha são construídas em *wood frame*. Nos Estados Unidos 75% e no Canadá este número chega a 90% das casas (TECVERDE, 2016).

Conforme a Revista *Téchne (LGHT WOOD FRAME, 2009)* no sul do Brasil, já existem empresas trabalhando com construções em *wood frame*, buscando parcerias com universidades e com a Caixa Econômica Federal de maneira que possam abrir as portas para financiar a implantação do sistema para janeiro de 2010. Para que o sistema seja melhor aceito pela sociedade, as universidades, empresas interessadas e industriais madeireiras, trabalham juntas no marketing e inserção do sistema construtivo no mercado da construção civil. O IBRAMEM (Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira) realizou em parceria com a SET/EESC/USP, work shops e palestras com o intuito de levar conhecimento e informações sobre este inovador sistema construtivo em ascensão no país, mostrando que as residências construídas em *wood frame* são

confortáveis, funcionais, ótimo isolamento térmico e acústico. Onde os palestrantes presente neste encontro eram todos especialistas no assunto, nacionais e internacionais.

2.2.2.2 Definição do sistema construtivo *wood frame*

Segundo Calil Junior e Molina (2010) o sistema construtivo em *wood frame* é um sistema industrializado e durável, formando painéis, paredes, pisos e telhado com madeira tratada de reflorestamento em forma de frames ou perfis, e como o objetivo de aumentar o desempenho térmico e acústico, combinam-se e o uso de outros materiais, que também auxiliam na proteção da estrutura contra ações do tempo e até mesmo contra incêndios.

Conforme a diretriz nº 005 do Sistema Nacional de avaliações Técnicas (2011), sistemas construtivos que são estruturados em perfis de madeira seca e que utilizam fechamentos de outros materiais, por exemplo chapas delgadas, são sistemas do tipo *wood frame*.

A madeira a ser utilizada no sistema de *wood frame*, deve ser madeira de reflorestamento ou até mesmo nativas desde que tenha autorização pelo órgão competente para o manejo, neste caso o IBAMA (SISTEMA, 2011)

Quando falamos em *WOOD FRAME* no Brasil recomenda-se procedimento em autoclave, utiliza-se o Cobre-Cromo-Arsênio (CCA) e o Cobre-Cromo-Boro (CCB) para que possa proteger a madeira de fungos e cupins através que são produtos hidrossolúveis (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010)

2.2.2.3 Normas Brasileiras

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) determina parâmetros de umidade, densidade básica e aparente, e de flexão, para que a madeira possa estar apta a ser utilizada em estruturas.

A NBR 7190 (ABNT, 1997) esta norma se aplica ao *wood frame* pois a mesma trata em seu conteúdo sobre as estruturas em madeira, e no capítulo 11 sobre a durabilidade da madeira.

2.2.2.4 Etapas da construção

2.2.3.4.1 Serviços Preliminares

Para que se inicie-se uma obra e considerável a realização de movimentação de terra realizando corte ou aterro, para que haja o nivelamento do terreno logo após uma análise de um topografo para que as medidas sejam precisas (SALGADO, 2009)

Esta movimentação de terra deve locar de maneira geral, para que possa envolver todo o local que será executada a obra, ou seja, em todo o gabarito, todo o material utilizado na confecção do gabarito deve ser fixo e firme para que ao colocar os fios não venham se deslocar e resistir as tensões dos mesmos, todas as tabuas niveladas (YAZIGI, 2000).

2.2.3.4.2 Fundação

Como o sistema construtivo em *wood frame* tem suas cargas distribuídas ao longo da estrutura e são livres se comparados a outros sistemas, aconselha-se que se utilize dois tipos de fundações que atendam a estas solicitações, que são o radier e a sapata corrida (LP BUILDING PRODUCTS, 2011).

A NBR 6122 (ABNT, 2010) O sistema de fundação do tipo radier recebe sobre sua superfície todos os pilares e distribui todas as cargas sobre ele aplicadas. A fundação do tipo sapata corrida recebe todas as cargas de distribuída linearmente sobre toda a fundação com um alinhamento preciso (Figura 4).



Figura 2: Forma De Radier
Fonte: Edifique (2013).

Uma das principais vantagens do sistema de fundação em radier e que ele além de servir em sua função principal que e a de fundação onde recebe todo o carregamento e distribui ao solo, o mesmo ainda serve como piso da edificação (CAMPOS, 2006) (Figura 5).



Figura 3: Radier
Fonte: Edifique (2013).

2.2.3.4.3 Ancoragem

Dependendo do sistema de fundação a ser executado, decide-se o tipo de ancoragem que melhor se adequa com eficácia, considerando os carregamentos, clima, e condições ambientais. Suas dimensões são dimensionadas com cálculos racionais matemáticos podendo ser do tipo, químico, barra roscada, expansível ou com *parabolts* (CASTRO; FREITAS, 2006).

Segundo Dias (2005) existem varias maneiras de se fixar as paredes ou painéis a o sistema de fundação. Para fundações de concreto fresco, utiliza-se parafusos. Outro sistema bastante utilizado são os parafusos *parabolts* que são parafusos autoatarrachantes (Figura 6).

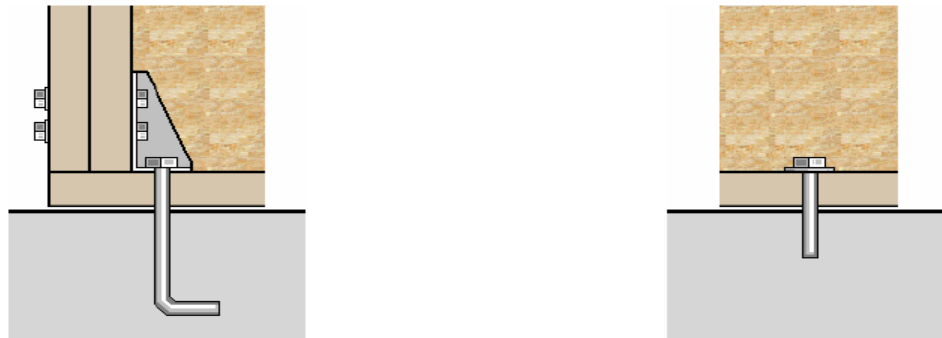


Figura 4: Barra De Ancoragem E Parabolts
Fonte: Adaptado de Silva (2004).

2.2.3.4.4 Painéis

Conforme a diretriz nº 005 do Sistema Nacional de Avaliações técnicas (2011), a junção de perfis de madeira serrada, utilizadas para a construção de painéis, que são os: montantes, travessas, bloqueadores, umbrais, vigas, caibros, ripas e sarrafos, tratadas em um processo de autoclave e produtos químicos, levam estas peças a uma elevada resistência a cupins e organismos xilófagos. As chapas de OSB e toda madeira utilizada para a construção dos painéis que são as paredes popularmente falando, devem passar por este tratamento (Figura 7).

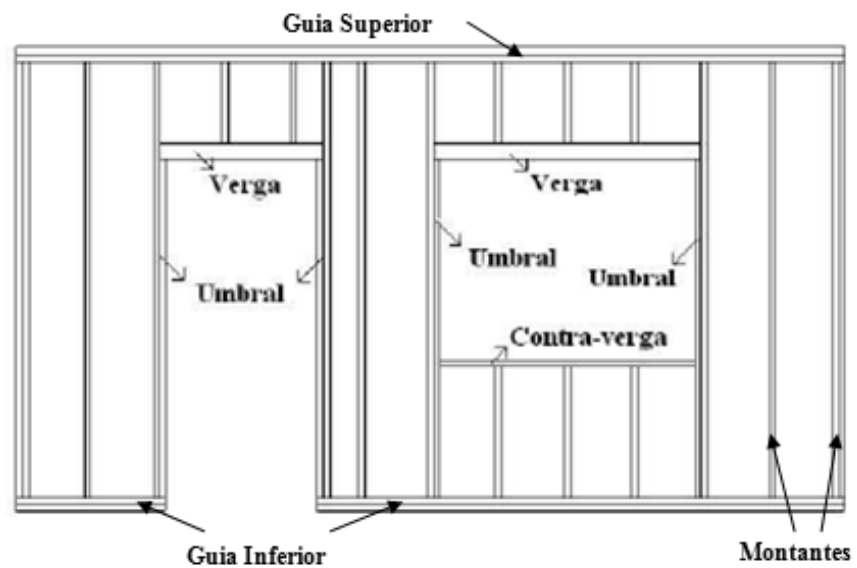


Figura 5: Quadro Estrutural Com Aberturas De Portas E Janelas
Fonte: DIAS (2005).

2.2.3.4.5 Coberturas

As coberturas podem ser executadas de diversos modelos e formas, utilizando perfis levas de madeira, e suas dimensões de espaçamento são dimensionadas seguindo o modelo de telha escolhida para a edificação (CAMPOS, 2006) (Figura 8).



Figura 6: Estrutura Da Cobertura
Fonte: Meirelles e Pala (2010).

2.2.3.4.6 Impermeabilização

Segundo a Tecverde (2016) para que seja feita a impermeabilização deste sistema construtivo, utiliza-se uma membrana hidrófuga e uma barreira de vapor, estas películas tem como função evitar a umidade na parte interna dos painéis e a entrada de água da chuva, com isto o sistema esta protegido e elevando sua vida útil, no caso das coberturas aplica-se uma manta de subcobertura, na figura podemos ver uma demonstração da manta de hidrófuga instalada (Figura 9).



Figura 7: Membrana Hidrófuga
Fonte: Lp Building Products (2011).

2.2.3.4.7 Isolamento Termo acústico

Conforme a escolha dos materiais a serem utilizados no sistema de vedação obtém-se um melhor ou pior desempenho térmico. O sistema construtivo *wood frame* possui um bolsão de ar, na parte interna dos painéis, estes colchões são encontrados em diversos tamanhos podendo adequasse a o projeto, esta e uma das principais vantagens deste sistema construtivo, como excelente tratamento termo acústico (CAMPOS, 2016) (Figura 10).



Figura 8: Isolamento Termoacústico Nos Painéis
Fonte: Lp Building Products (2011).

2.2.3.4.8 Instalações Elétricas e Hidros sanitárias

Em sistema construtivo convencional e em *wood frame* as instalações elétricas e hidros sanitárias são praticamente idênticos, pois esta semelhança torna o processo mais pratico e ágil (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010) (Figura 11 e 12).



Figura 9: Instalação Hidros sanitária
Fonte: Tecverde (2012).



Figura 10: Instalação Elétrica
Fonte: Tecverde (2012).

2.2.3.4.9 Fechamentos

Elementos como gesso acartonado, placas cimentícias e OSB (*Oriented Strand Board*) são placas que evoluíram muito no país e são utilizadas tanto no sistema construtivo em *steel frame* como em *wood frame* (CAMPOS, 2016)

Segundo a LP Building Products (2011) Para combater o contraventamento utiliza-se o OSB nas paredes, telhados e entrespisos, agindo de maneira monolítica, tornando a construção mais rígida, internamente ou externamente.

Para áreas molhadas, nos fechamentos interno e externo pode-se utilizar placas cimentícias, proporcionando um melhor desempenho, desde que seja realizado o tratamento das juntas entre as mesmas (SAINT-GOBAIN, 2011) (Figura 13 e 14).



Figura 11: Fechamento Com OSB E Placa Cimenticia Respectivamente
Fonte: Lp Buinding Products (2011).

2.2.3.4.10 Esquadrias

Segundo a LP Building Products (2011) a instalação das esquadrias no sistema construtivo *wood frame* são muito semelhantes se comparado aos sistemas construtivos convencionais, o diferencial seria a utilização de espuma de poliuretano ou parafusos.

2.2.3.4.11 Revestimento

O revestimento não possui nem uma função estrutural, mas por sua vez e fundamental para a durabilidade do sistema construtivo, os materiais utilizados são: argamassa, cerâmicas, pinturas e outros esteticamente aplicados, no sistema de *wood frame* utiliza-se muito os *sidings* (SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS, 2011) (Figura 15).



Figura 12: Revestimento Com Sidings
Fonte: Tecverde (2012).

2.2.3.4.12 Limpeza Final da Obra

A limpeza é executada tanto na área interna da construção como nas áreas externas, removendo entulhos, terra e excessos. A limpeza deve ser realizada com precauções de maneira que não se utilize produtos ácidos para não deixar manchas irremovíveis (SALGDO, 2009)

2.2.4 Impactos Ambientais

Segundo a resolução do CONAMA nº001 23 de janeiro de 1986, para que se possa compreender e definir impactos ambientais é necessário o conhecimento. Art. 1.(...) considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais.

Segundo Mucelin e Bellini (2008) com a evolução do ser humano, naturalmente surgiram os impactos ambientais, com a agricultura, agropecuária, desmatando, construindo, agravando os impactos graduativamente. Assim influenciando de maneira direta na cadeia alimentar, alterações no clima e uma menor biodiversidade, provavelmente estes são os impactos ambientais iniciais causados pelo ser humano. Posteriormente a urbanização, crescimento de novas metrópoles, acrescentam diretamente nos impactos ambientais. Muitas ações geram estas alterações, ações naturais mas principalmente, por interferência humana.

2.2.3.1 Impactos ambientais gerados pela construção

Conforme Araújo (2009) as ações humanas que geram um maior impacto ao nosso meio ambiente chama-se Indústria da Construção Civil. Os processos das edificações, demolição, reforma e manutenção, não prejudicam tanto quanto se comparados a quantidade de matéria prima extraída e aos resíduos gerados.

Segundo Blumenschein (2004) os impactos gerados por esta indústria construtiva e gerado ao decorrer de todo o processo, partindo da apropriação do terreno; obtenção de matéria-prima para que se possa produzir os insumos, e o transporte do mesmo, no processo de construção até chegar no objeto final. Ao decorrer de todo este processo a natureza é explorada de maneira abusiva, se tornando até mesmo criminal.

De todos os resíduos gerados pelo homem, avalia-se que 50% de tudo isso provem da construção civil. 15,5% do Produto Interno Bruto Brasileiro e proveniente da indústria da construção civil podendo alcançar a marca dos 19,8% que equivale a um quinto da fração da economia do Brasil (CNI, 2012)

RCDs ou Resíduos de Construção e Demolição, são resíduos como: Madeira, metal, derivados de betuminosos, concreto armado ou não, argamassa de assentamento, telhas, blocos, entre outros estes RCDs derivados de minerais correspondem a cerca de 90% de todos resíduos da construção civil (ÂNGULO, 2005).

Conforme Monteiro et al (2001) em média 300 kg/m² de resíduos de construção e demolição são gerados de novas construções no Brasil, já em países

desenvolvidos este dado chega a um terço deste valor ou seja 100 kg/m². Municípios com população acima de 500mil habitantes, 50% de todos os resíduos é constituído por RCD.

NO Brasil o RCD gerados e composto principalmente por: argamassa, concreto e blocos, mas também encontramos madeira, papelão e plástico. Quando tratamos de resíduos de construção e demolição em outros países, em sua composição encontramos diferentes materiais, como: gesso e EPS, que são muito eficazes como isolantes térmicos e acústicos, chegando a gerar 30,77 kg/m² (BOHNE; BERGSDAL e BRATTEBO, 2005).

3 OBJETIVO GERAL

Analisar o nível de aceitabilidade por parte dos acadêmicos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo do ITPAC, em relação a novas tecnologias construtivas, destacando em específico o sistema wood frame.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar qual percentual dos acadêmicos conhecem o sistema construtivo *wood frame*;
- Diagnosticar qual percentual de acadêmicos utilizaria ou não o sistema;
- Analisar o conceito dos acadêmicos em relação a moradia quando se trata de conforto e segurança;
- Estimular os acadêmicos a pesquisarem novas técnicas construtivas sustentáveis;
- Difundir o sistema construtivo em wood frame entre os acadêmicos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

4 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa quantitativa por meio de questionário, aplicado a um grupo de acadêmicos que estão cursando o curso de Engenharia Civil e um grupo do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA, onde os mesmos já cursaram mais de 50% do curso, estes acadêmicos são potenciais clientes do mercado imobiliário, e serão futuros profissionais do ramo da construção civil.

Através do questionário pode-se obter informações do percentual de acadêmicos que conhecem o sistema construtivo em *wood frame*, dentre outras dez questões. Analisamos a opinião dos mesmos se conhecem informações do sistema em relação a conceito de moradia quando se trata de segurança e conforto habitacional.

Uma palestra foi ministrada nas dependências da instituição para os acadêmicos que responderam ao questionário, onde foi exposto o procedimento construtivo, passo a passo dos serviços preliminares ao acabamento, comparativos do *wood frame* com os demais sistemas convencionais em relação a segurança, conforto, custos, desperdício de materiais, fontes de matéria prima renováveis, e impactos gerados por ambos os processos ao meio ambiente.

Após a palestra aplicou-se novamente o mesmo questionário aos acadêmicos, após terem presenciado a palestra na qual apresentou o sistema *wood frame*, então com base nos dados obtidos pode-se realizar a análise de aceitabilidade do sistema, e uma comparação com os dados adquiridos pelo primeiro questionário.

5 RESULTADOS E DISCURSÕES

Segue abaixo gráficos, onde ilustram os resultados obtidos através do questionário aplicado antes de depois da palestra ministrada. Somente com um questionário já poderiam ser obtidos os dados referente a aceitabilidade, mas com a aplicação do mesmo questionário após terem presenciado uma aula que mostre detalhadamente o sistema, passo a passo, pros e contras, pode-se realizar um comparativo dos dados adquiridos, e ao mesmo tempo comparando as respostas dos acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

Responderam ao questionário, 25 acadêmicos do curso de arquitetura e urbanismo e 32 do curso de engenharia civil, totalizando 57 questionários antes da palestra e 57 após as palestras, obtendo-se um quantitativo total de 114 questionários respondidos ao final desta pesquisa.

O somatório dos percentuais pode ultrapassar os 100% já que as questões permitem que os acadêmicos marquem mais de uma alternativa.

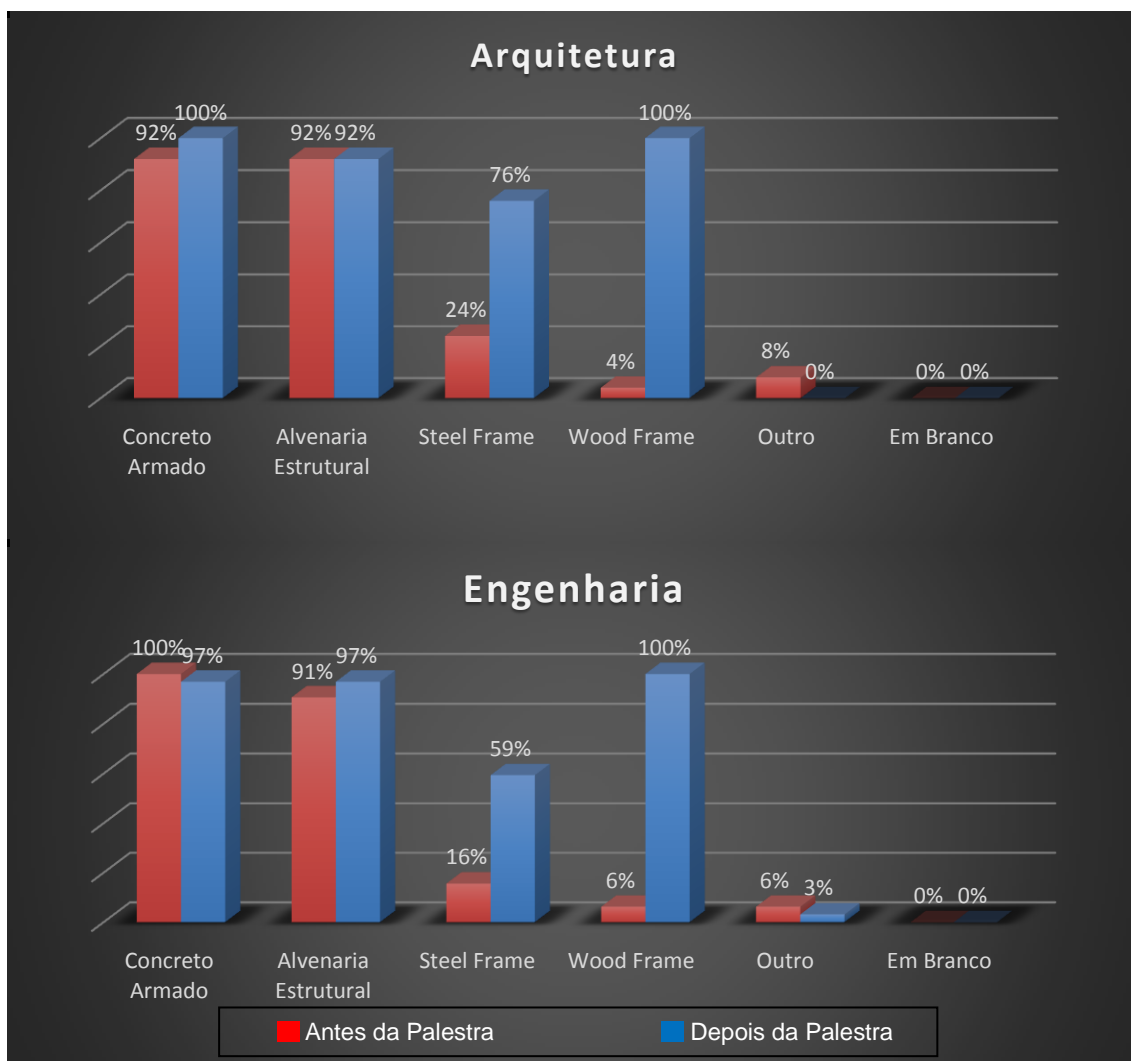


Gráfico 1: Resposta questão 01
Fonte: Autoria Própria.

Quando se perguntou sobre: Quais os sistemas construtivos você conhece? A maioria dos acadêmicos em ambos os cursos responderam Concreto Armado e Alvenaria Estrutural. Antes da palestra apenas 4% dos acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo e 6% dos de Engenharia Civil responderam que conheciam o sistema wood frame. Após a palestra os dados se mantiveram praticamente os mesmos, mas sobre o sistema construtivo wood frame houve uma alteração significativa, tanto em arquitetura com em engenharia atingindo o percentual de 100% também houve um aumento expressivo no que se diz respeito ao sistema construtivo steel frame, já que o mesmo foi mencionando na aula por ser um sistema muito semelhante ao wood frame (GRÁFICO 1).

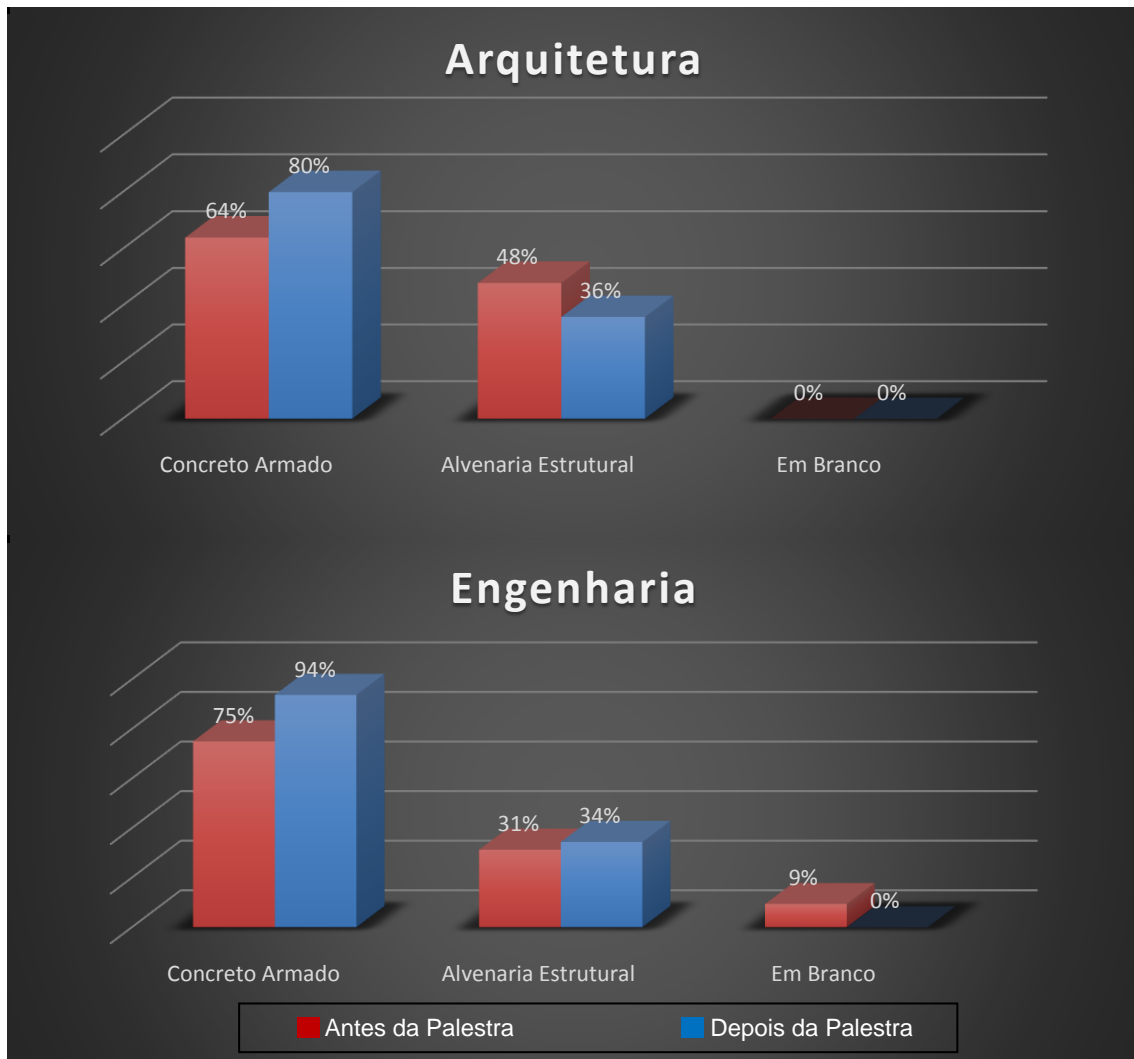


Gráfico 2: Resposta questão 02
Fonte: Autoria Própria.

Ao perguntar: Em sua opinião qual sistema construtivo é mais utilizado no Brasil? A maioria dos acadêmicos respondeu que o sistema construtivo em concreto armado é o mais utilizado no Brasil, e após a palestra este percentual aumentou, esta alteração deve-se a exposição de dados de pesquisas realizadas em nosso país e exposto na aula (GRÁFICO 2).

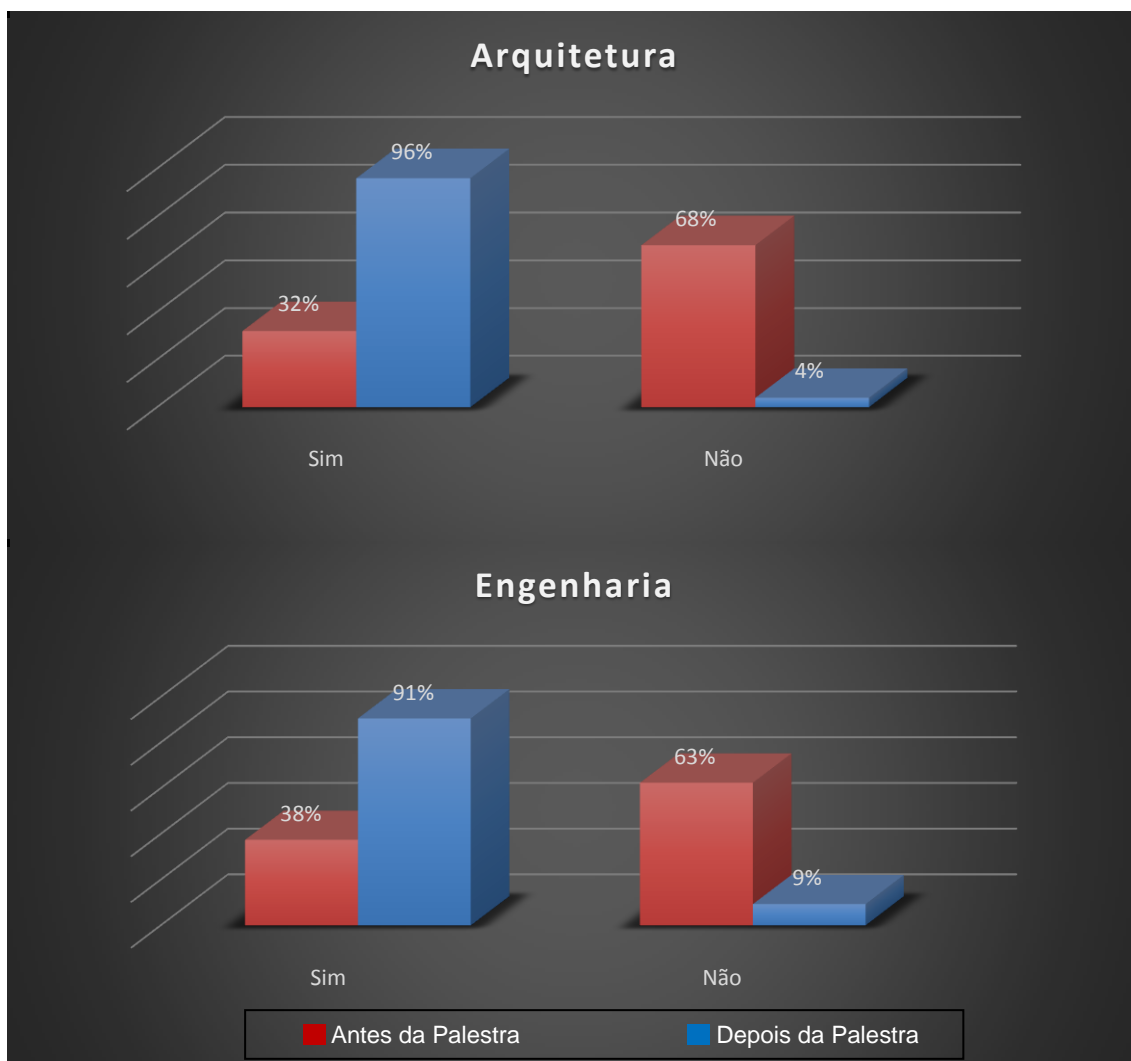


Gráfico 3: Resposta questão 03
Fonte: Autoria Própria.

Ao se perguntar sobre: Você como futuro(a) profissional da construção civil, recomendaria para seus clientes, construir uma residência em Wood frame? Se comparamos as respostas dos dois cursos, as respostas foram muito semelhantes, antes da palestra ministrada 32% dos acadêmicos de arquitetura e 38% dos de engenharia civil responderam sim, e após a palestra estes números passaram a 96% para arquitetura e 91% para engenharia, após o conhecimento adquirido a respeito do sistema, suas características, vantagens e desvantagens, pode-se observar que houve por parte dos acadêmicos uma confiança pelo sistema, já que mais de 90% dos mesmos o recomendariam (GRÁFICO 3).

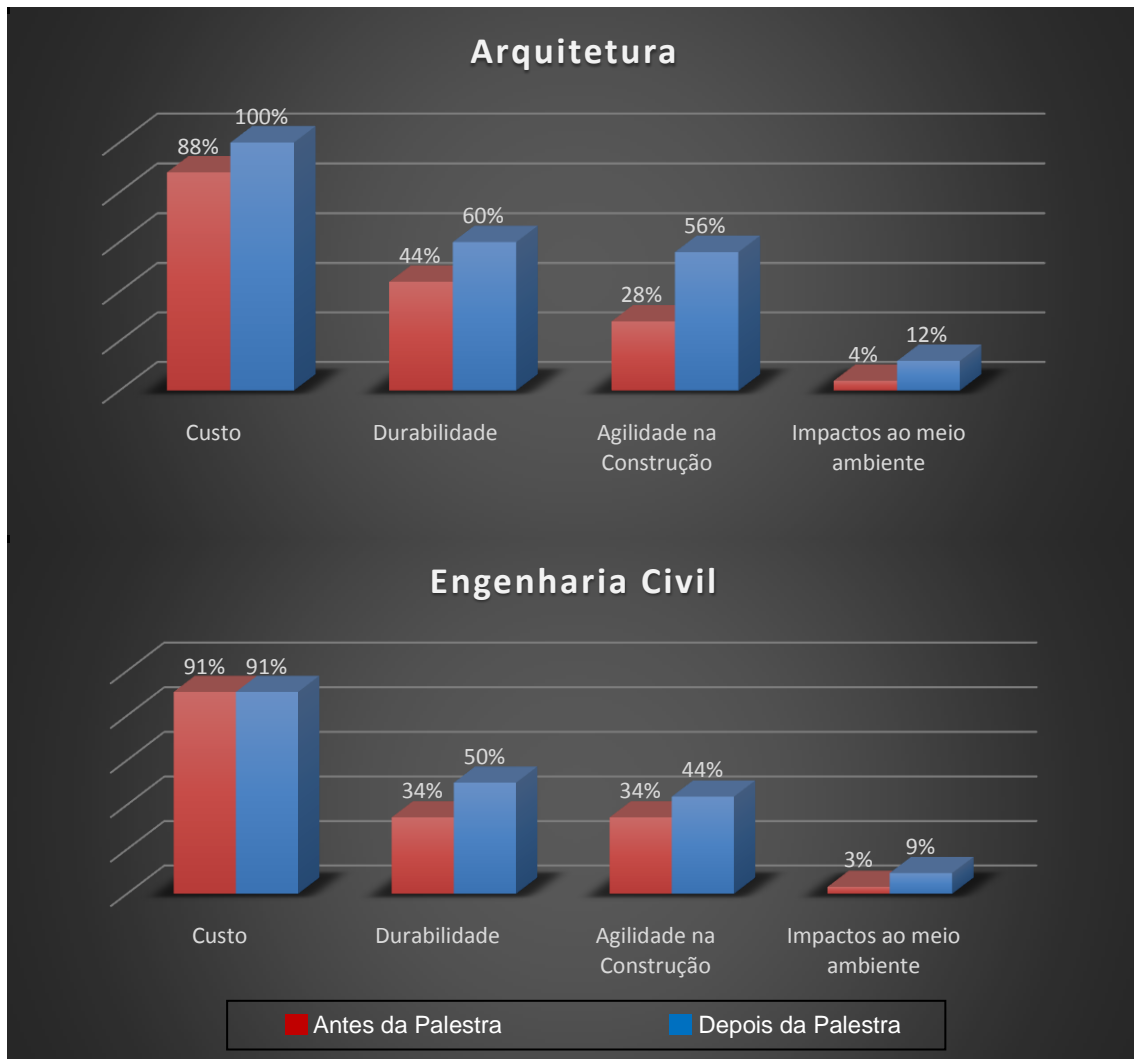


Gráfico 4: Resposta questão 04
Fonte: Autoria Própria.

Na questão: Em sua opinião, na hora de optar por um sistema construtivo, os clientes se preocupam com? Os resultados apresentados são semelhantes em ambos os cursos, em primeiro lugar a preocupação seria com o custo da obra sendo 88% em arquitetura e 91% em engenharia após a palestra arquitetura passou para 100% e engenharia se manteve nos 91%, em segundo se preocupam com a durabilidade antes da aula 44% em arquitetura e 34% em engenharia e após a aula 60% e 50% respectivamente, em terceiro lugar, agilidade da construção 28% em arquitetura e 34% em engenharia, após a palestra 56% em arquitetura e 44% em engenharia, ante da palestra em ambos os cursos o percentual dos que responderam que os clientes se preocupam com o impacto ao meio ambiente não era superior a 4% e após a palestra este valor passou para 12% em arquitetura e 9% em engenharia (GRÁFICO 4).

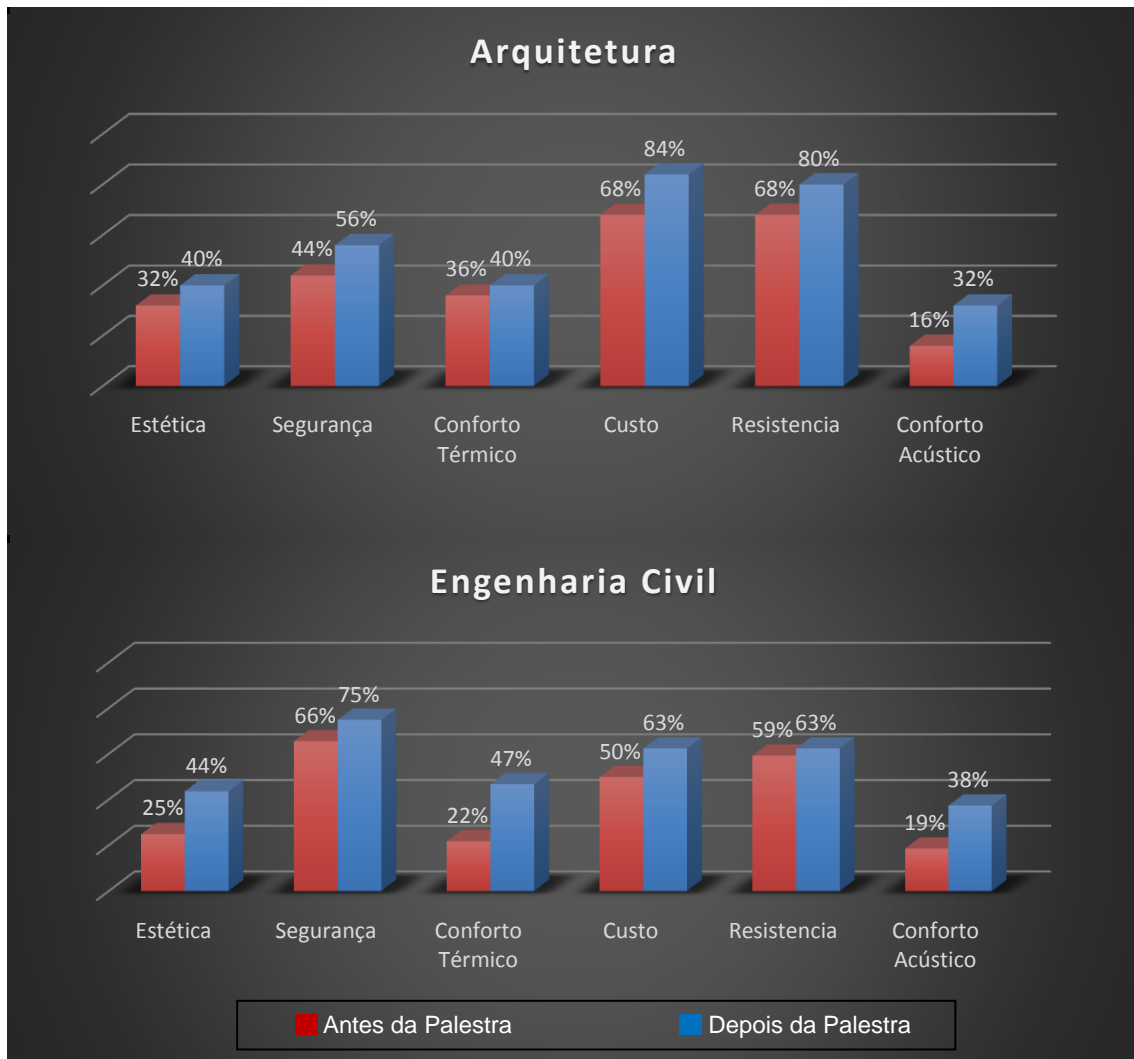


Gráfico 5: Resposta questão 05
Fonte: Autoria Própria.

Com relação ao desempenho. O que você leva em consideração ao optar por um sistema construtivo? Antes da aula sobre o sistema construtivo os acadêmicos de arquitetura responderam 68% para o custo da obra, 68% para resistência, 44% segurança, 36% conforto térmico, 32% estética e 16% para conforto acústico, após a aula responderam, 84% para o custo da obra, 80% para resistência, 56% segurança, 40% conforto térmico, 40% estética e 32% para conforto acústico. Já no curso de engenharia civil, antes da aula sobre o sistema construtivo os acadêmicos de arquitetura responderam 50% para o custo da obra, 59% para resistência, 66% segurança, 22% conforto térmico, 25% estética e 19% para conforto acústico, após a aula responderam, 63% para o custo da obra, 63% para resistência, 75% segurança, 47% conforto térmico, 44% estética e 38% para conforto acústico. Em ambos os cursos pode-se observar que houve um aumento do percentual das respostas em todas as alternativas, este aumento deu-se após uma aula

na qual foram abordados estes 6 tópicos, e conseqüentemente os alertou a se preocuparem como os mesmos como futuros profissionais da construção civil (GRÁFICO 5).

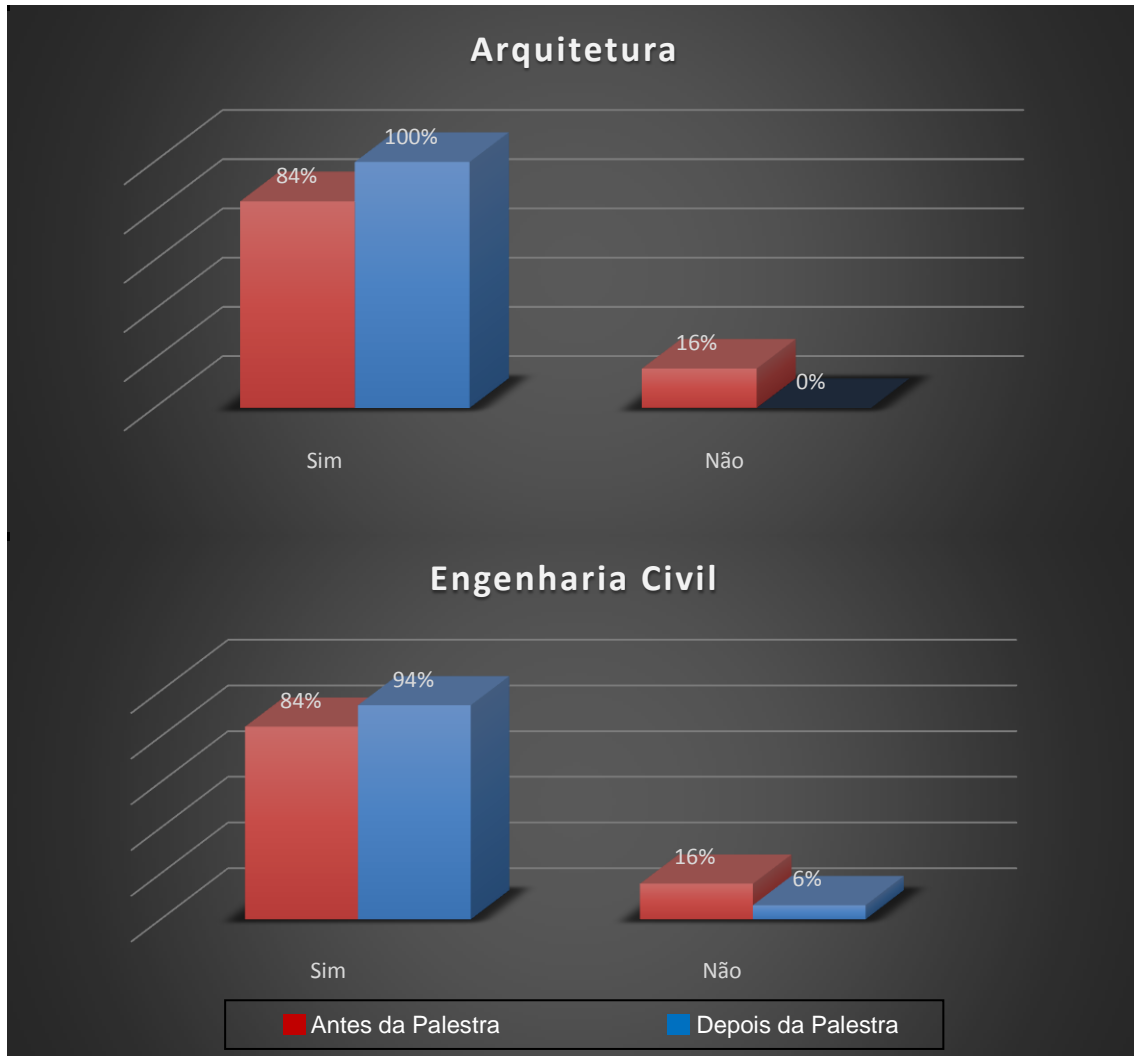


Gráfico 6: Resposta questão 06
Fonte: Autoria Própria.

Quando se perguntou: Em sua opinião a madeira pode ser aplicada em um sistema construtivo com a função estrutural? Antes da palestra 84% dos acadêmicos dos cursos de arquitetura e 84% do curso de engenharia disseram que sim, após a aula este dado passou para 100% em arquitetura e 94% em engenharia (GRÁFICO 6).

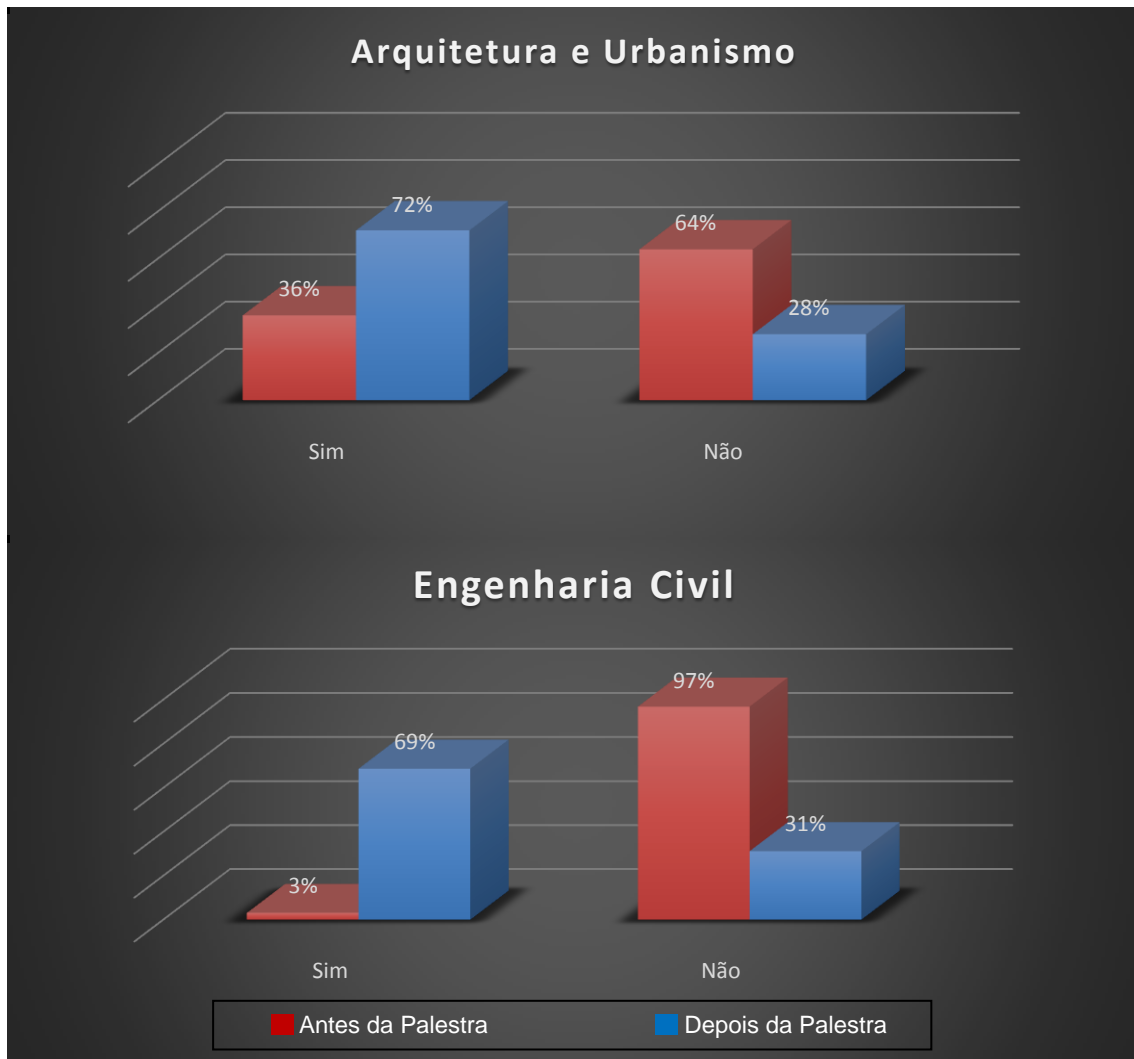


Gráfico 7: Resposta questão 07
Fonte: Autoria Própria.

Ao se perguntar sobre: Você conhece sistema construtivo a seco? 36% dos acadêmicos de arquitetura e 3% dos de engenharia, responderam que sim, e após a palestra estes percentuais passaram a 72% na arquitetura e 69% na engenharia civil, demonstrando que antes da aula ministrada grande parte dos acadêmicos de arquitetura e a maioria dos acadêmicos do curso de engenharia não conheciam o termo, sistema construtivo a seco (GRÁFICO 7).

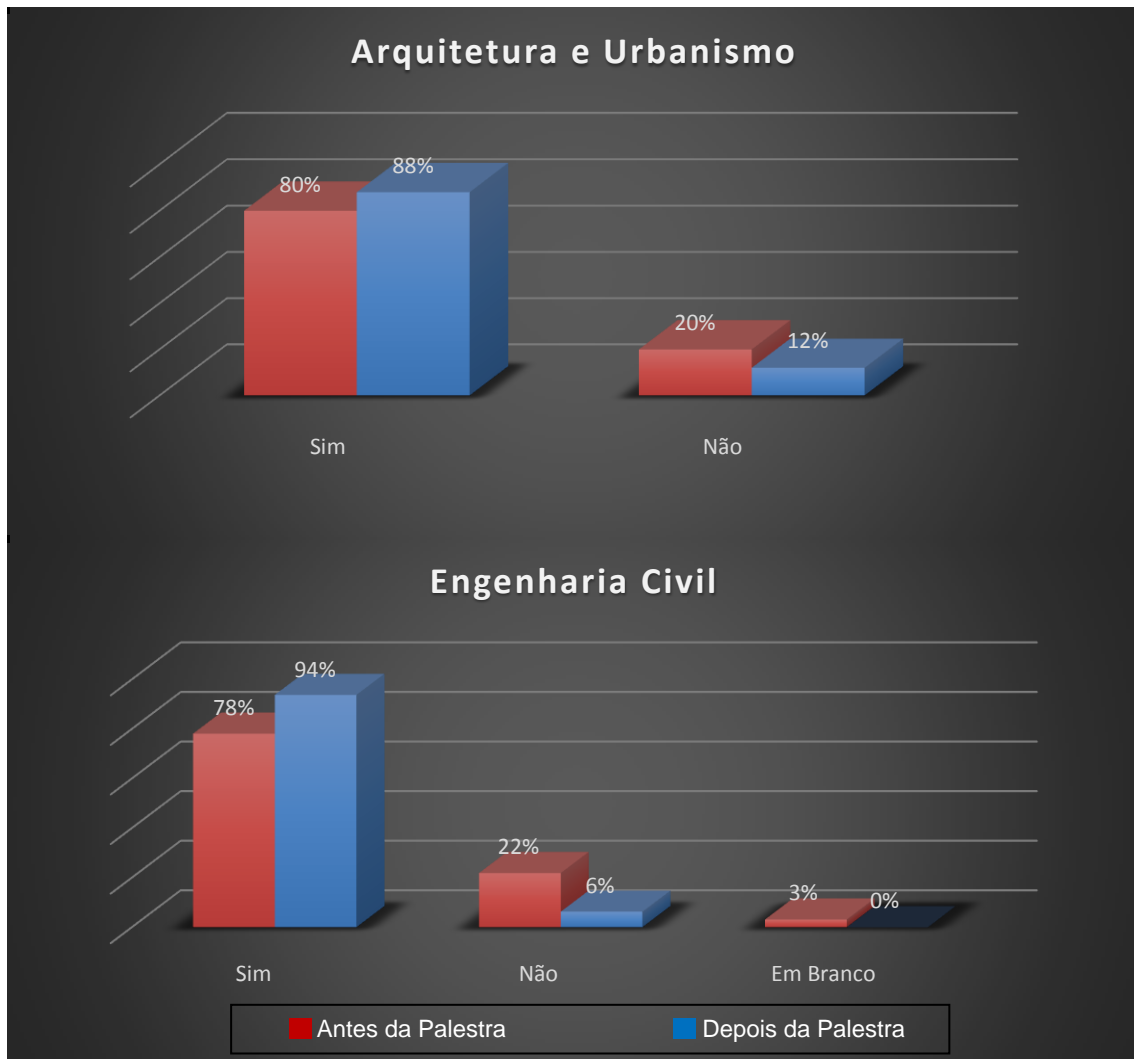


Gráfico 8: Resposta questão 08
Fonte: Autoria Própria.

Na questão que se refere: Existe uma resistência no mercado por parte do usuário, quanto a utilização de novas tecnologias construtivas? Antes da aula ministrada, 80% no curso de arquitetura responderam que sim e no curso de engenharia 78% responderam que sim e 3% deixaram em branco, após a aula 88% dos acadêmicos de arquitetura e 94% dos de engenharia civil responderam que sim, visto que o wood frame é o principal sistema construtivo dos estados únicos e do Canadá há anos, e por ser um sistema novo em nosso país, sobre uma resistência cultural (GRÁFICO 8).

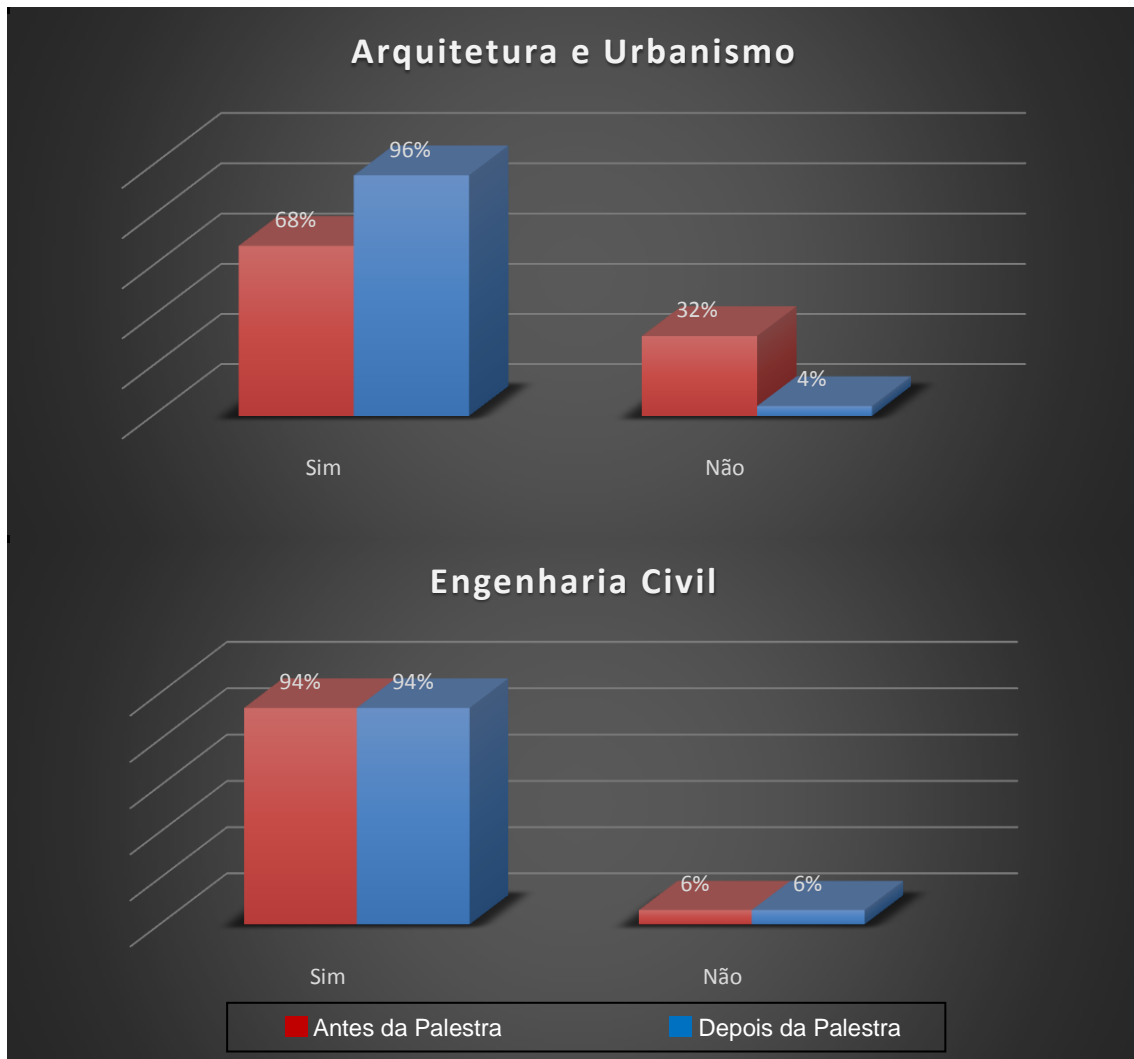


Gráfico 9: Resposta questão 09
Fonte: Autoria Própria.

Quando se perguntou: Faz diferença na compra de um material de construção se ele é menos agressivo ao meio ambiente? Ante da palestra 68% dos acadêmicos de arquitetura disseram que sim, após a palestra 96%. Já no curso de engenharia civil, tanto antes quanto depois da ministração 94% dos acadêmicos responderam que sim (GRÁFICO 9).

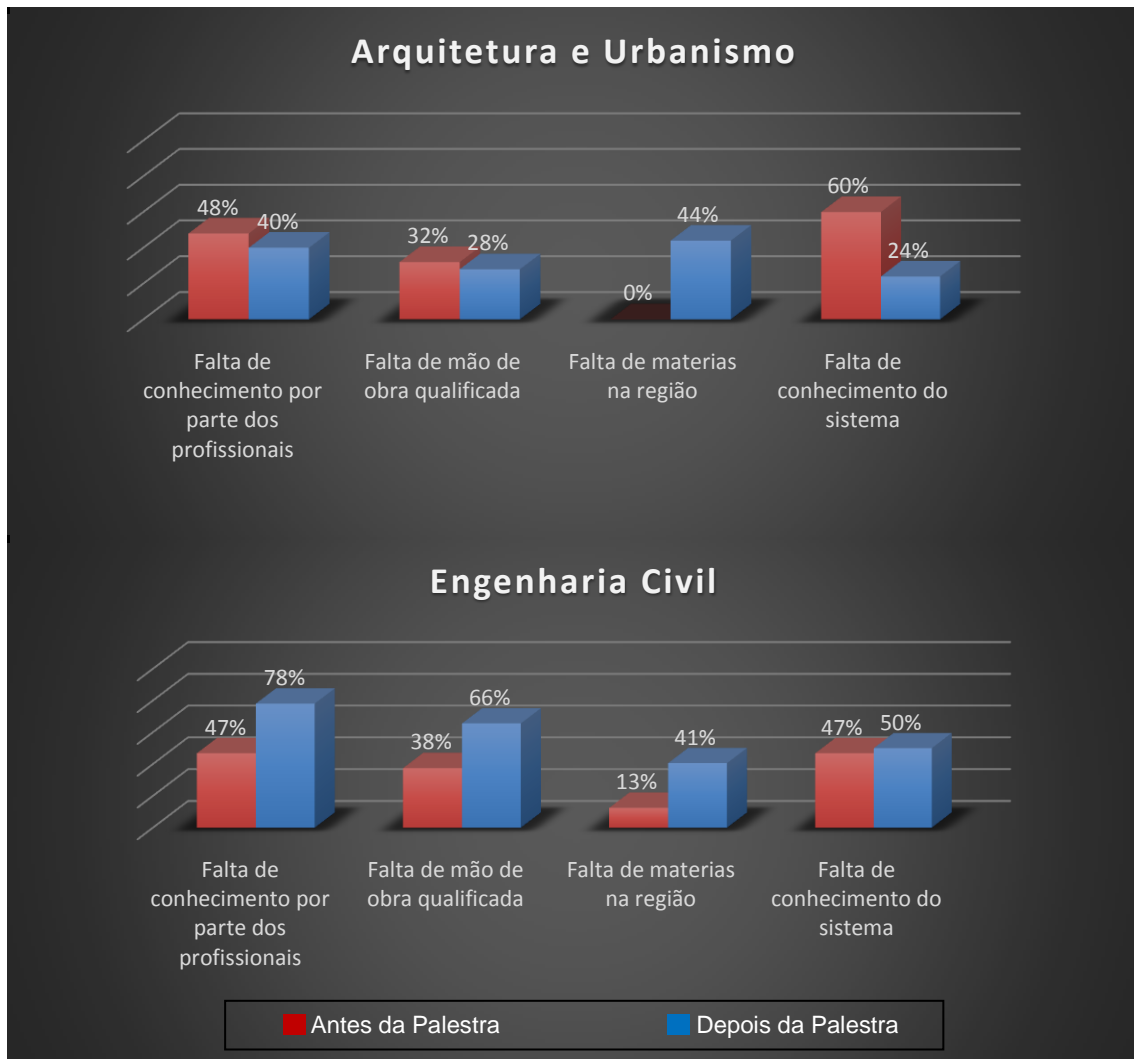


Gráfico 10: Resposta questão 10
Fonte: Autoria Própria.

Ao se perguntar sobre: Por que o sistema construtivo em wood frame ainda não é utilizado na construção de residências no Brasil? Os acadêmicos destacarão antes da palestra ministrada com 60% em arquitetura e 47% em engenharia, a falta de conhecimento do sistema, logo em seguida com 48% em arquitetura e 47% em engenharia a falta de conhecimento por parte dos profissionais, e 32% em arquitetura e 38% em engenharia, a falta de mão de obra qualificada, e 0% no curso de arquitetura e 13% no curso de engenharia, a falta de materiais na região. Após a palestra, 24% dos acadêmicos de arquitetura e 50% dos acadêmicos de engenharia responderam a falta de conhecimento do sistema, logo em seguida com 40% em arquitetura e 78% em engenharia a falta de conhecimento por parte dos profissionais, e 28% em arquitetura e 66% em engenharia, a falta de mão de obra qualificada, e 44% no curso de arquitetura e 41% no curso de engenharia, a falta de materiais na região (GRÁFICO 10).

Observando assim uma alteração considerável na opinião dos acadêmicos do curso de arquitetura e urbanismo, em relação a falta de materiais na região, em quanto aos acadêmicos de engenharia civil a falta de conhecimento dos profissionais, mão de obra qualificada e falta de materiais na região.

6 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível realizar uma análise da aceitabilidade dos acadêmicos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo em relação ao sistema construtivo wood frame, por meio de questionário, e uma comparação de dados com os questionários respondidos após uma palestra que abordou o sistema detalhadamente, passo a passo, com seus pontos positivos e negativos.

Em ambos os cursos a palestra e aplicação do questionário durou em média 2h:30min os acadêmicos se demonstraram bastante interessados em adquirir conhecimento de novas tecnologias construtivas e realizaram muitas perguntas sobre o wood frame, realizando assim uma aula participativa, levando em consideração que mais de 90% dos acadêmicos não conheciam o sistema.

Pode-se observar em algumas questões que os acadêmicos do curso de arquitetura e urbanismo e engenharia civil possuem padrões de respostas semelhantes, ao ponto de vista do sistema construtivo que é mais utilizado em nosso país, aos sistemas construtivos que conhecem a preocupação com custo da obra, se ela possui estruturas resistentes, agilidade para a conclusão da obra, durabilidade, e se a residência tanto para própria moradia como para de seus futuros clientes oferece conforto e segurança.

Com base nestes dados, quando comparados os questionários após uma palestra, pode-se observar que os acadêmicos necessitam obter mais conhecimentos sobre novas técnicas e novas tecnologias construtivas, já que eles serão futuros profissionais da construção civil, influenciando diretamente o que o mercado irá consumir e utilizar, criando assim uma cultura tradicionalista ou inovadora, de maneira a diminuir custos, prazos, aumentar a resistência, durabilidade e acima de tudo preservar o meio ambiente.

REFERENCIAS

ACIOLI, LAURA ALBUQUERQUE. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte.** (2005).

ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas Recomendadas para a Gestão mais Sustentável de Canteiros de Obras.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. 2009.

ÂNGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos.** Tese (Doutorado). 2005, 236p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma brasileira NBR 15575-1_2013 **Edificações Habitacionais – Desempenho: Parte1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações.** 2ed. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7190:1997: **Projeto de Estruturas de Madeira: Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

___ NBR 6136: **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Especificação:** Rio de Janeiro, 1994. 6p.

___ NBR 10837: **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** Rio de Janeiro, 1989. 22p.

BASTOS, Paulo S. dos S. **Fundamentos do concreto armado.** Bauru: UNESP, 2006. Faculdade de Engenharia, departamento de engenharia civil. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>> Acesso em 28 de Setembro de 2016.

BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1998. Departamento de engenharia civil. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00004.pdf> Acesso em 28 de Setembro de 2016.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. **A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção.** Dissertação (Doutorado), Universidade de Brasília. 2004.

BOHNE, R. A.; BERGSDAL, H.; BRATTEBO, H. **Dynamic eco-efficiency modeling for recycling or C&D waste**, Norwegian University of Science and Technology-Industrial Ecology Programme, 2005.

CAMACHO, J. S. **Alvenaria estrutural não armada – parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes**. Porto Alegre: UFRGS, 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.

CAVALHEIRO, O. P. **Curso básico de alvenaria estrutural**. Santa Maria: UFSM, 1996.

CAMPOS, Rubens J. A. **Diretrizes de Projeto para produção de habitações térreas com estrutura tipo plataforma e fechamento com placas cimentícias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Edificação e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CASTRO, Renata C. M. de; FREITAS, Arlene M. S. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

CNI (Confederação nacional das Industrias), **Relatório Anual**, Brasília, 2012.

DIAS, Gustavo L. **Estudo experimental de paredes estruturais de Sistema Leve em Madeira (Sistema Plataforma) submetidas a força horizontal no seu plano**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

HENDRY, A.W. **Structural brickwork**. London: MacMillan, 1981. 209p.

LIGHT. **WOOD FRAME**. Revista Técnica, São Paulo, ano 17, ed. 148, p. 48-53, jul. 2009.

LIGHT **WOOD FRAME: Construções com estruturas leves de madeira**. Revista Técnica, São Paulo, ano 16, ed. 140, p. 75-80 nov. 2008.

LP BUILDING PRODUCTS. **Manual CES – Construção Energética Sustentável**. Curitiba, 2011.

MÓDENA, LUCIANO, 2009 - **CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**, 101 p. ESTUDO SOBRE O DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO – Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=18179> Acesso em 28 de Setembro de 2016.

MORIKAWA, Devanir C. L. **Métodos Construtivos Para Edificações Utilizando Componentes Derivados Da Madeira De Reflorestamento**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de

Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em “WOOD FRAME” para casas de madeira.** v. 31, n. 2. Londrina-PR, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017> Acesso em 28 de Setembro de 2016.

MONTEIRO, J.H.P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A.F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. de; MANSUR, G. L.. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 195p.

MUCELIN E BELLINI, Carlos Alberto e Marta. **Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecossistema Urbano.** Artigo. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 2008.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** Tradução engenheiro Salvador E. Giamusso. 2ª. edição, editora PINI, São Paulo, 1997.

PRUDÊNCIO, L. R. **Resistência à compressão da alvenaria e correlação entre a resistência de unidades, prismas e paredes.** Porto Alegre: UFRGS, 1986. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rio Grande do Sul, 1986.

RAMALHO , M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2003.

SACCO, M. F.; STAMATO, G. C. **Light WOOD FRAME - construções com estrutura leve de madeira.** Revista TÉCNICA: Como construir, 2010. Site: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/imprime117396.asp>

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237 - De 19 de dezembro de 1997.

SAINT-GOBAIN. **Guia de sistema para produtos planos.** Brasilit. 2011.

SALGADO, Julio C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificações.** 2ed. São Paulo: Érica, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”).** Diretriz nº 005. MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação. Brasília, 2011.

SHERWOOD, Gerald E.; STROH, Robert C. **Wood-Frame House Construction.** Department of Agriculture. Forest Service. Estados Unidos, 1989.

TECVERDE. **Tecnologia Tecverde: em apenas 3 meses, você se muda para uma 77 casa onde a natureza é sempre bem-vinda.** Disponível

em<<http://www.tecverde.com.br/site/tecverde/tecnologia-tecverde/>>. Acesso em 05 outubro 2016.

TECVERDE. **Como Projetar em *WOOD FRAME***. Curitiba, 2016.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 3ed. São Paulo: Pini, 2000.