MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS – CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

ANA MEIRES JORGE DE SOUSA
NATÁLIA T. B. SOARES MARTINS

POTENCIALIDADES E OBSTÁCULOS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING* NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS EM PALMAS – TO.

PALMAS – TO
2009

ANA MEIRES JORGE DE SOUSA
NATÁLIA T. B. SOARES MARTINS

POTENCIALIDADES E OBSTÁCULOS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING* NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS EM PALMAS – TO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação da Área de Construção Civil como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Orientador:
Prof. Eng. Civil M.Sc. Thiago Dias Araújo Silva

Co-Orientador:
Prof. Eng. Civil M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso

PALMAS - TO
2009

Dedicamos aos nossos pais, amigos e familiares, que têm sido a grande razão e incentivo ao nosso aperfeiçoamento técnico. Nossas dívidas com vocês são inesgotáveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em nossas vidas transmitindo sempre a segurança necessária para enfrentar as dificuldades e seguir em frente.

Agradecemos aos nossos pais, amigos e familiares, pelo estímulo, amizade, entusiasmo e carinho.

Aos professores do IFTO, pelo acolhimento com disposição e apoio sempre que requisitados. Bem como por seus sábios conselhos. Em especial, os professores M.Sc. Thiago Dias Araújo Silva e M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso, pela orientação prestada, essencial para a realização deste trabalho.

Aos examinadores, senhores Eng. M.Sc. Danilo Gomes Martins, e Eng. Dr. Valentim Capuzzo Neto, pela simpatia à elaboração deste trabalho.

E a professora Arq. M.Sc. Nicole de Castro Pereira pela disposição oferecida no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Tu querias uma casa com paredes de tijolos, eu te dei com paredes de cristal. Portas e janelas que querias de madeira; fiz da espuma do mar. E sem te ouvir, o telhado é o céu, e os lustres são estrelas. E tu não entendestes nada. Um dia... não é sim, é talvez, te dê a casa que querias segura e forte como o aço”.

Associação Brasileira da Construção Metálica

RESUMO

Notoriamente, a indústria da construção civil encontra-se em crescente avanço tecnológico, desenvolvendo alternativas que possibilitem a implementação de sistemas construtivos mais eficientes, que gerem menor desperdício, aumentem a produtividade e diminuam o impacto ambiental. Nesse aspecto, o uso do aço na construção civil aponta como uma alternativa de mudança ao panorama do setor. O *Light Steel Framing* se fundamenta em um sistema construtivo, capaz de se adequar a estes requisitos, pois utiliza produtos padronizados de tecnologia avançada permitindo obra rápida, com melhoria de produtividade para o construtor através do processo construtivo industrializado, diminuindo desperdício nos canteiros de obras. As edificações executadas a partir do *Steel Framing* apresentam leveza, uniformidade e durabilidade. O presente trabalho revelou as prováveis potencialidades e obstáculos na implantação do sistema *Light Steel Framing* especificamente na construção de residências em Palmas – TO. O objetivo principal da pesquisa foi estudar as técnicas e aplicações do sistema construtivo e investigar, através da aplicação de questionários, as reais possibilidades e obstáculos de implementação da tecnologia. Constatou-se a falta de conhecimento e compreensão do sistema como um dos principais motivos à sua implantação.

Palavras-chaves: construção civil, industrialização, sistema construtivo, tecnologia.

ABSTRACT

It is fact; the civil building industry is at rising technology, developing alternatives which may build systems implementation more efficient that make wastage less, increase the productive and decrease environment impact. In this aspect, using steel on civil building appoint as a alternative that change the notion in sector. Light Steel Framing is based in constructive system which can be conform itself to requisites because it uses patterned high technology products that may a fast work with better productivity to worker by industrialized building process which decrease the wastage at construction site. The buildings made by Steel Framing presents softness, durability and uniformity. The present work shows the apparent powers and the difficulties at system Steel Framing implantation specifically at buildings of houses in Palmas – Tocantins. The research's main objective has been to study this constructive system techniques and uses, and to investigate by questions the real possibilities and difficulties this technology implantation. It has observed knowing less and incomprehension as one from main causes its no implantation.

Key-words: civil building, industrialization, building system, technology

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1a: conhecimento a respeito de estrutura de aço para construção civil..... 43

Gráfico 1b: conhecimento a respeito de estrutura de aço para construção civil..... 44

Gráfico 2a: conhecimento a respeito de sistemas construtivos secos..... 44

Gráfico 2b: conhecimento a respeito de sistemas construtivos secos..... 45

Gráfico 3a: exigências do cliente..... 46

Gráfico 3b: exigências do cliente..... 46

Gráfico 4a: preocupação com conforto termo-acústico 47

Gráfico 4b: preocupação com conforto termo-acústico 47

Gráfico 5a: resistência do mercado ao desenvolvimento de novas tecnologias..... 48

Gráfico 5b: resistência do mercado ao desenvolvimento de novas tecnologias..... 49

Gráfico 6a: compra de material de construção, mais ou menos agressivo ao meio ambiente..... 49

Gráfico 6b: compra de material de construção, mais ou menos agressivo ao meio ambiente..... 50

Gráfico 7a:conhecimento a respeito do LSF..... 50

Gráfico 7b: conhecimento a respeito do LSF..... 51

Gráfico 8a: já trabalhou com o LSF? 51

Gráfico 8b: já trabalhou com o LSF? 52

Gráfico 9a: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências ... 52

Gráfico 9b: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências ... 53

Gráfico 10a:viabilidade do sistema..... 53

Gráfico 10b: viabilidade do sistema..... 54

Gráfico 11a: desenvolvimento da tecnologia com o nível de qualificação da mão de obra atual..... 54

Gráfico 11b: desenvolvimento da tecnologia com o nível de qualificação da mão de obra atual..... 55

Gráfico 12: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências ... 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Residência construída com o LSF no Residencial Capital Ville (Fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA, 2008) 18

Figura 2: Protótipo de residência em Light Steel Framing na Exposição Mundial de Chicago em 1933 (Fonte: CRASTO; FREITAS, 2006) 20

Figura 3: Estrutura em steel framing (Fonte: Revista Téchne, 135) 21

Figura 4: Radier sem enrijecimento e com enrijecimento (Fonte: Revista Téchne, 135) 24

Figura 5: Detalhe laje radier (Fonte: Revista Téchne,135) 25

Figura 6: Os perfis são dobrados a frio com perfiladeiras ou dobradeiras (Fonte: Revista Téchne, 137)..... 26

Figura 7: Montagem dos perfis (Fonte: Revista Equipe de Obra, 17)..... 26

Figura 8: Painéis e parafusos utilizados para fixação. (Fonte: Revista Téchne, 137). 27

Figura 9: Instalação dos painéis verticais e detalhe de abertura (Fonte: Revista Téchne, 137). 27

Figura 10: Fechamento com placas cimentícias (Fonte: Brasiplac - Brasilit)..... 28

Figura 11: Fechamento com placas OSB (Fonte: Brasiplac - Brasilit)..... 29

Figura 12: Fechamento com placas OSB (Fonte: LpBrasil)..... 29

Figura 13: 1º passo..... 30

Figura 14: 2º passo..... 30

Figura 15: 3º passo..... 31

Figura 16: 4º passo..... 31

Figura 17:5º passo..... 31

Figura 18: 6º passo..... 31

Figura 19: 7º passo..... 32

Figura 20: 8º passo..... 32

Figura 21: 9º passo 32

Figura 22: 10º passo 32

Figura 23: Colocação das mantas isolantes no interior das paredes (Fonte: Revista Téchne, 139) 34

Figura 24: instalação elétrica (Fonte: Revista Equipe de Obra, 19). 34

Figura 25: detalhe instalação elétrica (Fonte: Revista Equipe de Obra, 19). 35

Figura 26: Parede em steel frame funcionando como shaft (Fonte: Revista Téchne, 141) 35

Figura 27: Facilidade de visualização de interferências entre instalações elétricas e hidráulicas (Fonte: Revista Téchne, 141) 36

Figura 28: estrutura laje e cobertura (Fonte: LpBrasil) 37

Figura 29: estrutura da cobertura (Fonte: Brasiplac – Brasilit) 37

Figura 30: cobertura – aplicação de manta de subcobertura (Fonte: Revista AU) ... 38

Figura 31: cobertura com telha *shingle* (Fonte: Brasilit) 38

Figura 32: acabamento interno, pintura lisa, base acrílica (Fonte: Brasiplac - Brasilit) 39

Figura 33: aplicações cerâmicas (Fonte: Brasiplac - Brasilit) 39

Figura 34: acabamento externo texturizado, base acrílica (Fonte: Brasiplac - Brasilit) 40

Figura 35: Superfície lisa e uniforme para diversos acabamentos (Fonte: Brasiplac - Brasilit) 40

Figura 36: Residência em Aldeia da Serra – SP (Fonte: Brasiplac - Brasilit) 40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

EPS – Poliestireno Expandido

LSF – Light Steel Framing – Estrutura de Aço Leve

OSB – Oriented Strand Board - Painel de Tiras de Madeira Orientadas

% – Porcentagem ou Percentual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **14**

1.1 TEMA DA PESQUISA **15**

1.1.2 Delimitação do Tema **15**

1.2 PROBLEMA **15**

1.3 HIPÓTESE / PREMISSA **16**

1.4 OBJETIVOS **16**

1.4.1 Objetivo Geral **16**

1.4.2 Objetivos Específicos **16**

1.5 JUSTIFICATIVA **17**

1.6 MÉTODO DA PESQUISA **19**

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO **19**

2 DESENVOLVIMENTO **19**

2.1.1 Breve Histórico **19**

2.1.2 Características do Sistema Light Steel Framing **20**

2.1.3 Etapas Construtivas **23**

2.1.3.1 Fundação **23**

2.1.3.2 Painéis **25**

2.1.3.3 Fechamento **27**

2.1.3.4 Isolamentos **33**

2.1.3.5 Instalações **34**

2.1.3.6 Lajes e coberturas **36**

2.1.3.7 Acabamentos **39**

2.1.4 Vantagens do Sistema **41**

2.1.5 Desvantagens 42

3 RESULTADOS E ANÁLISES 43

3.1 EXIGÊNCIAS DO CLIENTE 45

3.2 CONHECIMENTO E OPINIÕES DOS PROFISSIONAIS 48

4 CONCLUSÃO 55

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

5. BIBLIOGRAFIA 59

ANEXOS 62

1 INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira tem como principal característica sua predominância artesanal, pouco produtiva e principalmente grande geradora de desperdício. Entretanto, o mercado tem sinalizado que esta condição pode ser modificada e que utilizar novas tecnologias é a melhor maneira de permitir a industrialização e a racionalização dos processos. Nesse aspecto, o uso do aço na construção civil vem surgindo como uma das alternativas para mudar o cenário do setor.

A crescente industrialização da construção civil vem demandando a introdução de novas tecnologias de construção, permitindo aos profissionais buscarem sistemas mais eficientes que aumentem a produtividade, diminua os desperdícios e atendam a uma demanda crescente.

O *Light Steel Framing* (Estrutura de Aço Leve) compõe-se em um sistema construtivo de concepção racional, cuja principal característica consiste em desenvolver uma estrutura composta por perfis de aço galvanizado formados a frio, utilizados para a montagem de painéis estruturais e não estruturais. Estabelecendo assim um esqueleto estrutural formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma.

Este trabalho visa analisar o Sistema Construtivo *Light Steel Framing* – para a construção de residências de médio e alto padrão na cidade de Palmas – como alternativa de construção industrializada, de qualidade a qual atenda aos preceitos de sustentabilidade, fator esse, de grande necessidade para o setor da construção. Principalmente porque, a tipologia residencial usualmente empregada no mercado de Palmas se encontra composta fortemente por sistemas construtivos convencionais. Este costume de construir favorece cada vez mais a geração de entulhos, um fator atualmente problemático em todos os centros urbanos e também nesta capital. Percebe-se certo comodismo dos profissionais atuantes nessas construções e pouca influência de outros sistemas mais inovadores, produtivos e racionais, que minimizem o grande impacto ambiental causado pela indústria da construção.

O objetivo do *Light Steel Framing* tende a proporcionar mais eficiência na construção, com baixo índice de desperdício, que possa atender uma demanda crescente de alta produtividade e celeridade para cumprimento de prazos curtos. Tendo em vista que o mercado tem sinalizado para alteração deste cenário, como também investido no uso de novas tecnologias sendo a melhor forma de permitir a industrialização e a racionalização dos processos.

A ênfase da pesquisa foi dada à identificação e análise dos principais obstáculos que podem interferir no processo de inserção dessa tecnologia – no âmbito do conhecimento e aceitação de profissionais a respeito do sistema construtivo – por meio de questionário investigativo aplicado a esses profissionais, abordando o tema em estudo.

Após uma explanação sobre o processo construtivo, foi realizada uma revisão bibliográfica a fim de se identificar os aspectos mais relevantes, apresentados pela literatura, relativos ao *Steel Framing* como tendência de mercado inovador na Construção Civil em Palmas. Por um processo argumentativo, os resultados da pesquisa de campo são elucidados em conformidade com as análises gráficas e textuais, propondo as discussões dos possíveis obstáculos e viabilidades do sistema.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Sistema Construtivo *Light Steel Framing.*

1.1.2 Delimitação do Tema

Potencialidades e obstáculos na Implantação do Sistema *Light Steel Framing* na construção de residências em Palmas – TO.

1.2 PROBLEMA

O Sistema Construtivo *Light Steel Framing*, utiliza produtos padronizados de tecnologia avançada permitindo obra rápida, limpa e com acabamento superior a

alvenaria. Os elementos construtivos são produzidos industrialmente. A matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e o acabamento, passam por rigorosos controles de qualidade. Estes materiais padronizados permitem uma redução significativa de custo e mão-de-obra, diminuem também desperdícios e erros, consequentemente aumentam a velocidade da execução. Diante da evidente eficiência do sistema, porque o mesmo não é aplicado na construção de residências, especificamente no mercado de Palmas – TO?

1.3 HIPÓTESE / PREMISSA

Os possíveis resultados a serem alcançados se apresentarão após uma pesquisa de campo através da aplicação de questionários objetivando levantar as principais potencialidades e obstáculos na implementação do *Light Steel Frame*, entre eles: conhecimento e interesse dos profissionais, preferência de sistema construtivo pelos clientes antes de construir e viabilidade do sistema.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar os fatores de maior relevância, a fim de apresentar diretrizes que possibilitem a implementação do Sistema *Light Steel Framing* no setor da Construção Civil em Palmas – TO.

1.4.2 Objetivos Específicos

Estudar as técnicas e aplicações do sistema construtivo;

Levantar informações sobre os obstáculos para implementação do Sistema LSF na construção de residências de médio e alto padrão em Palmas.

1.5 JUSTIFICATIVA

A construção civil convencional é executada com materiais agressivos ao meio ambiente. Estes materiais são poluentes durante sua extração, no processo de produção e posteriormente – após a utilização na construção – produz grande volume de resíduos, o entulho da construção civil. Ultimamente, o impacto ao meio ambiente causado pela construção civil tem alertado os órgãos governamentais a criarem medidas mais severas para que os profissionais envolvidos na construção se conscientizem sobre o impacto do seu trabalho. Essa conscientização deve ser acompanhada de mudanças práticas menos agressivas. Em muitos países, essas mudanças estão sendo promovidas através de orientações *"Green Building"* - Construção Verde.

Sistemas construtivos industrializados (construção seca) são menos impactantes ao meio ambiente, pois, os projetos são planejados e executados de forma tão racional, que o desperdício pode chegar à zero. As características intrínsecas nesse tipo de construção como racionalização, industrialização e rapidez de execução, são possíveis quando há um planejamento integral da obra, composto por um projeto amplamente detalhado. Construir em aço torna-se muito versátil por viabilizar qualquer projeto arquitetônico, concebido e planejado considerando o comportamento do sistema.

O receio em construir uma residência estruturada em aço, na maioria das vezes está relacionado ao se pensar que a estrutura ficará aparente, muitos usuários e projetistas descartam essa técnica de construção por achar que resultará em uma arquitetura muito peculiar, ou com aparência estranha à uma edificação convencional. Na construção de residências com o *Light Steel Framing (LSF)*, o detalhamento dos projetos também é fundamental para o melhor desempenho do sistema. Logo, na finalização da construção a estrutura nunca se apresenta aparente, já que os elementos estruturais que formam as paredes, pisos e tetos estão sempre encobertos pelos materiais de fechamento, assim o resultado final assemelha-se à de uma construção convencional, como pode ser observado na figura 1.

Figura 1: Residência construída com o LSF no Residencial Capital Ville (Fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA, 2008)

Dentre todas as técnicas de construção em aço, a opção pela tecnologia de utilização do *Light Steel Framing* se justifica pelo fato do uso de novas tecnologias serem uma alternativa para racionalizar e industrializar os processos construtivos. A construção com estruturas em aço, além de ser versátil e durável, está em perfeita sintonia com o conceito de desenvolvimento ambientalmente sustentável. Utiliza técnica limpa, diminui impactos ambientais na etapa de construção e, concluída a obra, garante segurança e conforto aos ocupantes da edificação.

A cidade de Palmas – TO é diferenciada por seu planejamento e caracterizada pela preservação de áreas ambientais. Denominada capital ecológica do Brasil, tem recebido inúmeros incentivos para a enfatização de suas qualidades de centro geográfico, político e, enfim, de pólo de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2002). Atualmente, o setor produtivo da Construção Civil encontra-se em constante dinamismo e contínuo crescimento. A cidade é um grande canteiro de obras, o que favorece a introdução de um sistema construtivo que se adeque aos preceitos de sustentabilidade.

Contudo, a justificativa primordial para a realização da pesquisa é o fato de que, para que uma tecnologia se desenvolva em escala considerável, seja empregada e atenda às expectativas da sociedade, podendo assim, ser denominada uma “alternativa de construção”, é necessária a prévia investigação dos fatores determinantes para sua implementação na Construção Civil.

1.6 MÉTODO DA PESQUISA

Através de revisões bibliográficas resultando em um apanhado geral sobre o *Light Steel Frame* focalizou-se em estudar as técnicas e aplicações do sistema construtivo, com o principal objetivo de levantar informações sobre as potencialidades e os obstáculos para implementação do Sistema LSF na construção de residências de médio e alto padrão em Palmas. A fim de possibilitar o levantamento dessas informações foram aplicados aleatoriamente 60 questionários (modelo em anexo) entre engenheiros e arquitetos atuantes no mercado.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em quatro capítulos. O capítulo 1 está composto pela introdução - tema da pesquisa, apresentação do problema, objetivo, justificativa e método da pesquisa. No capítulo 2 desenvolveu-se a fundamentação teórica focalizando o objetivo do estudo. O capítulo 3 apresenta os resultados e análises da pesquisa de campo. Finalizando, o capítulo 4 mostra conclusões e reflexões sobre os resultados obtidos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1 Breve Histórico

A origem do *Light Steel Framing* inicia com as habitações em madeira construídas pelos colonizadores no território americano em meados do século XIX. Foi necessário empregar métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações. Esse método consistia em uma estrutura composta de peças em madeira serrada de pequena seção transversal.

A partir de então, as construções em madeira, conhecidas por *Wood Frame*, tornaram-se a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos. Aproximadamente um século mais tarde, em 1933, com o grande desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, foi lançado na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em *Light Steel Framing* que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira (Figura 2). O crescimento da economia americana e a abundância na produção do aço no período pós Segunda Guerra possibilitou a evolução nos processos de fabricação de perfis formados a frio, e o uso dos perfis de aço substituindo os de madeira passou a ser vantajoso devido a maior resistência e eficiência estrutural do aço e a capacidade da estrutura de resistir a catástrofes naturais como terremoto e furacões. (CRASTO; FREITAS apud BATEMAN,1998),

Figura 2: Protótipo de residência em Light Steel Framing na Exposição Mundial de Chicago em 1933 (Fonte: CRASTO; FREITAS, 2006)

No Brasil, a aplicação do sistema *Light Steel Framing*, somente teve início no final da década de 90, desde então, vem ganhando projeção no mercado, encontrando-se em várias regiões do país diversos tipos de construções.

2.1.2 Características do Sistema Light Steel Framing

A indústria da construção civil cresce gradativamente e com isso, aumenta a exigência de conhecimento e aperfeiçoamento de novas técnicas para a execução

de serviços. Com esta crescente demanda, surgem poluições e impactos ambientais, causados por entulhos de materiais de construção, usados nos processos construtivos, pois se sabe, a indústria da construção é uma das grandes responsáveis pela geração de impactos ao meio ambiente. Surge então, a necessidade da implantação de alternativas de construção que diminuam esses impactos. Uma opção com tendência a se transformar em um dos sistemas mais utilizados no mundo é o *Steel frame o*u *Light Steel Framing* (Estrutura de Aço Leve), onde se possibilita a troca das estruturas de madeiras e concreto armado por perfis leves de aço galvanizado. Um sistema muito comum nos Estados Unidos e, que aos poucos ganha espaço nas edificações no Brasil, por apresentar uma técnica com produto final superior ao sistema convencional, totalmente recicláveis e flexíveis (CRASTO; FREITAS, 2006).

> O *"Light Steel Framing"* é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. É um sistema construtivo aberto – que permite a utilização de diversos materiais, flexível – pois não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizado – otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável – permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (CAMPOS; JARDIM, 2004).

Como se observa na figura 3, esse sistema é formado por painéis que possuem perfis metálicos (montantes, guias, cantoneiras, chapas e fitas metálicas), formando uma espécie de esqueleto que se torna a estrutura da edificação.

Figura 3: Estrutura em steel framing (Fonte: Revista Téchne, 135)

De acordo com informações da USIMINAS (2007) o *Steel Framing* define o resultado de uma tecnologia já testada e aprovada em vários países. Os principais atributos desta construção industrializada são a pré-fabricação e montagem, o processo permite trabalhar uma obra limpa. A matéria-prima utilizada, a técnica de fabricação, suas características e o acabamento, passam por controles de qualidade rigorosos, reduzindo assim, significativamente a mão-de-obra, proporcionando agilidade construtiva e maior controle de desperdícios de material e da qualidade do produto final, gerando uma solução eficiente e com menor custo. Apresenta, também, ótima resistência a incêndio. Permite-se a montagem de edificações para diversos tipos de usos, tais como: residências, escritórios, hospitais, escolas e edifícios.

A aplicação desse sistema admite a redução de custo através da otimização do tempo de fabricação e montagem da estrutura, pois disponibiliza a execução de diversas etapas concomitantemente, por exemplo, enquanto as fundações são executadas no canteiro de obra, os painéis das paredes são confeccionados em fábrica. Outra característica essencial ao sistema é a diminuição do carregamento na fundação, possibilitando um barateamento desta etapa devido ao baixo peso da estrutura metálica. Por ser composta por elementos que recebem total parametrização e customização dos produtos com as reais necessidades do usuário, o LSF possui melhor habitabilidade se comparados aos sistemas convencionais.

Conforme o CBCA (2006), a necessidade de um projeto detalhado para montagem do LSF é fator facilitador da auditoria na obra, através do acompanhamento arquitetônico, que permite verificar o cronograma físico-financeiro e a perfeita execução estrutural do sistema. A preparação do mercado nacional para a chegada do sistema construtivo passa, necessariamente, por três vertentes de desenvolvimento, são elas: a cadeia produtiva, o agente financiador e a normatização. A cadeia produtiva é formada por todas as empresas que possuem produtos que são aplicados, direta ou indiretamente, na construção do *Steel Framing*, por exemplo, perfil de aço, fechamento interno e externo, parafusos, isolamento térmico e acústico, revestimento externo, esquadrias, instalações e acabamentos. Para o desenvolvimento de mecanismos adequados para

regulamentar o financiamento de construções em LSF, o CBCA teve um papel de fundamental importância nesse processo.

Para que seja possível explorar o potencial do LSF como um sistema construtivo industrializado, é importante que o projetista domine a tecnologia e incorpore ao projeto arquitetônico as ferramentas indispensáveis ao processo de industrialização da construção.

O sistema LSF não deve ser visto e/ou comparado com construções populares, uma vez que nestas construções, podem ser feitas posteriores modificações pelo usuário, dispondo de menos recursos sem a necessidade de uma mão de obra especializada. As edificações executadas em LSF exigem que os recursos e materiais estejam disponíveis em todas as fases da obra, não havendo interrupções em nenhuma etapa e total garantia do cumprimento exato do planejamento. Este tipo de sistema demanda que o proprietário possua maior poder aquisitivo.

2.1.3 Etapas Construtivas

O *steel frame* fundamenta-se em um sistema construtivo racional disposto por perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não-estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Os painéis são constituídos por perfis metálicos (montantes, guias, cantoneiras, chapas e fitas metálicas), de modo a se transformar em uma espécie de esqueleto que se torna a estrutura da edificação.

2.1.3.1 Fundação

Uma grande vantagem do sistema tende a gerar uma estrutura leve e, conseqüentemente, as fundações podem ser, de maneira geral, simples. Por ser constituído de painéis, a transmissão da ação da estrutura à fundação se dá uniformemente, ao longo de toda sua extensão. As soluções mais empregadas para fundações de construções em *steel frame* são o radier, sapatas corridas e vigas baldrame. Como qualquer fundação, requer uma boa impermeabilização a fim de se evitarem infiltrações e umidade.

A execução do radier (figura 4) permite locar as furações para instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de telefonia. Essas instalações devem ser precisas em relação às posições e diâmetro dos furos, evitando causar transtornos na montagem dos painéis, nas instalações das tubulações e dos acessórios e nos serviços subseqüentes. Os ajustes tornam-se muito difíceis se houver grande desalinhamento.

Figura 4: Radier sem enrijecimento e com enrijecimento (Fonte: Revista Téchne, 135)

Para que o conjunto estrutura-fundação interaja de maneira a não causar deslocamentos, a ancoragem da estrutura deve ser bem dimensionada e executada. Ancoragem é a maneira construtiva que a estrutura deve se prender à fundação e permitir que a transmissão dos esforços impeça qualquer deslocamento indesejável. Todos os tipos de ancoragem requerem uma guia. Trata-se de um perfil estrutural na posição horizontal e nele são presos os montantes ou chamados perfis verticais (figura 5).

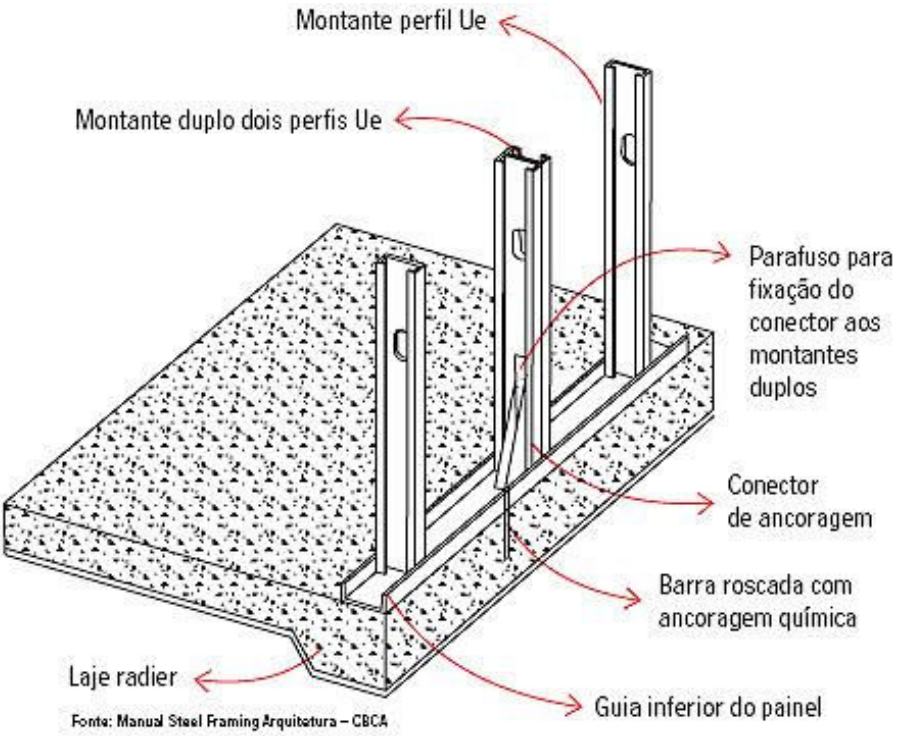

Figura 5: Detalhe laje radier (Fonte: Revista Téchne,135)

2.1.3.2 Painéis

De maneira geral, qualquer edificação necessita de um sistema estrutural que possibilite mantê-la estável e em condições normais de utilização quando sujeita a diversas ações. O sistema LSF traz uma proposta de racionalizar a concepção da estrutura da edificação utilizando-se perfis dobrados a frio. Os elementos metálicos utilizados são fabricados a partir de bobinas de aço de alta resistência e revestidos com zinco ou liga de alumínio-zinco.

As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm. Os elementos principais são os perfis, e os mais utilizados estão apresentados na figura 6. As seções, espessuras usuais e propriedades geométricas de perfis para steel frame são definidas pelas normas NBR 15253 – Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico para Painéis Reticulados em Edificações: Requisitos Gerais e NBR 6355 – Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio: Padronização. A figura 7 apresenta detalhe com a montagem de perfis.

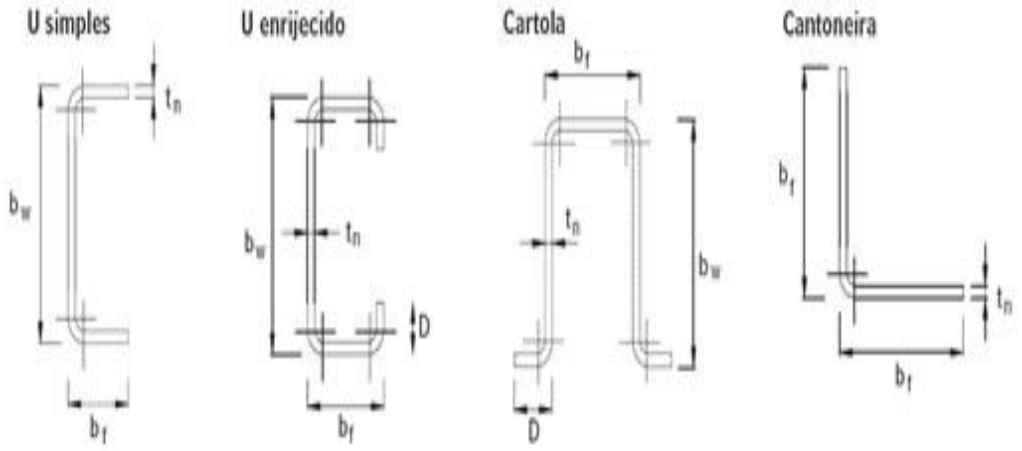

Figura 6: Os perfis são dobrados a frio com perfiladeiras ou dobradeiras (Fonte: Revista Téchne, 137).

Figura 7: Montagem dos perfis (Fonte: Revista Equipe de Obra, 17).

Um painel utilizado em parede é formado pelos montantes e pelas guias. Os montantes (perfis U enrijecido – Ue) são os elementos paralelos verticais, normalmente modulados a cada 400 mm ou 600 mm. As guias (perfis U) são elementos que fixam as extremidades dos montantes conformando a estrutura básica do sistema. A união é executada com parafusos (figura 8) fixados de acordo com o local de uso e função (REVISTA TÉCHNE, 137).

Os painéis instalados na vertical são utilizados como paredes, e na horizontal como pisos. Os verticais, na sua maioria, são portantes, trabalhando como a estrutura da edificação, recebendo as cargas e dando estabilidade ao conjunto. Outros podem ser empregados nas paredes com a finalidade de vedação. A

concepção do sistema SLF proporciona o trabalho conjunto dos painéis, travando-se entre si e gerando uma integridade na estrutura (figura 9).

Nas aberturas correspondentes às portas e janelas nos painéis portantes é necessária a utilização de elementos estruturais para redistribuição das solicitações dos montantes interrompidos.

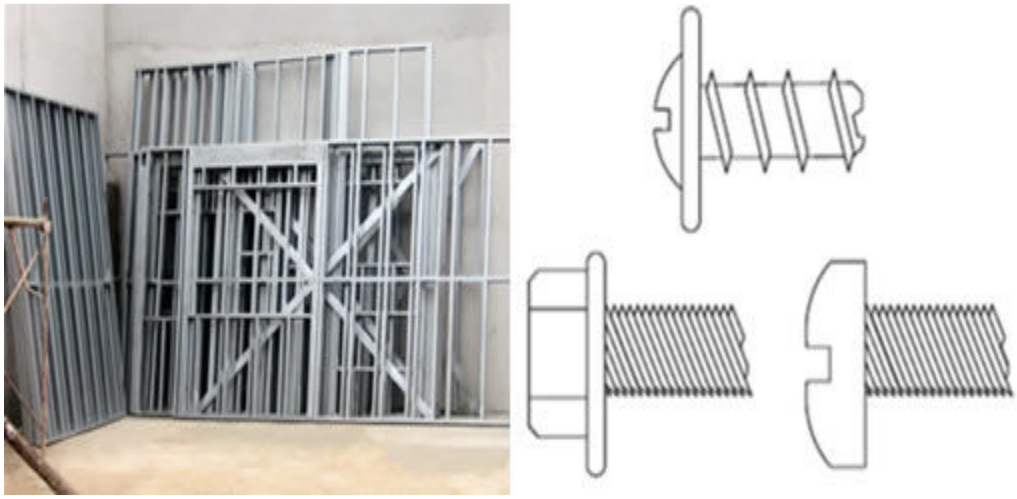

Figura 8: Painéis e parafusos utilizados para fixação. (Fonte: Revista Téchne, 137).

Figura 9: Instalação dos painéis verticais e detalhe de abertura (Fonte: Revista Téchne, 137).

2.1.3.3 Fechamento

Alguns critérios devem ser levados em conta na escolha dos componentes que farão parte do sistema de fechamento, entre eles, a compatibilidade com o sistema *steel frame*, seu peso, dimensões e facilidade de aplicação. A segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto

termoacústico, tátil e visual também são importantes condições para aplicação de um sistema de fechamento, não esquecendo da durabilidade e economia.

Para os fechamentos externos que estão sujeitos as ações das intempéries, uma das maiores preocupações é quanto às propriedades em relação à estanqueidade e à durabilidade, seguida da condição de ser estética.

Como componentes dos fechamentos externos (figuras 10, 11 e 12), podemos citar as placas cimentícias e a placa OSB (*Oriented strand board* - Painel de Tiras de Madeira Orientadas).

O fechamento com placa cimentícia possui grande compatibilidade com o sistema, pois são leves, de pequena espessura, impermeáveis, incombustíveis, possuem compatibilidade modular, resistência aos impactos, baixa condutividade térmica, resistem a cupins, elevada durabilidade e permite inúmeros acabamentos. É importante utilizar o tratamento de juntas com materiais recomendados pelos fabricantes da placa.

Figura 10: Fechamento com placas cimentícias (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

O painel OSB tem função estrutural, auxilia no contraventamento das paredes, resistindo por até dez anos contra cupins. Esse tipo de painel é instalado diretamente na estrutura e sobre ele deve-se colocar uma manta para formar uma barreira contra umidade e vapor. A fixação da manta no painel é feita por grampos e, no caso de revestimento com *siding* vinílico pode ser aplicado diretamente sobre a manta (REVISTA TÉCHNE, 139).

Figura 11: Fechamento com placas OSB (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

Figura 12: Fechamento com placas OSB (Fonte: LpBrasil).

Nos fechamentos internos, podem-se utilizar as mesmas placas usadas nos fechamentos externos e, ainda, as placas de gesso acartonado. As placas de gesso Standard ST são recomendadas para áreas secas. Nas áreas molháveis é recomendado o uso de placa cimentícia. Quando o local estiver sujeito somente à umidade por tempo limitado de forma intermitente, podem-se utilizar as placas de gesso tipo RU – resistente à umidade.

Independente do tipo de placa para os fechamentos externos ou internos, as placas ou painéis não devem ficar em contato com o solo ou fundação (figura 10). Os projetos devem prever juntas entre as placas devido à variação dimensional ocasionada por variação de umidade e, portanto, convém obter informações com os fabricantes quanto às dimensões da juntas. As juntas das placas nunca devem coincidir com as juntas dos painéis. Para obter melhor acabamento de juntas

invisíveis, recomenda-se a utilização de placas com rebaixo e com espessura mínima de 8 mm.

O tratamento das juntas entre as placas, ou entre elas e o piso ou teto, necessitam atenção especial, já que o resultado desse tratamento pode comprometer o desempenho da construção como um todo. As juntas devem garantir a estanqueidade à água, evitar fissuras e proporcionar excelente acabamento. Sobre a junta é importante a aplicação de um reforço, que seria a de tela de fibra de vidro, método eficiente para garantir esses requisitos (BRASILIT, 2008). Abaixo, passo a passo do tratamento das juntas invisíveis com massa cimentícia (figuras 13 a 22).

Figura 13: 1º passo

Certificar a ausência de impurezas (sujeira, oleosidade, umidade) na região de aplicação das juntas. Efetuar a limpeza necessária, de modo a evitar que haja problemas de aderência/fissura da massa de tratamento (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

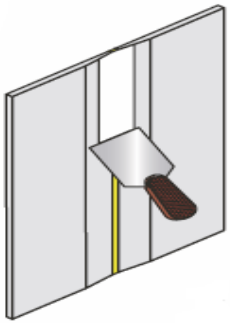

Figura 14: 2º passo

Preencher o espaçamento entre as placas com massa cimentícia com auxílio de espátula metálica. Aguardar a sua cura por mais ou menos 6 horas (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

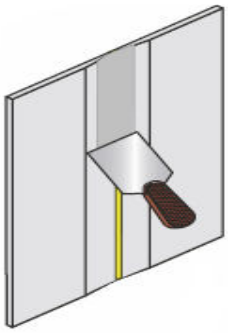

Figura 15: 3º passo

Após a cura, haverá um encolhimento (retração) da massa cimentícia. Deve ser aplicada nova demão para regularizar a superfície. Aguardar mais 4 horas (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

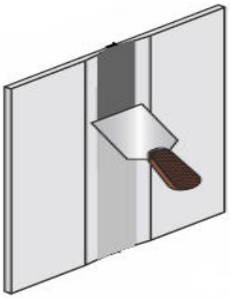

Figura 16: 4º passo

Aplicar fina camada da mesma massa em toda a região da junta (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

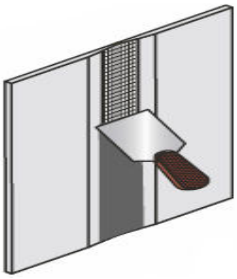

Figura 17:5º passo

Em seguida, fixar a tela de fibra de vidro (álcali-resistente) com largura de 5 cm (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

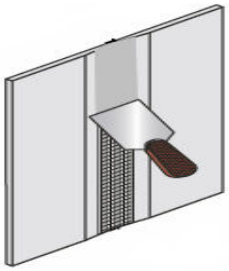

Figura 18: 6º passo

Aplicar nova camada de massa, de modo a cobrir toda a superfície da tela de vidro (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

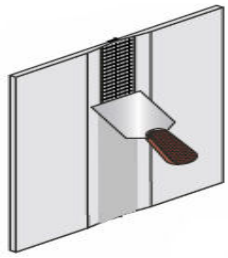

Figura 19: 7º passo

Fixar nova tela de fibra de vidro (álcali-resistente) com largura de 10 cm (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

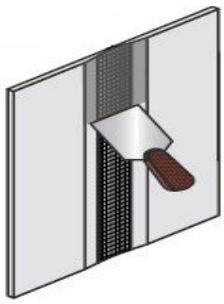

Figura 20: 8º passo

Cobrir toda a fita com a massa cimentícia. Aguardar sua cura por 24 horas antes de aplicar acabamentos (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

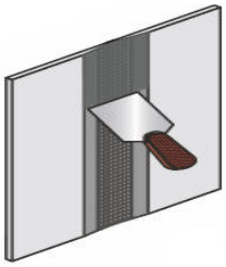

Figura 21: 9º passo

Nas juntas de placas cortadas ou sem rebaixo, recomenda-se o alargamento das juntas (50 ou 60 cm), evitando o engrossamento das camadas, tornando as juntas mais rasas (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

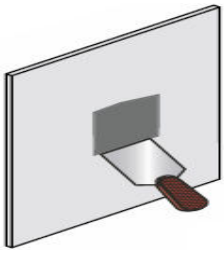

Figura 22: 10º passo

A cabeça dos parafusos fora da área de rebaixo devem ser tratadas com massa cimentícia em duas demãos, cuidando para que a segunda demão seja aplicada após a cura da primeira demão, mais ou menos 6 horas (Fonte: Brasiplac - Brasilit).

2.1.3.4 Isolamentos

Antes o conceito de isolamento baseava-se na utilização de materiais com grande massa e espessura. Hoje, com novas tecnologias consegue-se mensurar a real necessidade do isolamento e quantificar o material isolante necessário. São várias as maneiras de conservação energética em uma construção, entre elas conter infiltrações de água e a passagem de vento, evitar penetração e formação de umidade, adequado projeto de circulação de ar dentro da edificação ou, ainda, reduzir as perdas térmicas entre o meio interno e externo (CAMPOS, 2007).

O princípio de isolamento térmico e acústico é o de multicamada, que consiste em combinar placas leves de fechamento, formando um espaço entre os mesmos, preenchidos por material isolante (lã mineral).
A lã de rocha ou de vidro é usada na cavidade interior das paredes. O material é eficaz não só por sua estrutura como também pela sua densidade – ela possui um alto poder de isolamento acústico (NOVA TÉCNICA, 2009).

O emprego de mantas termoacústicas de lãs minerais, (Figura 23) entre os fechamentos externo e interno das paredes e o uso de subcoberturas proporcionam elevado conforto ambiental. O isolamento térmico é um dos argumentos fortes para o emprego da tecnologia *Steel Framing* em qualquer ambiente.

De acordo com a Revista Téchne 139, a espessura do isolante bem como sua densidade dependerá do nível de isolamento desejado. A própria concepção do sistema, formado por duas placas, internamente preenchidas com lã mineral (sistema massa-mola-massa), proporciona redução acústica pela descontinuidade do meio.

Figura 23: Colocação das mantas isolantes no interior das paredes (Fonte: Revista Téchne, 139)

2.1.3.5 Instalações

As instalações elétricas e hidráulicas para edificações em *steel frame* são as mesmas utilizadas em edificações convencionais e apresentam o mesmo desempenho, não variando em razão do sistema construtivo. O mesmo acontece com as instalações para telefonia, internet, gás, cabos de TV e de aquecedor solar, que, de maneira geral, não demandam condições especiais além daquelas tradicionalmente utilizadas nas construções convencionais.

Pode-se admitir que, do ponto de vista das instalações no sistema *steel frame*, de certa forma todas as paredes funcionam como *shafts* visíveis, facilitando a execução e a manutenção desses subsistemas (figura 24, 25 e 26).

Figura 24: instalação elétrica (Fonte: Revista Equipe de Obra, 19).

Figura 25: detalhe instalação elétrica (Fonte: Revista Equipe de Obra, 19).

Figura 26: Parede em steel frame funcionando como shaft (Fonte: Revista Téchne, 141)

O fato de as paredes e lajes funcionarem como *shafts* visitáveis permite que as interferências entre os sistemas elétrico e hidráulico sejam fáceis de serem visualizadas durante a execução das instalações, facilitando o trabalho e diminuindo a chance de acidentes como, por exemplo, danificar algum tubo ao furar quando se executa a instalação elétrica (figura 27).

Figura 27: Facilidade de visualização de interferências entre instalações elétricas e hidráulicas (Fonte: Revista Téchne, 141)

É recomendado que a execução das instalações ocorra após a finalização completa da montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas. Também é desejável que os revestimentos externos e a cobertura já estejam instalados, minimizando o risco de danos às instalações em virtude de vento e chuva, e assim diminuir a chance de acidentes com os profissionais envolvidos.

O sistema *steel frame*, com sua concepção racionalizada, permite a execução das instalações com o mínimo de transtorno, pouco desperdício e grande facilidade de controle e inspeção dos serviços concluídos.

2.1.3.6 Lajes e coberturas

A laje da construção *Steel Frame* rege os mesmos princípios de separação e modulação determinada pelas cargas submetidas. São perfis denominados vigas de piso, sujeitos ao peso próprio, pessoas, mobiliários e ainda servem de estrutura de apoio do contrapiso. Tem a altura da alma determinada pelo vão entre apoios, podendo ser trabalhada muitas vezes com treliças planas para vencer maiores vãos (figura 28).

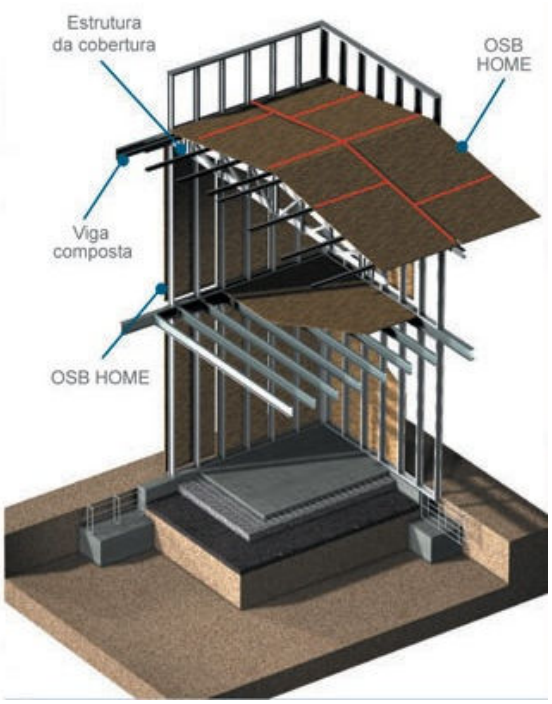

Figura 28: estrutura laje e cobertura (Fonte: LpBrasil)

A laje seca se compõem dos perfis de aço galvanizado e placas rígidas. É um material leve, de fácil e rápida instalação. Entre as duas camadas de chapas fixadas em sentido alternado existe uma proteção acústica de um painel rígido para piso para redução do nível de ruído entre pavimentos.

Construtivamente, as coberturas próprias para *steel frame* possuem as mesmas características e princípios das estruturas convencionais (figura 29 e 30). Portanto, podem ser utilizadas com telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento, entre outras.

Figura 29: estrutura da cobertura (Fonte: Brasiplac – Brasilit)

Figura 30: cobertura – aplicação de manta de subcobertura (Fonte: Revista AU)

Um tipo de telha muito usual em imóveis construídos com LSF é a do tipo *shingle* (figura 31). Essas telhas proporcionam um isolamento térmico e acústico superior às convencionais, alta resistência mecânica, resistência à força dos ventos. Elas não absorvem umidade e têm menor peso. Essas características proporcionam maior versatilidade e adaptação aos diversos projetos e durabilidade superior. São fabricadas com grãos de cerâmica pré-pintados, em véu estrutural de fibra de vidro embebido em emulsão asfáltica. A área de exposição é revestida de grânulos minerais coloridos, de diversas colorações (NOVA TÉCNICA, 2009).

Figura 31: cobertura com telha *shingle* (Fonte: Brasilit)

2.1.3.7 Acabamentos

Sobre as placas ou chapas podem ser aplicados revestimentos usuais como cerâmica, pintura e textura entre outros usualmente aplicados na construção civil convencional. O revestimento externo também pode receber aplicação dos materiais de acabamento, usualmente empregados, como pastilhas, pedras (mármore ou granito) ou até mesmo reboco e pintura (figuras 32 a 36). Atualmente, no Brasil já existem revestimentos desenvolvidos especialmente para o sistema *Light Steel Framing*, como o *Siding* Vinílico, explica Campos (2007).

Figura 32: acabamento interno, pintura lisa, base acrílica (Fonte: Brasiplac - Brasilit)

Figura 33: aplicações cerâmicas (Fonte: Brasiplac - Brasilit)

Figura 34: acabamento externo texturizado, base acrílica (Fonte: Brasiplac - Brasilit)

Figura 35: Superfície lisa e uniforme para diversos acabamentos (Fonte: Brasiplac - Brasilit)

Figura 36: Residência em Aldeia da Serra – SP (Fonte: Brasiplac - Brasilit)

2.1.4 Vantagens do Sistema

Tratando-se de um processo construtivo com elevado nível de industrialização, o *Light Steel Frame* – Estrutura de Aço Leve – é comumente escolhido em vários países do mundo por apresentar inúmeras vantagens:

- ✓ Redução dos prazos de construção: possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente, diminuição de formas e escoramentos e o fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas;
- ✓ Redução do custo da fundação: devido ao reduzido peso da construção e a uniformidade da distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes;
- ✓ Melhoria no desempenho acústico e térmico: por meio da instalação da lã de rocha e lã de vidro entre as paredes e forro. Devido a esta característica custos de energia para o aquecimento ou refrigeração do imóvel diminuirão;
- ✓ Facilidade e baixo custo na manutenção de instalações: hidráulica, elétrica, ar condicionado, gás, etc. Caso ocorra necessidade de intervenções em algum dos sistemas a praticidade com que se executa o serviço é muito grande sem gerar sujeira e barulho;
- ✓ Custos diretos e indiretos menores: prazos reduzidos e inexistência de perdas ou insignificantes;
- ✓ Reciclagem e reaproveitamento: de vários materiais aplicados no sistema em especial o aço. O aço é o único material que pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem nunca perder suas características básicas de qualidade e resistência;
- ✓ Telhado imune ao ataque de insetos: utilização da estrutura do telhado em aço galvanizado, apresentando melhor qualidade e perfeição ao aspecto final da construção;
- ✓ Flexibilidade arquitetônica: qualquer linha arquitetônica seja ela reta ou curva, pode ser elaborada, a contemporaneidade e arrojo das peças, a leveza visual, a escolha de acabamento polido ou brilhante e a possibilidade de criar infinitas formas, complementadas pelos mais variados detalhes e fechamento;
- ✓ Flexibilidade de modulação e layout: ampliação das possibilidades de uso do espaço. O processo industrial de fabricação resulta em peças de qualidade controlada e de precisão dimensional. Quanto ao aspecto estético, garante

ângulos e esquadros precisos, o que implica qualidade superior de acabamento;

- ✓ Resistência à corrosão: os perfis de aço galvanizado exibem maior estabilidade dimensional. Não empenam nem trincam por causa da dilatação;
- ✓ Alta Durabilidade: o zinco, utilizado para a proteção do aço, pode facilmente garantir a proteção do aço para toda vida útil da habitação;
- ✓ Maior área útil: as seções dos pilares e vigas de aço são mais esbeltas, resultando em melhor aproveitamento do espaço interno e aumento da área útil, fator muito importante principalmente em garagens.
- ✓ Garantia de qualidade: a fabricação dos componentes do *Steel Frame* ocorre dentro de uma indústria e conta com mão-de-obra altamente qualificada, favorecendo ao cliente a garantia de uma obra com qualidade superior devido ao rígido controle existente durante todo o processo industrial;
- ✓ Precisão construtiva: na estrutura metálica a precisão é medida em milímetros. Isso garante uma estrutura perfeitamente aprumada e nivelada, facilitando atividades como o assentamento de esquadrias, bem como redução no custo dos materiais de revestimento.

2.1.5 Desvantagens

- ✓ Barreira cultural: comodismo por parte de construtores e consumidores impede a aceitação de novas tecnologias;
- ✓ Falta de visão sistêmica dos construtores: o potencial de racionalização oferecido pelo sistema não é totalmente explorado;
- ✓ Uso de diferentes placas para o fechamento: na execução deve-se estar atento para não utilizar as placas de gesso recomendadas para áreas secas em áreas molháveis;
- ✓ Falta de conhecimento técnico: na elaboração de projetos e treinamento de profissionais para execução do sistema;
- ✓ Fatores climáticos: o não conhecimento do sistema construtivo leva as pessoas a pensarem que uso da técnica não é adaptado a todas às regiões – quentes ou frias.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

A pesquisa de campo foi alcançada, por meio de 60 questionários aplicados a profissionais da área (30 arquitetos e 30 engenheiros) atuantes no mercado. A entrevista compreendeu a reflexão sobre conhecimento e aplicação do sistema construtivo, e apontou os obstáculos e possíveis viabilidades para implementação da técnica construtiva do *steel framing* na região de Palmas.

Para um melhor detalhamento, os dados foram divididos em dois grupos o dos arquitetos (a) e o de engenheiros (b).

A princípio constatou-se o nível de conhecimento a respeito de estruturas de aço para construção civil (gráfico 1a e 1b), onde 43,3% dos profissionais possuem conhecimento razoável sobre o uso. A respeito de sistemas construtivos secos (gráfico 2a e 2b), o nível de conhecimento dos arquitetos foi percentualmente o mesmo (43,3%), já uma significativa parte dos engenheiros possui pouco conhecimento, correspondente a 36,7%.

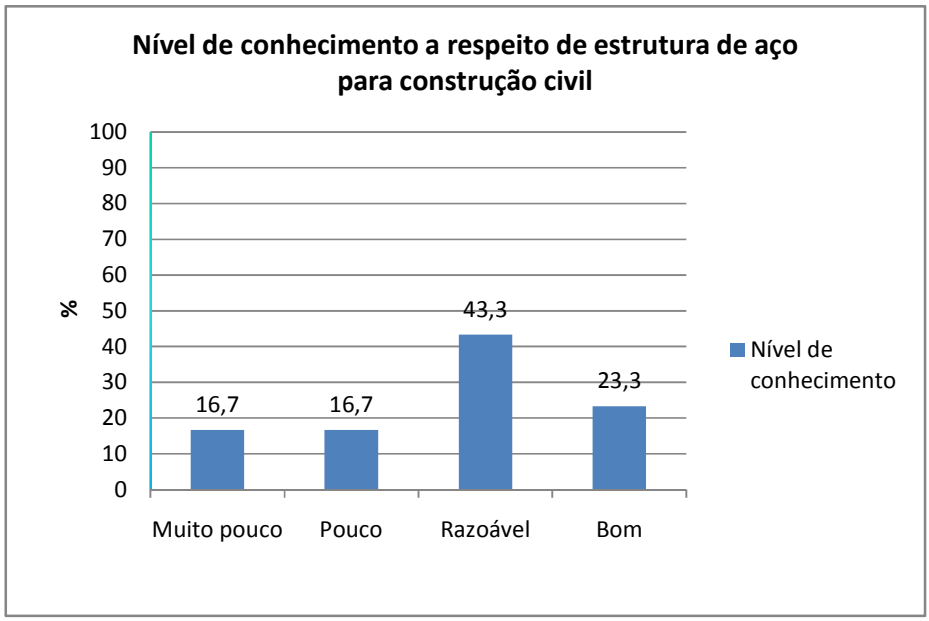

Gráfico 1a: conhecimento a respeito de estrutura de aço para construção civil

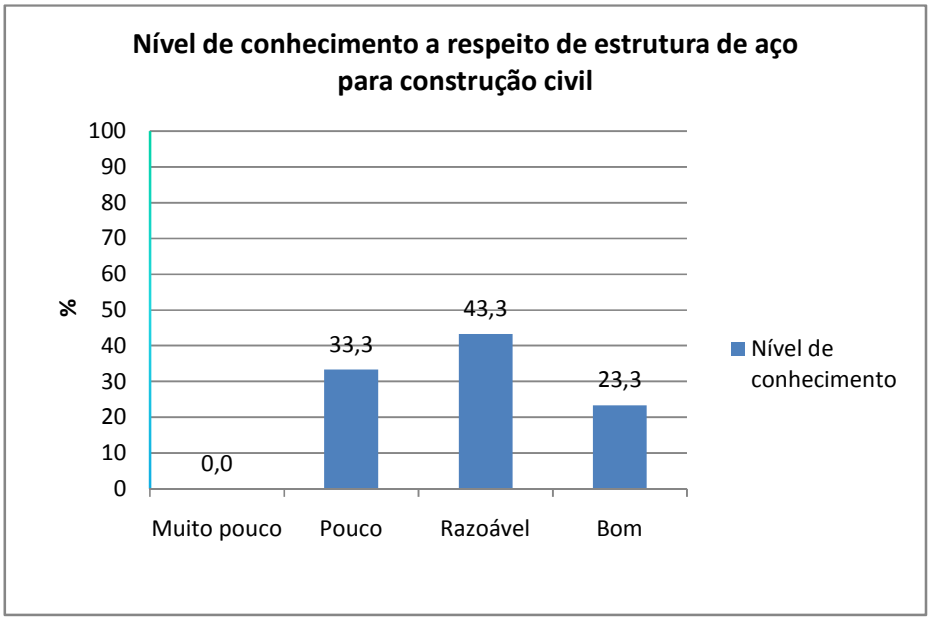

Gráfico 1b: conhecimento a respeito de estrutura de aço para construção civil

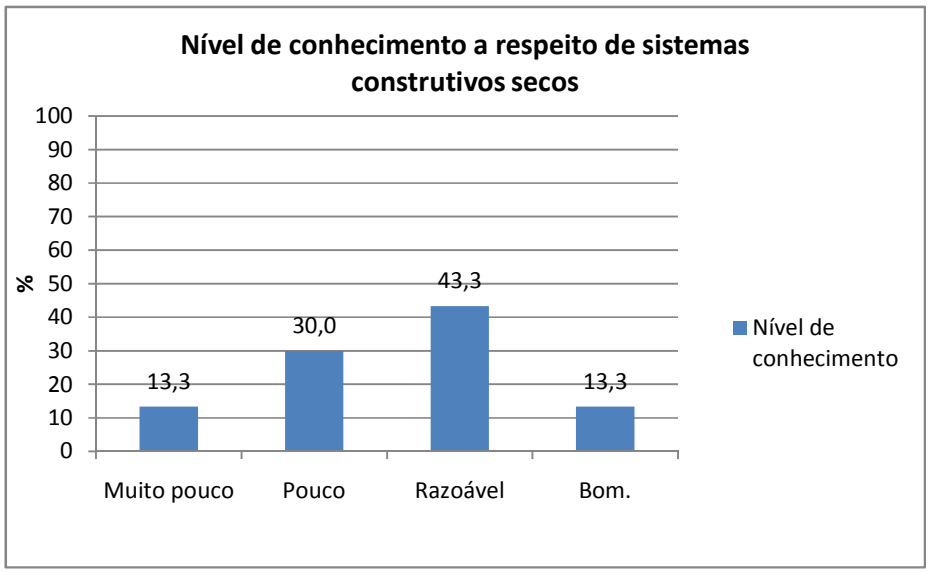

Gráfico 2a: conhecimento a respeito de sistemas construtivos secos

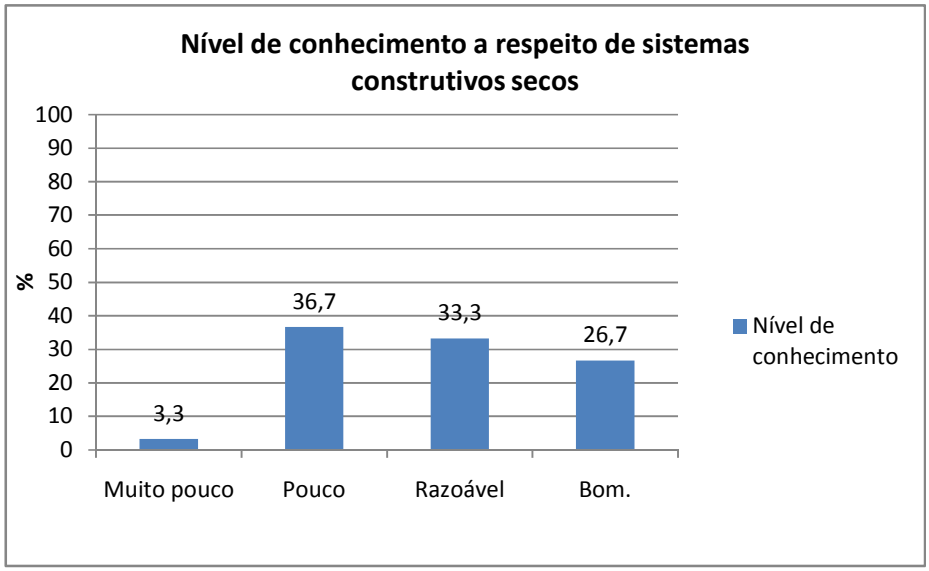

Gráfico 2b: conhecimento a respeito de sistemas construtivos secos

3.1 EXIGÊNCIAS DO CLIENTE

Com relação à exigência dos clientes ao procurar um profissional que projete e construa sua casa: para os arquitetos – a maioria se preocupa com menor custo (83,3%), garantia de durabilidade (86,7%), agilidade na construção (90,0%) e qualidades ambientais relativas a redução de impacto (70,0%). Para os engenheiros, a preocupação com o custo, garantia de durabilidade e agilidade na construção são semelhantes, mas no que diz respeito às qualidades ambientais, o quadro é proporcionalmente inverso, podendo ser observado nos gráficos 3a e 3b.

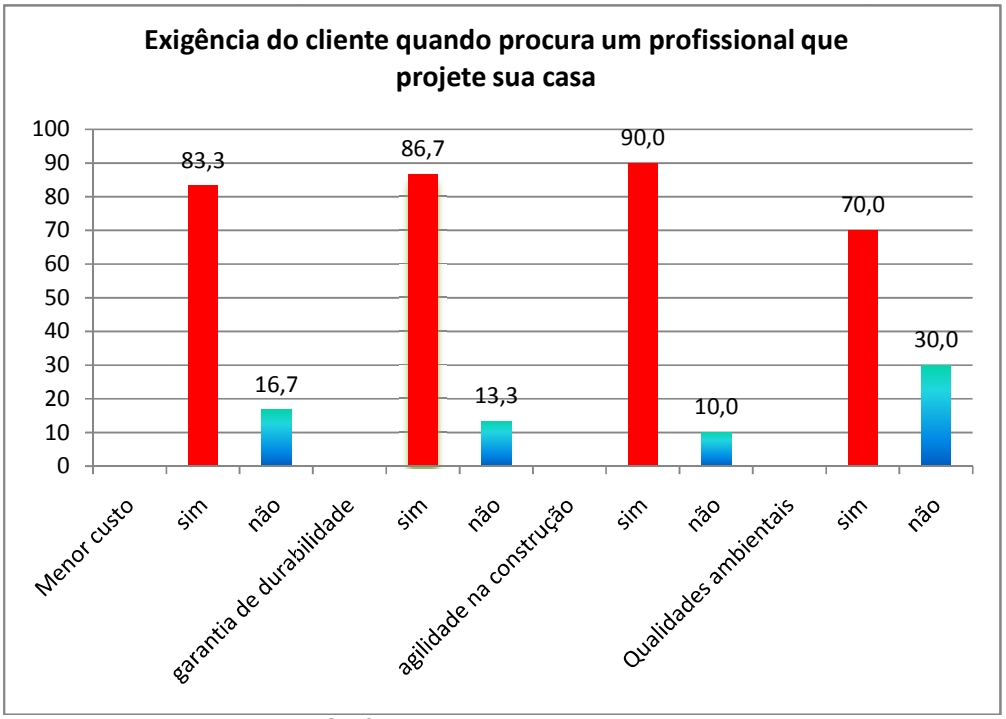

Gráfico 3a: exigências do cliente

Gráfico 3b: exigências do cliente

No que diz respeito ao conforto termo-acústico, cerca de 63,3% e 76,7% dos clientes de ambos profissionais sentem a necessidade de que sua casa

proporcione melhor eficiência (gráfico 4a e 4b). Tal exigência implica em um dos pontos fortes do LSF.

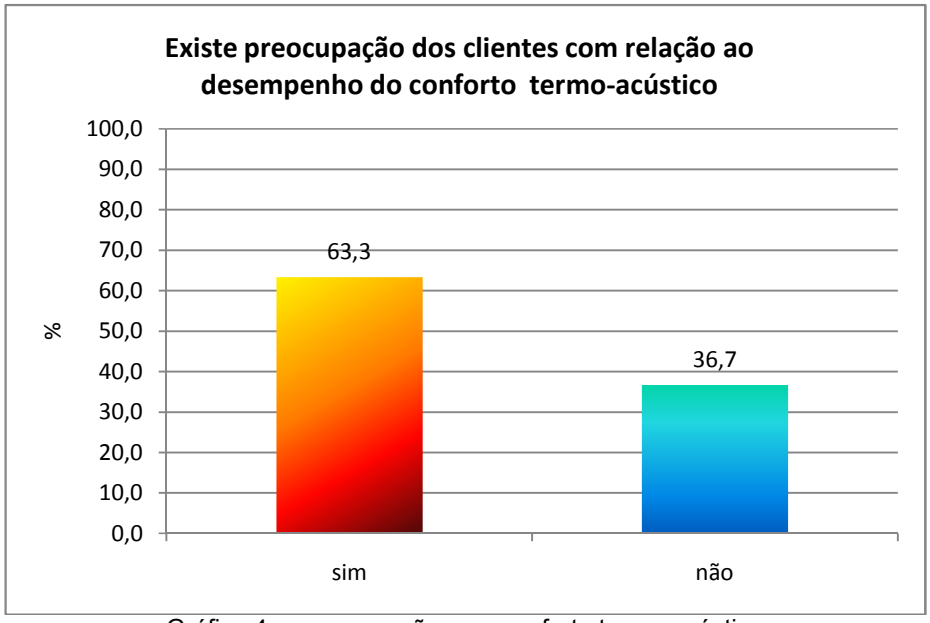

Gráfico 4a: preocupação com conforto termo-acústico

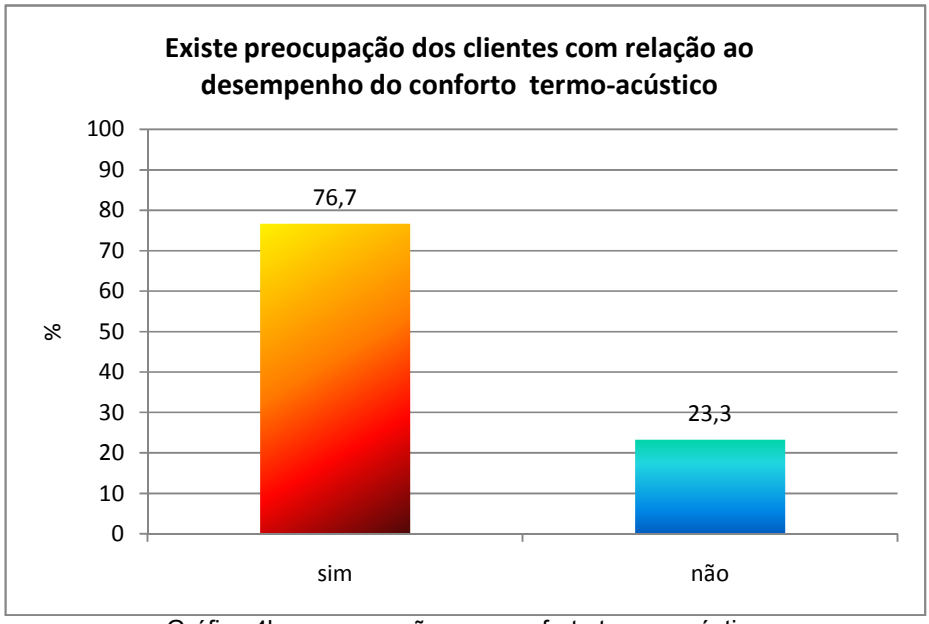

Gráfico 4b: preocupação com conforto termo-acústico

O sistema construtivo indicado aos clientes por mais de 96% dos arquitetos para a construção de residências é o convencional, justificado por ser

composto de materiais com fácil acesso, profissionais qualificados e maior confiabilidade dos clientes com relação à resistência e durabilidade – questão cultural. A maioria dos engenheiros também indica este sistema, mas alguns mencionam a alvenaria estrutural como um sistema de agilidade, eficiência e relação custo-benefício.

3.2 CONHECIMENTO E OPINIÕES DOS PROFISSIONAIS

Quanto ao desenvolvimento de novas tecnologias na região um total de 70,0% dos arquitetos acha que há resistência no mercado. Os engenheiros são maioria, resultando em 90,0% (gráfico 5a e 5b).

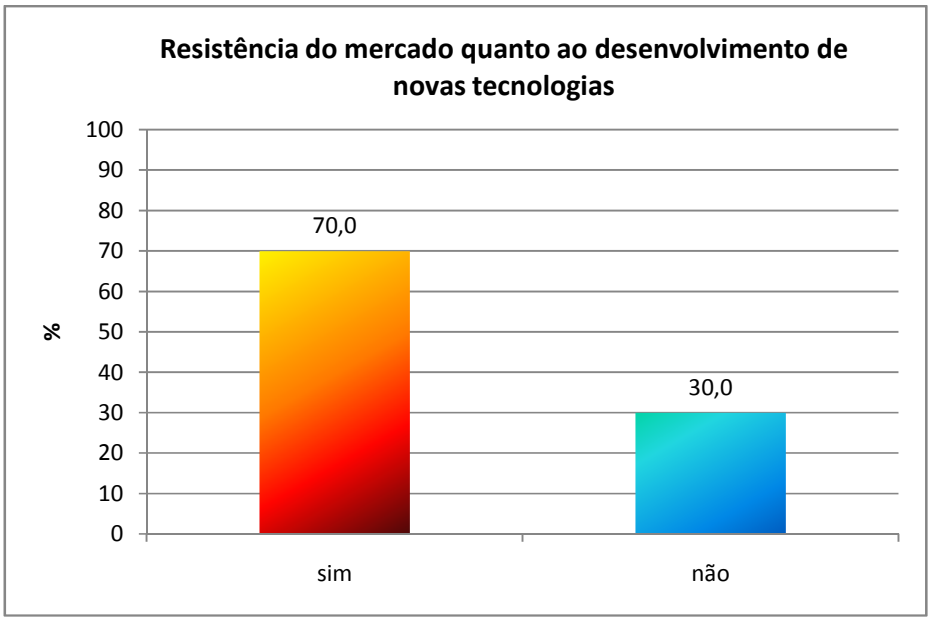

Gráfico 5a: resistência do mercado ao desenvolvimento de novas tecnologias

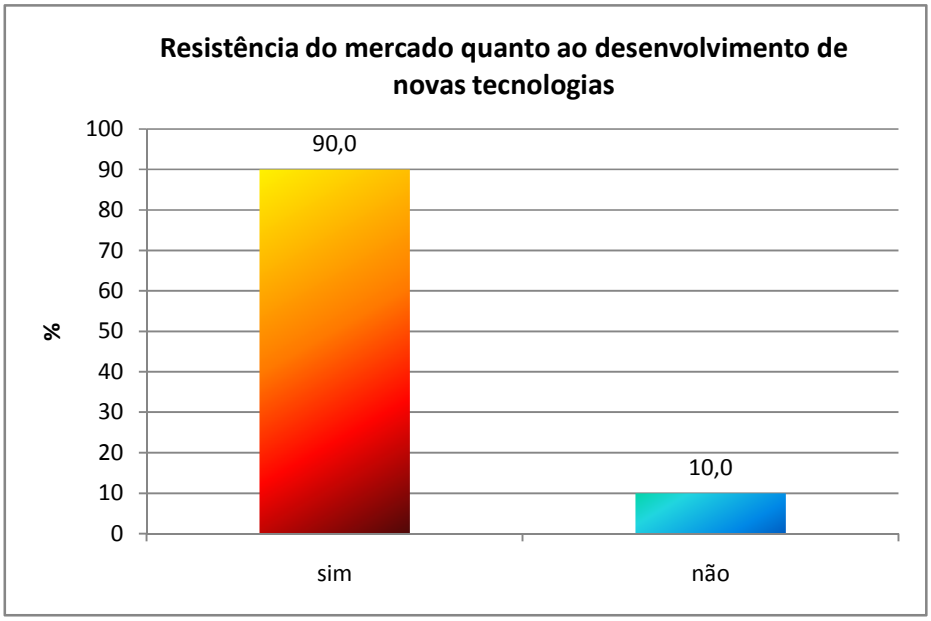

Gráfico 5b: resistência do mercado ao desenvolvimento de novas tecnologias

Para 73,3% dos arquitetos faz diferença na compra de um material de construção se ele é menos agressivo ao meio ambiente. Já os engenheiros são pouco mais de 66% (gráfico 6a e 6b).

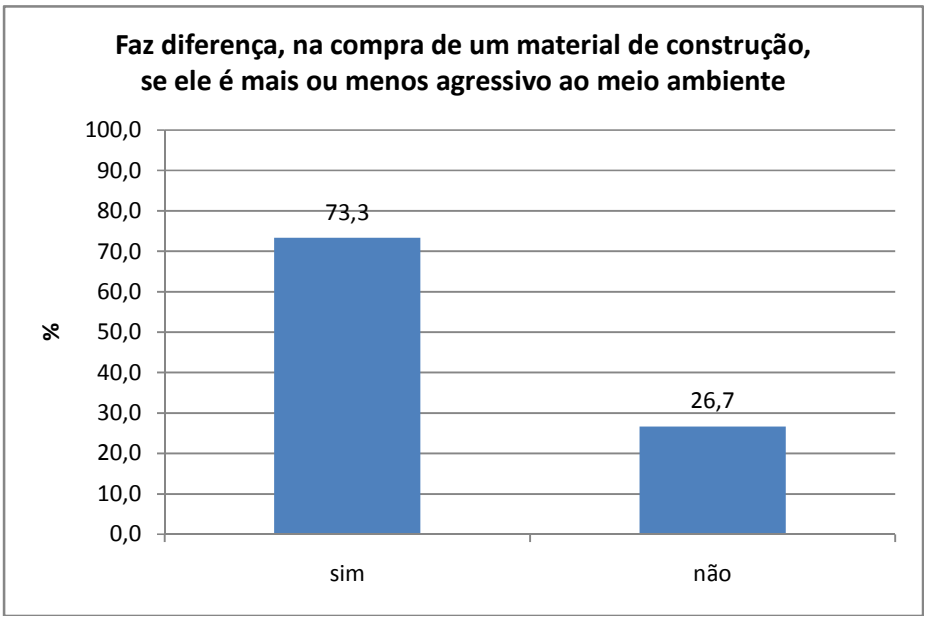

Gráfico 6a: compra de material de construção, mais ou menos agressivo ao meio ambiente

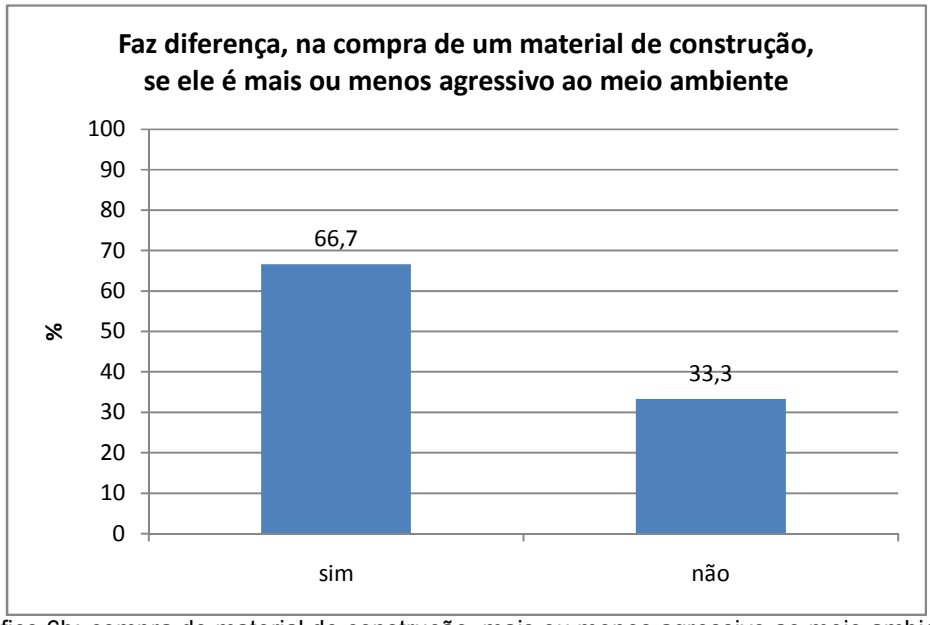

Gráfico 6b: compra de material de construção, mais ou menos agressivo ao meio ambiente

Notou-se que grande parte dos profissionais entrevistados possui pouco conhecimento a respeito do sistema *Light Steel Framing*, e quando perguntados se já trabalharam com o sistema, a resposta negativa foi unânime. Tais questionamentos podem ser melhores observados nos seguintes gráficos 7a/7b e 8a/8b.

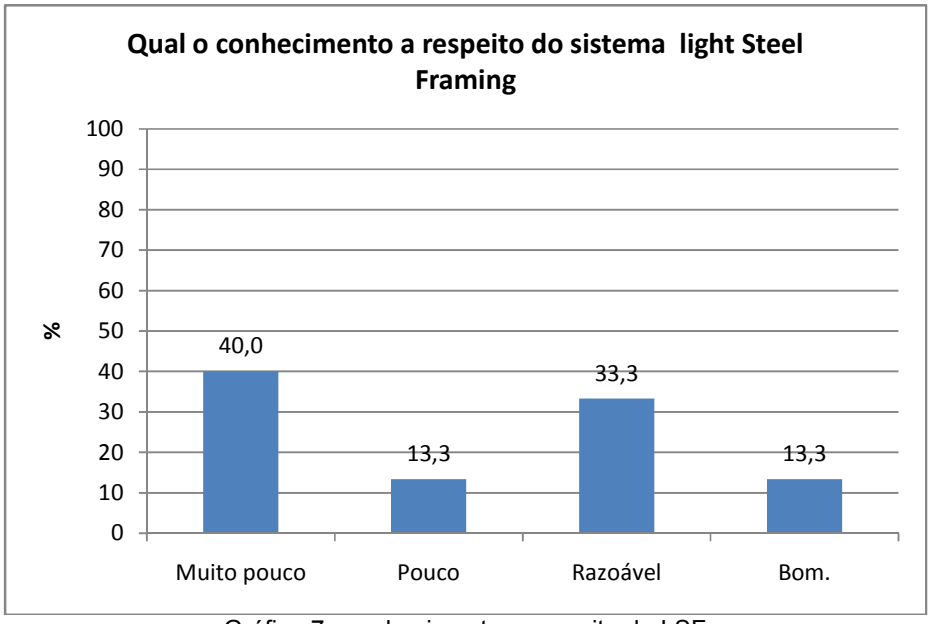

Gráfico 7a:conhecimento a respeito do LSF

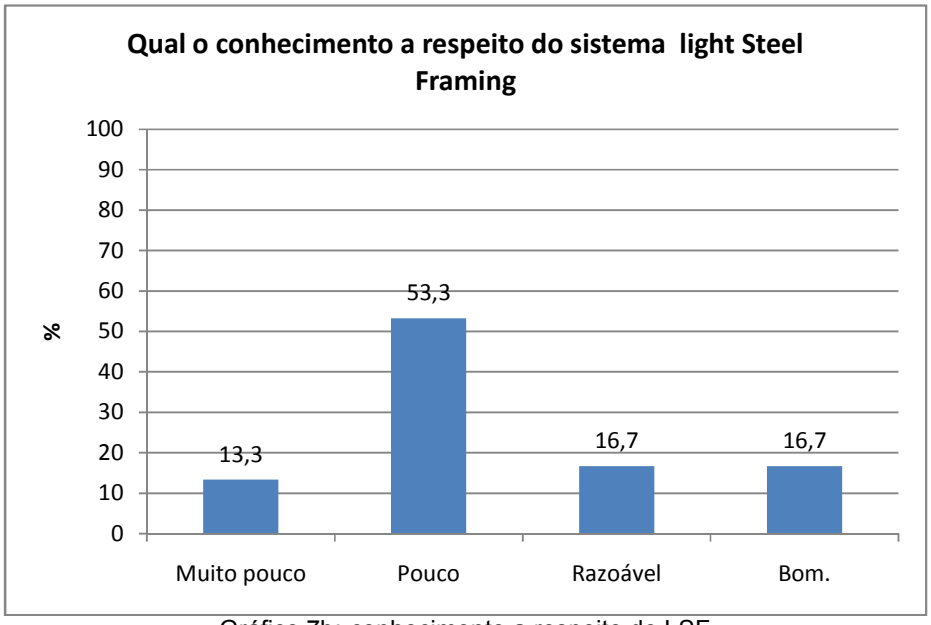

Gráfico 7b: conhecimento a respeito do LSF

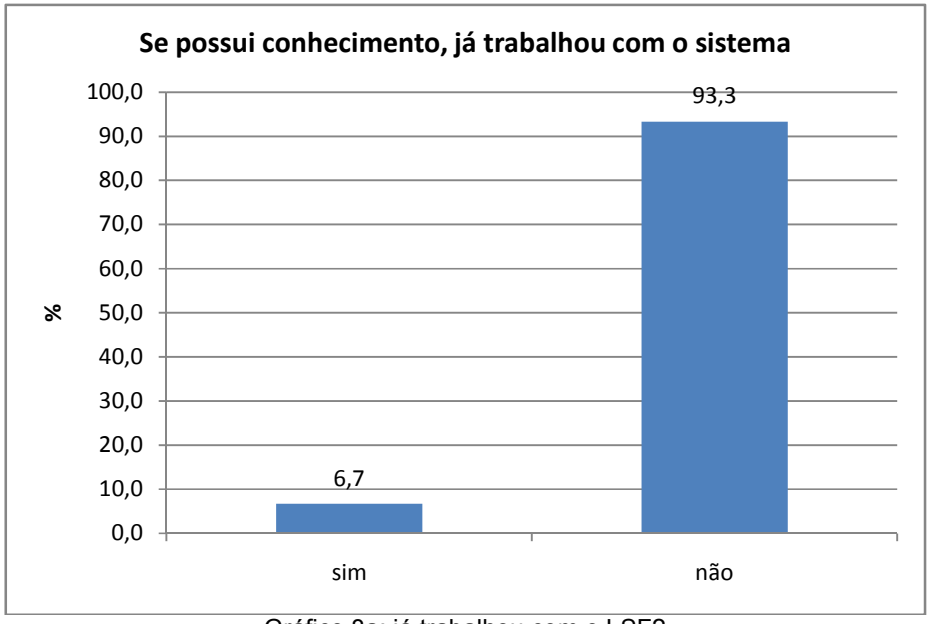

Gráfico 8a: já trabalhou com o LSF?

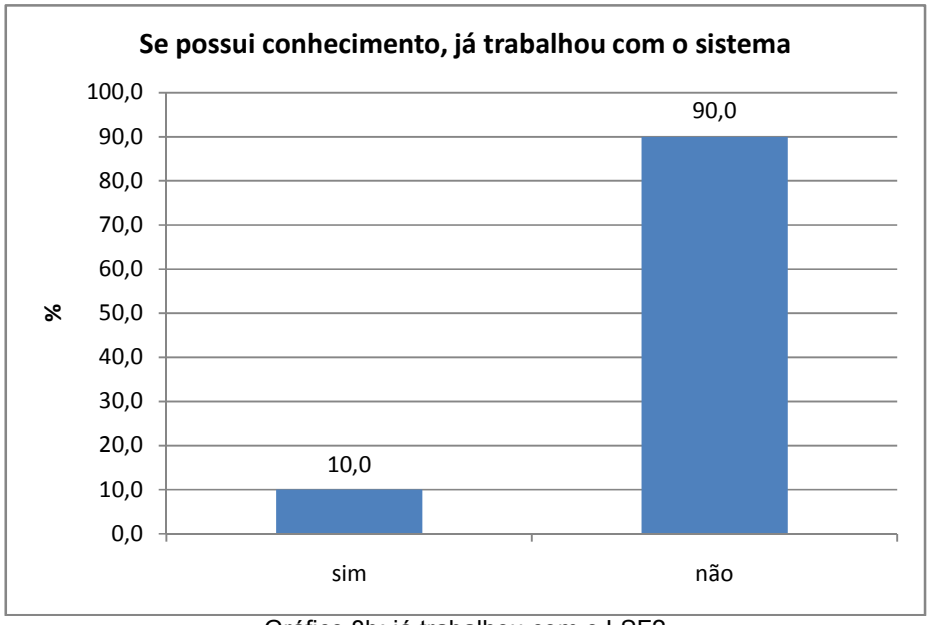

Gráfico 8b: já trabalhou com o LSF?

O maior objetivo da pesquisa foi tentar descobrir quais são os obstáculos referentes à implantação do sistema *Light Steel Framing* na construção de residências em Palmas. Alguns possíveis motivos foram levantados no questionário. Para os dois grupos de profissionais, os fatores mais influenciantes são a falta de conhecimento técnico para criação de projetos, falta de mão de obra especializada e a questão cultural impede a aceitação da nova tecnologia (gráficos 9a e 9b).

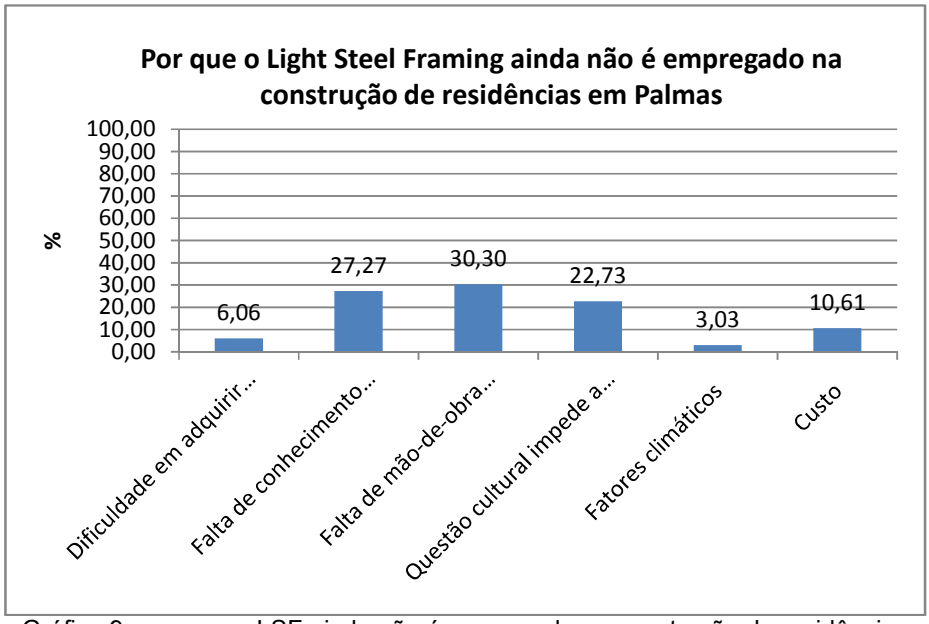

Gráfico 9a: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências

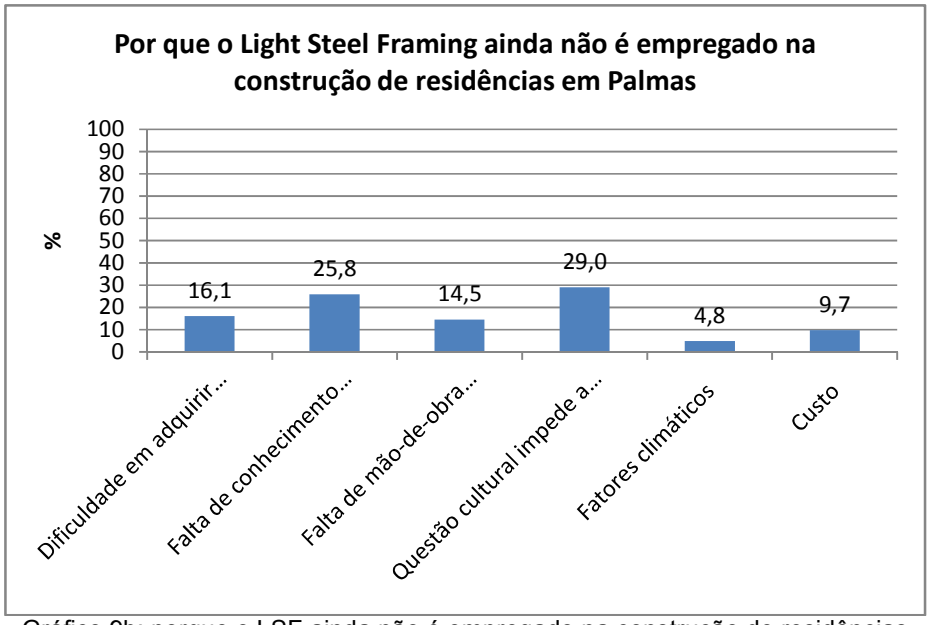

Gráfico 9b: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências

Apesar da falta de conhecimento dos profissionais a respeito do sistema, um alto percentual acredita que este seria viável em Palmas (gráficos 10a/ 10b). Contudo, se contradizem por acharem que o desenvolvimento da tecnologia não seria possível com a qualificação atual da mão de obra (gráficos 11a/ 11b).

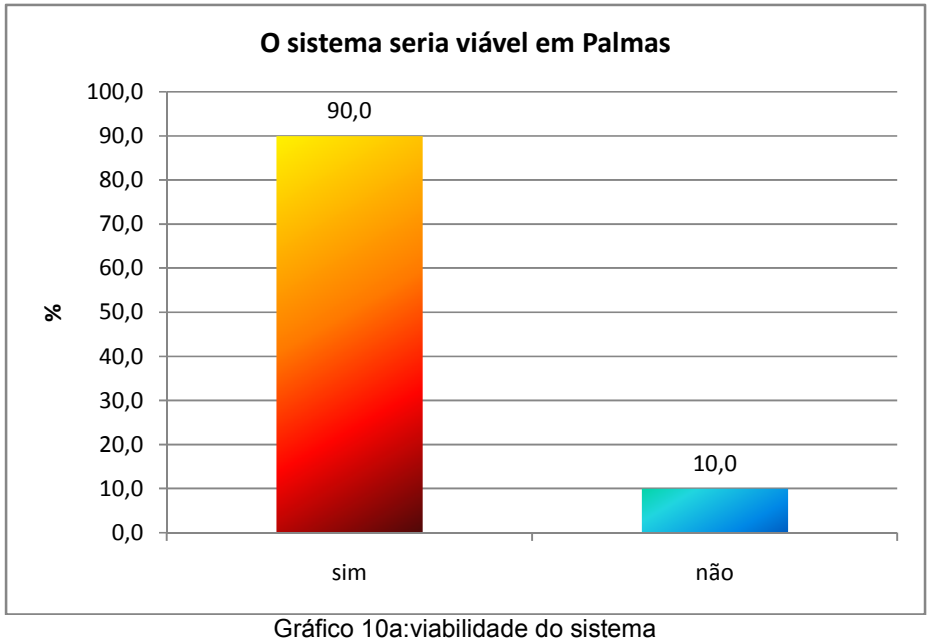

Gráfico 10a:viabilidade do sistema

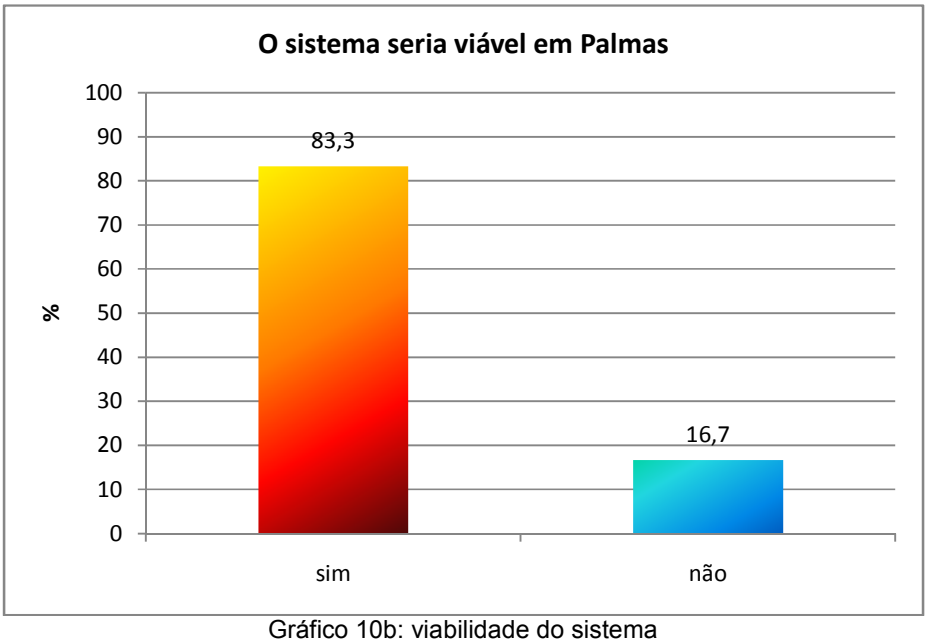

Gráfico 10b: viabilidade do sistema

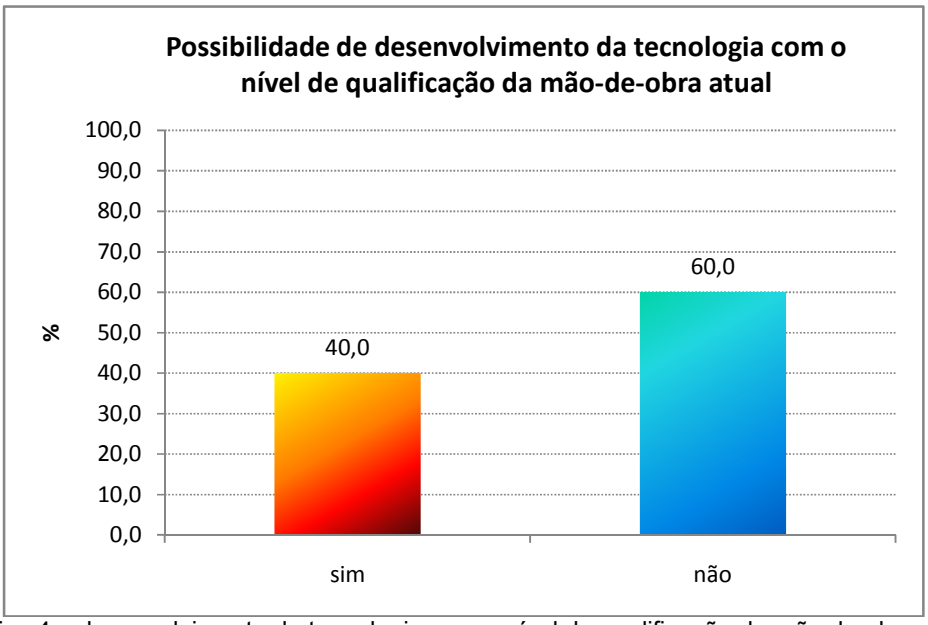

Gráfico 4a: desenvolvimento da tecnologia com o nível de qualificação da mão de obra atual

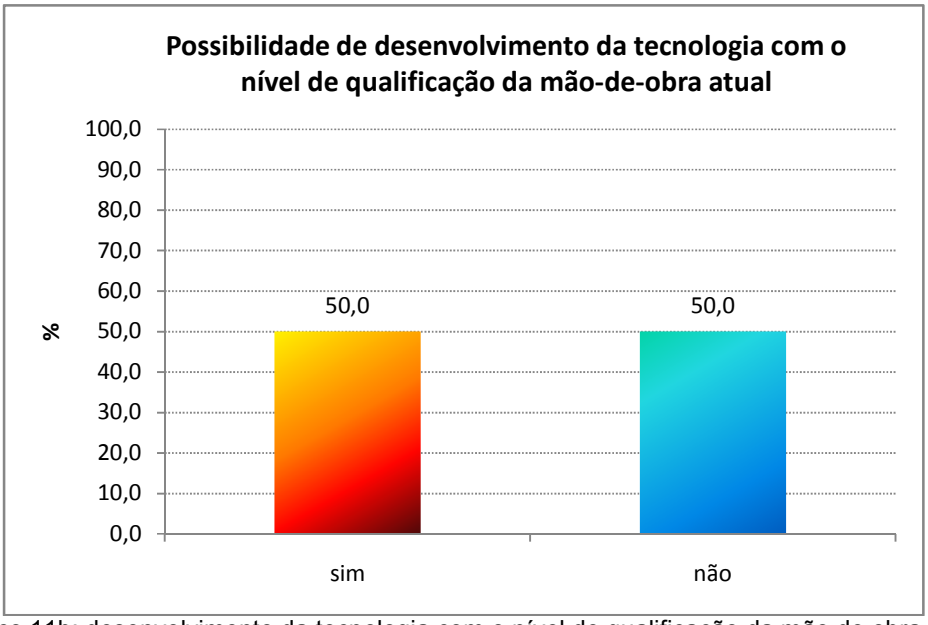

Gráfico 11b: desenvolvimento da tecnologia com o nível de qualificação da mão de obra atual

Durante a aplicação do questionário somente uma arquiteta entrevistada estava desenvolvendo um projeto em *steel framing*, mas em obra comercial. A mesma mostrou receio com o dimensionamento da fundação e resistência da estrutura em a relação às ações horizontais. Mas aguarda com expectativa o sucesso do desempenho do sistema.

Um entrevistado representante da BRASILIT afirma que a empresa aposta na implantação e boa aceitação desta técnica construtiva no mercado, a partir do fornecimento de material e treinamento de pessoal, proposto pela mesma.

4 CONCLUSÃO

O avanço na tecnologia dos materiais irá proporcionar maior busca por soluções mais resistentes, otimizadas, com menor utilização de insumos. A escolha por estudar o sistema *Light Steel Framing* para construções residenciais se deve ao fato da necessidade em incluir um tipo de sistema que seja eficiente durante e após a execução da obra, atendendo aos requisitos como durabilidade, racionalização e sustentabilidade. O LSF é caracterizado por sua típica industrialização, agilidade, versatilidade, leveza, praticidade, qualidades essenciais para se construir bem.

Percebeu-se que no mercado de Palmas há carência nesse aspecto, e o emprego do LSF seria uma alternativa para supri-las.

Diante do levantamento realizado em campo, pode-se destacar que apesar dos clientes serem exigentes com menor custo, garantia de durabilidade, agilidade e conforto termo-acústico, acabam optando por construírem com sistema convencional por indicação dos profissionais. Os profissionais se justificam pelo maior acesso aos materiais, facilidade de encontrar mão de obra e confiabilidade na estrutura.

O questionamento principal que define os objetivos da pesquisa foi composto pelos critérios mais relevantes na obtenção dos resultados. Estes critérios estão relacionados com os possíveis obstáculos abordados na discussão do tema, os quais seguem: falta de conhecimento técnico para a criação de projetos, falta de mão de obra especializada e a questão cultural, esta impede a aceitação da nova tecnologia. Em torno de 25,0% dos entrevistados apontam esses fatores predominantes (gráfico 12). Apesar destes obstáculos, parte significativa dos entrevistados aponta a viabilidade do sistema em Palmas, desde que se qualifique a mão de obra.

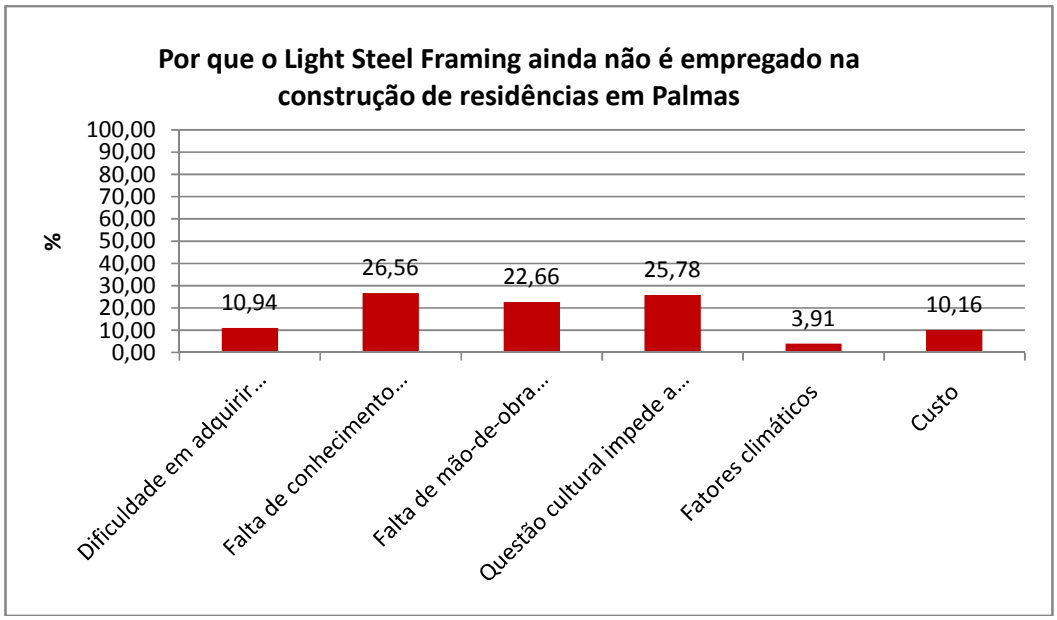

Gráfico 12: porque o LSF ainda não é empregado na construção de residências (valor global – gráficos 9a e 9b)

Revelou-se após a análise dos resultados, que mesmo avaliadas separadamente as opiniões dos engenheiros e arquitetos, exibiram poucas divergências. Visto que a apresentação dos gráficos isoladamente conforme a classe dos profissionais foi escolhida apenas para melhor interpretação dos dados.

Embora a pesquisa de campo tenha revelado como obstáculos, a falta de conhecimento técnico e ausência de mão de obra especializada, as referências bibliográficas apontam que as empresas do ramo, confirmam o oposto. Elas acreditam que estes obstáculos podem ser vencidos facilmente, e não há tantas dificuldades em aplicar treinamentos para execução da técnica construtiva, sendo a mesma de fácil entendimento.

Acredita-se que os objetivos deste trabalho tenham sido almejados. A revisão bibliográfica solidificou os conhecimentos referentes ao tema, contemplando maior compreensão sobre as etapas construtivas, aplicação do sistema e suas potencialidades construtivas: melhor desempenho térmico e acústico, redução de custo na fundação, imunidade ao ataque de insetos, precisão construtiva (milimétrica), alta durabilidade dos materiais, rapidez, menor impacto ambiental (sustentabilidade) entre outros, focando a construção de residências.

Também foram ampliados de forma significativa os conhecimentos referentes aos reais obstáculos para implantação do sistema. Contudo, as potencialidades do sistema poderão se mostrar fortes, a partir de maiores esclarecimentos destas vantagens aos profissionais e posteriormente aos clientes, tornando o *steel frame* uma ótima opção construtiva no mercado.

A forte barreira cultural em relação ao uso do aço na construção residencial pode ser vencida se as empresas que trabalham com o sistema mostrarem iniciativa, com oferecimento de cursos que qualifique os profissionais responsáveis pela criação de projetos, além da capacitação de mão de obra. Após esses treinamentos há possibilidade de surgir maior interesse dos profissionais em apresentar o *steel framing* como alternativa de construção aos seus clientes.

Vale ressaltar que, especificamente na área residencial, a construção industrializada se mostra uma opção muito mais rápida e competitiva para satisfazer as exigências do residencial de médio e alto padrão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AU. ARQUITETURA E URBANISMO. **Steel Frame**. Disponível em: < www.revistaau.com.br >, Acesso em: 30 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15253: **Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6355: **Perfis estruturados de aço formado a frio – padronização.** Rio de Janeiro, 2003.

BRASILIT. **Brasiplac**. Palestra Técnica, Saint-Gobain, Brasilit. 2009

BRASILIT. **Sistemas construtivos brasiplac –** tratamento de juntas: catálogo. São Paulo, 2008.

CAMPOS, A. de. S; JARDIM, G. T. de. C. **Light steel framing**: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. [s.n.], 2004.

CAMPOS, A. S. **O que é o Light Steel Framing,** 2007. Disponível em: < http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85> Acesso em: 24 maio 2008.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO – CBCA . **O aço e a construção sustentável.** 2006. Disponível em: <http://www.cbca-ibs.com.br/nsite/site/meio_ambiente.asp> Acesso em: 14 jun. 2008.

CRASTO, R. C. M; FREITAS, A. M. S. **Manual de construção em aço steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: CBCA, 2006.

CONSTRUTORA SEQUÊNCIA. **Steel Frame.** Disponível em: < http://www.construtorasequencia.com.br/stell_sus.asp >. Acesso em: 25, maio 2008.

LPBRASIL. **Revestimento decorativo para interiores**. LP Bulding Products. Catálogo. Jan. 2009.

NOVA TÉCNICA. **Sistemas prediais.** Conheça as etapas e os materiais utilizados no Light Steel Frame - Disponível em: http://www.nteditorial.com.br/revista/Materias/?RevistaID1=7&Edicao=60&id=868**.** Acesso em: 10, novembro. 2009.

REVISTA EQUIPE DE OBRA. **Steel Frame**. Casa rápida. Equipe de obra, Edição 17 maio 2008.

REVISTA EQUIPE DE OBRA. **Steel Frame**. Casa rápida. Equipe de obra, Edição 19 setembro 2008.

REVISTA TÉCHNE. **Como construir**. Steel frame – fundações, parte 1. **Téchne**. v. 16 n. 135 p. 77- 80, junho 2008.

REVISTA TÉCHNE. **Como construir**. Steel frame – estrutura, parte 2. **Téchne**. v. 16 n. 137 p. 84 - 88, agosto 2008.

REVISTA TÉCHNE. **Como construir**. Steel frame – fechamento, parte 3. **Téchne**. v. 16 n. 139 p.77- 80, outubro 2008.

REVISTA TÉCHNE. **Como construir**. Casa de Steel frame – instalações, parte 4. **Téchne**. v. 16 n. 141 p.77- 80, dezembro 2008.

REVISTA TÉCHNE. **Como construir**. Steel frame – cobertura, última parte. **Téchne**. v. 16 n. 144 p.77- 80, março 2009.

SILVA, L. O. R. **A formação de Palmas.** Brasília, 2002. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.

USIMINAS – **Soluções Construtivas**. Steel Framing**.** 2007. Disponível em: < http://www.usiminas.com.br/ext/steelframe/index.htm > Acesso em: 22, maio. 2008.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: **Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5706: **Coordenação modular da construção.** Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS E CHAPAS DE GESSO. **Abragesso. Manual de montagem de sistemas drywall**. São Paulo: Pini, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **Informação e documentação – Citações em Documentos – Apresentação.** Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **Informação e documentação – Referências – Elaboração.** Rio de Janeiro, 2002.

BRASILIT. **Sistemas construtivos brasiplac – paredes internas e externas**: catálogo. São Paulo, 2004.

BRUNA, P. J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Perspectiva, 1976.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Sistema Construtivo Utilizando Perfis Estruturais Formados a Frio de Aços Galvanizados (Steel Framing):** requisitos e condições mínimas para financiamento pela CAIXA. 2003

CARLO, U. D. Cultura sustentável. **Téchne**. v. 16, n. 133, p. 04, 22, abr. 2008.

CARVALHO N. A; DUARTE J. R.; FERREIRA N. N. **150 anos de arquitetura metálica no ceará:** CBCA, 2006. CD-ROM.

CASA MICURA. **Steel frame - Construção a seco.** Disponível em: <http://www.casamicura.com/pages/cmicura.htm**>** Acesso em: 13 maio 2008.

COELHO, R. A. Interpretando a psicologia e a personalidade de cada material. **Revista Mais Arquitetura**. São Paulo, n. 58, p. 72. abr. 2004.

CONDE, N. O que é o light steel framing?**.** ENGENHARIA CIVIL. A Arte do Engenho. Disponível em: < http://engenhariacivil.wordpress.com/>. Acesso em: 20, maio. 2008.

CONSTRUÇÃO MERCADO. **Integração necessária - Fechamento Externo para Steel Frame.** Disponível em: < http://www.construcaomercado.com.br >. Acesso em: 22, maio. 2008.

CONSTRUCTALIA, O PORTAL DO AÇO NA CONSTRUÇÃO E ARQUITETURA. **Steel Framing no Mercado Brasileiro.** Disponível em: < http://www.constructalia.com/br **>** Acesso em: 25, maio. 2008.

METÁLICA. **Casas industrializadas**: rapidez economia tecnologia qualidade. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=485>Acesso em: 24 maio 2008.

PEREIRA, N. C. **Gestão da Inovação Tecnológica na Construção Civil: conhecimento e responsabilidade sócio-ambiental.** In: 50º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, Salvador, 2008. **Anais.** Salvador: IBRACON.

REVISTA TÉCHNE. Obra: hotel na selva. **Téchne**. v. 16. n. 134, p. 34 - 37, maio 2008.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: Engenharia.** Instituto Brasileiro de Siderurgia. Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2006.

SAYEGH, S. Steel frame: casa rápida. **Equipe de Obra**. v. 04, n. 16, p. 22 -25, mar. - abr. 2008.

U. S. HOME CONSTRUÇÕES STEEL FRAME. **Comparação dos sistemas construtivos**, 2005. Disponível em: <http://www.ushome.com.br/comparativo/conceito.htm> Acesso em: 24 maio 2008.

ANEXOS