

CASA METÁLICA PARA UM CONJUNTO HABITACIONAL

Diego Sangiorgio Filho; Jackson Jair WunderVald Demeda; Kaue Junior Fortes Giovanetti¹
Anderson Baldissera; Fernando Lothário Becker²

RESUMO

Com o avanço das tecnologias na área da construção civil e, com o aumento na demanda por habitação no país, sistemas como o *light steel framing*, surgem como uma estratégia para melhorar o desenvolvimento do setor habitacional, pois, este modelo de construção apresenta maior rapidez de execução com redução de perdas de materiais no canteiro de obra, além disso, uma redução no uso da mão de obra, o que resulta em um aumento da produtividade e especialização, bem como, uma melhoria dos acabamentos finais. Este projeto tem como objetivo desenvolver uma solução para habitação popular em um sistema onde se usa maior quantidade de material metálico, o instrumento de estudo é uma planta baixa indicada pela Caixa Econômica Federal. No projeto são discutidos aspectos para evidenciar a viabilidade técnica e econômica do projeto, assim como, o ganho no prazo de execução da obra, possibilitando maior número de casas construída, dispendo da mesma força de trabalho, bem como, oportunizando aumentar a capacitação da mão de obra da construção civil, com a geração de novos postos de trabalho.

Palavras-chave: Conjunto habitacional. *Light Steel Framing*. Estruturas metálicas.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional mundial e avanços tecnológicos na área da construção civil, tem-se buscado sistemas mais eficientes de construção, visando aumento de produtividade e diminuição do desperdício de materiais, atendendo a crescente demanda por habitação. A construção civil no Brasil é predominantemente artesanal, de tal modo que, este método construtivo apresenta baixa produtividade e altos níveis de desperdício de materiais.

O Governo Federal, com a finalidade de reduzir o déficit habitacional, criou vários programas de habitação como o programa minha casa minha vida, por exemplo, Com o incentivo dos programas habitacionais, como o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) e programa Nacional de Habitação Rural (PNHR). Esse conjunto de ações gerou aceleração e um crescimento na quantidade de construção de casas populares, impactando na necessidade de

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica – UCEFF.

² Docente do curso de Engenharia Mecânica – UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@uceff.edu.br.

novos métodos construtivos, visando maior produtividade e qualidade das habitações, conforme (CAIXA, 2017).

Uma das alternativas para mudar o quadro de déficit do setor habitacional é a utilização do aço. Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores do setor, o material tem sido pouco empregado se analisarmos o potencial da indústria siderúrgica brasileira, mesmo o aço tendo pouca utilização na construção civil, um sistema construtivo vem se destacando nos últimos anos, sendo este sistema conhecido mundialmente como *Light Steel Framing* (LSF), o qual se trata de um sistema construtivo autoportante a seco em aço, que visa um aumento de produtividade e melhora na qualidade, diminuindo o desperdício de materiais no processo de construção da edificação, (STEEL FRAME, 2017).

Diante do exposto questiona-se: **Como o steel framing pode melhorar as casas metálicas para um conjunto habitacional?** Este projeto tem como objetivo desenvolver uma solução para habitação popular em um sistema onde se usa maior quantidade de material metálico, o instrumento de estudo é uma planta baixa indicada pela Caixa Econômica Federal.

Portanto, essa pesquisa se justifica, pois para o setor de habitação se faz necessário encontrar uma solução economicamente viável para a construção de moradias populares em larga escala, podendo ser feito através da adoção de um sistema construtivo mais eficiente, o qual usa em menor quantidade os fatores de produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O *Light Steel framing* (LSF) é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura composta de painéis estruturais e não-estruturais. É um sistema autoportante de construção a seco que proporciona rapidez de execução, devido ao fato de ser um sistema construtivo industrializado e ter maior controle do processo construtivo se comparado aos sistemas tradicionalmente adotados no Brasil. (SOUZA, 2014).

Como sistema construtivo o *Light Steel Framing* é composto por vários subsistemas que formam o conjunto. Sendo a fundação, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, isolamento termo acústico, e fechamento interno e externo, vertical e horizontal, os subsistemas que o compõe. Para que o desempenho e as funções do sistema sejam cumpridos é necessário que estes subsistemas estejam inter-relacionados entre si e que todo o processo construtivo desde a

escolha de materiais, seleção da mão-de-obra, e execução da construção seja pautada pela excelência e qualificação, (STEEL FRAME, 2017).

Conforme o *Light Steel Framing* tem origem no início do século XIX nos EUA, como alternativa construtiva para atender ao crescimento da população e a necessidade de adoção de métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações. Inicialmente fazendo uso dos materiais disponíveis na região, no caso a madeira, o método consistia em uma estrutura composta de peças em madeira serrada de pequena seção transversal conhecido por Balloon Framing. Com base neste método as construções em madeira que adotaram este processo construtivo 17 ficaram conhecidas como Wood Frame, tendo sido largamente aplicado na construção de tipologias residenciais nos Estados Unidos, (SOUZA, 2014).

O setor da construção civil ainda encara o sistema construtivo com uma inovação tecnológica recente no país e fatores como falta de domínio do método construtivo pelos profissionais de projeto, mão-de-obra com baixo nível instrução e sem formação específica questões culturais, e entre outros, ainda são barreiras para que o LSF seja amplamente adotado no mercado da construção do civil no Brasil. (SOUZA, 2014).

2.1 REQUISITOS DO CLIENTE E DO PROJETO

Nem sempre o que o projetista acha que o projeto precisa é realmente o que o cliente quer, além disso, um projeto pode ser feito de várias maneiras possíveis, que dependerão de como será organizada as informações dadas ao projetista sendo, portanto os requisitos do cliente parte fundamental e de maior relevância para o projeto. Os requisitos do cliente, nada mais são do que as necessidades e expectativas que o cliente tem sobre o produto final, podendo corresponder a funções e características do projeto, (MIRON, 2002)

Para o desenvolvimento do projeto em questão, como forma de obter dados para identificar as principais necessidades do cliente, foi elaborado uma pesquisa com perguntas nas quais possíveis clientes responderam como gostariam que a casa fosse construída.

2.2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD); ESTRUTURA FUNCIONAL; MATRIZ MORFOLÓGICA

Depois da definição dos requisitos, foi aplicado o QFD, que é uma ferramenta utilizada para analisar na prática o que o cliente realmente deseja, pois esta ferramenta é basicamente

uma matriz que confronta os requisitos do cliente com os requisitos do projeto, e desta forma é possível avaliar se um item do projeto é mais importante que outro perante as necessidades do cliente. Segundo Pahl (2005), a estrutura funcional tem como objetivo definir funções para os requisitos do projeto, que são subdivididas em opções para a solução do problema, onde são propostas várias ideias para o funcionamento de cada item do projeto.

De acordo com Coral (2013), a matriz morfológica é um sistema que faz várias combinações de elementos, onde cada combinação terá uma concepção do produto. Basicamente, a matriz morfológica se utiliza dos subsistemas gerados a estrutura funcional, e também utiliza a técnica do brainstorming para criar várias alternativas para cada subsistema, e por fim estas alternativas são combinadas gerando produtos diferentes, dos quais serão analisados para ver qual atende melhor as necessidades do cliente.

2.3 MATRIZ PASSA OU NÃO PASSA, PROJETO BÁSICO; CRONOGRAMA; ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

A matriz passa ou não passa é o método que irá avaliar cada concepção em relação à função que deve exercer, esta avaliação é realizada atribuindo uma pontuação para cada subconjunto de cada máquina gerada pela matriz morfológica, e a concepção que tiver maior pontuação, terá prioridades no desenvolvimento do projeto, (CORAL, 2013).

O gerenciamento de tempo do projeto é feito através de um cronograma, que lista as atividades necessárias para se chegar ao resultado esperado, devendo ser documentado de acordo com os objetivos do projeto informacional.

Nesta parte devem-se conter as datas as quais as tarefas serão executadas, e quem vai executar cada tarefa, determinando assim não apenas o tempo para a realização das tarefas, mas também a função de cada integrante, (PAHL, 2005).

A especificação técnica é um documento que consta os requisitos técnicos que devem ser atendidos no projeto com base nas especificações funcionais, listando com uma descrição completa todos os componentes envolvidos no projeto, (MAXIMIANO, 2010).

2.4 PROPOSTA COMERCIAL E PROJETO EXECUTIVO

Nesta etapa, é realizado o gerenciamento dos custos do projeto, levando em consideração todos os gastos do projeto como mão de obra, materiais, processos de fabricação,

tudo que impacta de alguma forma os custos do projeto, incluindo impostos e as margens de lucro. A proposta comercial deve ser direta e deixar claro para o cliente o que ele está comprando, (MADUREIRA, 2010). Este é a parte do projeto que define o projeto conceitual, é a parte onde se dá forma ao projeto, contendo os desenhos, dimensionamentos e os materiais, além dos processos produtivos e manuais, (CORAL, 2013).

2.5 MÉTODO CONSTRUTIVO

Os métodos construtivos são divididos em dois métodos.

2.5.1 Método stick

Nesse método os módulos são montados no canteiro de obra, essa técnica pode ser usada em locais onde não é viável a pré-fabricação. Um dos fatores de vantagem deste método, a facilidade de transporte das peças até o canteiro de obra, como desvantagem, a montagem em obra é mais lenta e necessita de uma mão de obra mais especializada. (SANTIAGO, 2008), Figura 1.

Figura 1: Painéis método stick



Fonte: Santiago (2008).

Conforme a Figura 1, o uso do sistema *light steel framing* associados a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural.

2.5.2 Método por painéis

Neste método, os elementos de construção são pré-fabricados fora do canteiro de obra, transportados e montados no local, os materiais de acabamento podem também ser aplicados na fábrica a fim de diminuir o tempo de execução. As principais vantagens deste método são a velocidade de montagem o alto controle de qualidade e de custos de produção, a diminuição da mão de obra nos canteiros e a precisão dimensional, como desvantagem a necessidade de ter espaço físico suficiente para estocar temporariamente os componentes, além de o transporte ser um pouco mais difícil, (STEEL FRAME, 2017). Conforme a Figura 2.

Figura 2: Painéis fabricados em fábrica e transportados para a obra



Fonte: Santiago (2008).

Na montagem dos painéis e tesouras por perfis, são utilizados parafusos autotarrachantes cabeça Philips e na parte do pé direito são utilizados parafusos cabeça sextavada de 1/2" X 2" como mostra a Figura 3.

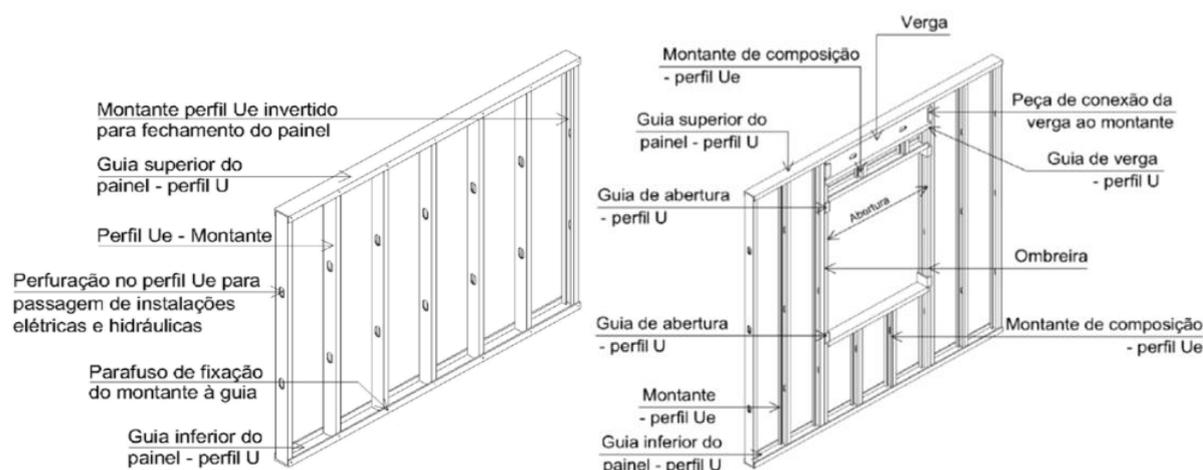
Figura 3 – Parafusos cabeça sextavada de 1/2" X 2" e autotarrachantes cabeça Philips



Fonte: Ciser (2018).

No módulo *Steel framing*, o conceito estrutural do sistema é dividir a carga da edificação em um maior número de elementos estruturais, onde cada um deles é projetado para receber uma pequena parcela de carga, dessa forma, é possível a utilização de perfis com chapas mais finas. Os perfis são de seção U e tem uma distância vertical entre si de 1,5M e horizontal de 1M. O uso dos módulos permite a minimização dos desperdícios dos materiais, pois as portas, por exemplo, se encaixam perfeitamente no espaço entre os perfis. Para resistir aos esforços horizontais, como aquelas provocadas pelo vento, devem ser feito a estabilização dos painéis, que pode ser feita por meio de contraventamento, executado com peças metálicas diagonais. (SANTIAGO, 2008). Conforme a Figura 4, mostra o painel interno da abertura da janela.

Figura 4 – Painel interno da abertura da janela



Fonte: Steel frame (2017).

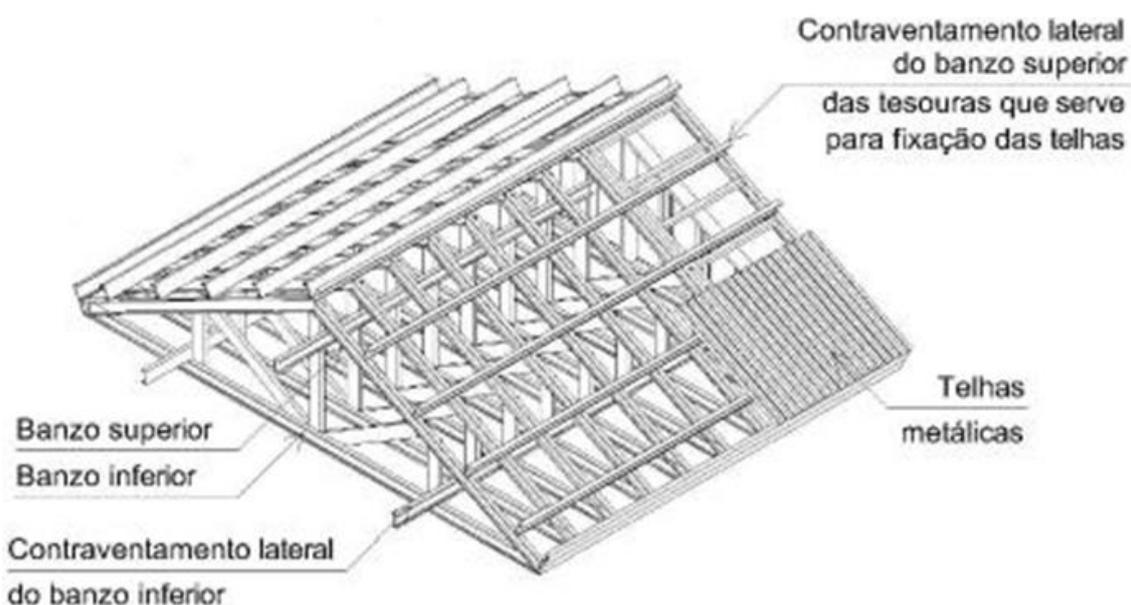
Alguns painéis estruturais possuem aberturas, como as janelas por exemplo, e estes, precisam de reforços estruturais como vergas, para redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos aos montantes que delimitam lateralmente, estas vergas, são constituídas de dois perfis U conectados por uma peça parafusada em cada extremidade.

Para a fundação, os componentes do sistema são leves em relação aos demais métodos de construção, os esforços transmitidos a fundação serão menores, além do fato, que a estrutura distribui a carga linearmente ao longo dos painéis, portanto, uma das melhores opções para se fazer a fundação da casa é o método radier. Este método funciona como uma laje contínua de concreto, possuindo vigas em todo o seu perímetro, responsáveis por fornecer rigidez ao plano da fundação. (PRUDÊNCIO, 2013).

2.5.3 Cobertura e isolamento termo acústico

O mesmo princípio de estrutura alinhada, onde perfis que compõe as tesouras ou caibros deve estar alinhada aos montantes dos painéis de apoio e suas seções devem ter a mesma orientação de modo que só ocorra transmissão axial de carga, (BACK, 2008). Para a cobertura foram utilizadas as telhas utilizadas serão do tipo sanduiche de zinco com isopor, conforme a Figura 5.

Figura 5 – Cobertura



Fonte: www.pandita.net/elementos-do-telhado.html.

Na construção *steel framing*, são incorporados diferentes conceitos tradicionais de isolamento, onde a massa da parede é o fator determinante de seu desempenho, feito em multicamadas, uma espécie de sanduiche, na qual é colocado o material isolante entre as duas chapas que formarão as paredes interna e externa, (SANTIAGO, 2008).

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa é uma pesquisa de campo, pois é mais flexível nos instrumentos de coleta de dados, conforme Marconi e Lakatos (2010). Os instrumentos de coleta de dados foram a observação, de modelos construtivos indicados pela Caixa Econômica Federal e a coleta de

dados na rede. Neste cenário, o método construtivo é a construção da casa foi baseado no sistema *light steel framing*, onde a estrutura da casa é feita por perfis que formam um esqueleto estrutural capaz de suportar as cargas que a edificação solicita, e estes perfis são utilizados para formar os painéis estruturais, como os módulos, e os não estruturais, como as tesouras do telhado e as vigas, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Construção em *steel framing*



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Este sistema possui componentes que vão além dos utilizados na parte estrutural, como aqueles da fundação, isolamento termo acústico, e instalações elétricas e hidráulicas.

Para a casa em questão, será cavado uma caixa de 6m x 10m, que é a área da casa, e com 20 cm de profundidade, logo após será colocado uma manta impermeabilizante de polietileno para impedir que a umidade do solo suba pelo concreto e prejudique a fundação, após ser colocada a manta, será posicionada as armaduras de aço e, em seguida a concretagem, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Fundação radier no canteiro de obra



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Para este projeto optou-se por usar como isolante termo acústico de fibra de celulose, que é feita através da reciclagem de jornais, cartões e outros restos de produtos associados ao papel, sendo posteriormente tratados por via química para tornar o produto resistente ao fogo e a putrefação, o resultado final é um produto não tóxico com alta resistência térmica, grande aderência, além de ser ecologicamente sustentável e ser barato. Conforme a Figura 8.

Figura 8 - Isolamento térmico em fibra de celulose



Fonte: www.ddn-eng.com/isolamento-termico-sustentavel-utilizando-papel-reciclado/.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto se desenvolve a partir da necessidade de casas para conjunto habitacional, com prazo de execução curto ou ágil e, para isso foi utilizado as técnicas de montagem do

método *steel framing*. Mas para entender o que o cliente final realmente deseja, foi elaborada uma pesquisa com clientes potenciais, identificando os requisitos de cliente e do projeto. Conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Requisitos do cliente e do projeto

Cliente	Projeto
Tamanho em m ² , piso, forro, janelas, telhado	Orçamento, acabamento
Sustentabilidade, preço baixo	Durabilidade, normas da ABNT
Número de cômodos, climatização	Acessibilidade
Curto prazo de entrega	Fundação
Qualidade do material, portas, iluminação	Isolamento térmico
Segurança, terreno.	Nivelamento

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com os requisitos prontos, foi montada a matriz QFD, para conseguir ter dados mais concretos sobre o que realmente quer dizer esses requisitos para o cliente.

Com os dados fornecidos pela matriz QFD, foi organizado os requisitos em nível hierárquico, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Nível hierárquico dos requisitos

REQUISITOS DO CLIENTE	IMPORTÂNCIA	REQUISITOS TÉCNICOS	IMPORTÂNCIA
ORÇAMENTO	1	PRAZO DE ENTREGA	1
DIMENSIONAMENTO	2	NÚMERO DE COMODOS	2
FUNDAÇÃO	3	TAMANHO EM M ²	3
PROTEÇÃO DE INTERPERE	4	FORRO	4
ACABAMENTO	5	PISO	5
ISOLAMENTO	6	PREÇO-BAIXO	6
NIVELAMENTO	7	QUALIDADE	7
DURABILIDADE	8	PORTAS	8
NORMA ABNT	9	DECORAÇÃO	9
ACESSIBILIDADE	10	SUSTENTABILIDADE	10
PÉ DIREITO	11	SEGURANÇA	11
MANUAL DE INFORMAÇÃO	12	TERRENO	12
		JANELAS	13
		TELHADO	14
		ILUMINAÇÃO	15
		CLIMATIZAÇÃO	16

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após definir o nível hierárquico dos requisitos, foi montada a estrutura funcional, dando dimensões e soluções aos problemas do projeto e dividindo eles em subfunções. Conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Estrutura funcional

Função geral	Função parcial	Função elementar
Decoração	Decorar o ambiente	Tinta
		Azulejo
		Papel de parede
		Envelopamento
Isolamento térmico	Manter o conforto térmico da casa	Mante refletiva
		Lã de vidro
		Lã de rocha
		Poliestireno
Forro	Promover a diminuição do volume do ar ambiente ajudando a promover isolamento térmico e acústico	galvalume
		Alumínio
		aluzinc
Telhado	Proporcionar isolamento térmico e proteger contra acontecimentos atmosféricos	Zinco
		Telha galvanizada
Paredes	Proporcionar isolamento térmico e proteger contra acontecimentos atmosféricos, sustentar a casa e divisão de espaço	Painel em aço galvanizado
		Aço corten
		Zinco
		Alumínio
Pé direito	Sustentação da casa	ASTM A-36
		SAE 1045
		ASTM A242
		ASTM A-588
Janelas	Ventilação e iluminação dos ambientes internos	Alumínio
		Aço galvanizado
		Aço inox
		Aço carbono
Portas	Permite a passagem de pessoas de ambiente para outro	Alumínio
		Aço galvanizado
		Aço inox
		Aço carbono
Iluminação	Para fins decorativos e também para promover a iluminação ideal para cada ambiente	Lâmpada incandescente
		Lâmpada fluorescente
		Lâmpada de led
		Lâmpada halógenas

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A partir da estrutura funcional, foi elaborado a matriz morfológica, para cruzar os dados e fazer combinações dos elementos, dando forma aos modelos de casas. Após dos cruzamentos

na matriz morfológica feita, identificou-se 4 modelos diferentes de casas, que são analisados no sistema passa ou não passa, que consiste em um quadro onde cada subitem é analisado em relação as necessidades do cliente, onde P significa que ele passa e NP não passa. Conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Matriz passa não passa

Necessidade do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
Tamanho	P	P	P	P
Número de cômodos	P	P	P	P
Prazo de entrega	P	P	P	P
Preço baixo	NP	NP	NP	NP
Qualidade	P	P	NP	NP
Decoração	P	P	P	P
Telhado	P	P	P	P
Janela	P	P	P	P
Sustentabilidade	P	P	P	P
Piso	P	NP	P	NP
Forro	P	NP	P	NP
Climatização	P	NP	P	NP
Total	11	8	10	7

Fontes: Dados da pesquisa (2018).

Com o modelo da casa já definido, segue-se para o projeto básico, foi definido a planta da casa, prazos e custos. Na parte dos prazos, foi elaborado um cronograma para definir as datas de início e conclusão das tarefas, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Cronograma

DATAS INICIO	DATAS TÉRMINO	MATRIZ DE RESPONSABILIDADE		
		DB=DIEGO ANALISE	JZ=JACKSON EXECUÇÃO	KD=KAUE COOPERAÇÃO
19/02/18	07/07/17			
19/02/18	08/04/18			
05/03/18	18/03/18	DB;KD	DB;JZ;KD	JZ;KD;DB
19/03/18	25/03/18	JZ;B;D;F;M	JZ;KD	DB;KD;
26/03/18	01/04/18	DB;JZ;KD	DB;KD	DB;JZ;KD
02/04/18	08/04/18			
02/04/18	08/04/18			
09/04/18	06/05/18			
09/04/18	15/04/18	DB;JZ;KD	DB;JZ	KD;JZ
16/04/18	22/04/18	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD	DB;KD
23/04/18	29/04/18	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD
28/04/18	06/05/18	JZ;KD	JZ;KD	JZ;KD
07/05/18	14/06/18			
07/05/18	13/05/18	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD
14/05/18	20/05/18	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD
21/05/18	27/05/18	KD;DB	DB;KD	DB
28/05/18	03/06/18	DB;JZ	DB;JZ	DB;JZ
04/06/18	10/06/18	DB;JZ;KD	DB;JZ;KD	DB;JZ

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Como a matriz passa ou não passa escolheu-se o modelo de casa com a maior pontuação, que no caso foi o modelo I, com base neste modelo, foi elaborado a especificação técnica da casa e a lista dos materiais utilizados.

Quadro 5: Especificação técnica

PLANILHA DE DADOS TÉCNICOS	
Instalação/posição de trabalho	Vertical
Fixação	Fixação pé direito utilizado chumbador parabolt 1" x 3.1/2" zincado Vigas de fixação transversal parafuso M10 x 16mm Modulo parafuso M6 x 12mm Chapa de alumínio da parede rebitado
Peso das tesouras	130kg
Peso do coberto	1427kg
Quantidade de vigas	08
Tamanho do pé direito	2,8m
Área construída	60m ²
Perfil U	75 x 40 x 15 x 2.66mm
Paredes	Alumínio 5083
Isolamento térmico	Fibra de celulose (condutividade térmica 0,040w/m °c)
Forro	Em alumínio tipo colmeia b15
Telhado	Tipo sanduiche de zinco com isopor
Portas e janelas	Em alumínio
Iluminação	Lâmpadas de led

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após definir o modelo da casa, passa-se a lista de consolidação da proposta dos materiais, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Lista de materiais

Descrição	Material	Quantidade	Peso
Treliça	Alumínio perfil u x 2,66mm	213,6m	320,5kg
Pé direito	ASTM A36 W200x59,0H	12m	708kg
Travamento lateral	Alumínio perfil u x 2,66mm	32m	48kg
Telhado	Telha sanduiche zinco /isopor	65,8m ²	208,6kg
Cumeeira	Telha sanduiche zinco /isopor	5,14m ²	16,3kg
Calha	Chapa de galvalume 20cm	20m	28,5kg
Terças	Alumínio perfil u x 2,66mm	15,36m	23,05kg
Travamento do telhado	Alumínio perfil u x 2,66mm	70m	105kg
Parede	Chapas de alumínio 5083	400m ²	2160kg

Janelas/porta	Em alumínio branco 4 folhas/vidro liso	6 janelas e 5 portas	156kg
---------------	--	----------------------	-------

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com os materiais definidos, consegue-se estipular as cargas e a resistência desses materiais para iniciar então o memorial de cálculo. Conforme segue:

a) Carga das telhas na terço t1:

Beiral para coberto no máximo 40 cm.

Área de influência $(0,40 + 1,55/2) \times 3 = 2.895 \text{ m}^2$

Carga: $2.895 \times 1.5 = 4.35 \text{ kg}$

b) Carga das telhas nas terços t2 = t3 = t4:

Área de influência $1,55 \times 3 = 4.65 \text{ m}^2$

Carga: $4.65 \times 1.5 = 6.97 \text{ kg}$

c) Carga das telhas na terço t5:

Área de influência $(1,55/2) \times 3 = 2.33 \text{ m}^2$

Carga: $2.33 \times 1.5 = 3.49 \text{ kg}$

d) Sobrecargas

Carga eventual sobre a cobertura pessoas, chuva e pó acumulado = 25 kgf/m^2 (NBR 8800/08) carga das telhas nas terços terço t1:

Beiral para telha BRASILIT (cimento amianto), no máximo 40 cm.

Área de influência $(0,40 + 1,55/2) \times 3 = 2.92 \text{ m}^2$

Carga: $2.92 \times 25 = 73 \text{ kg}$

Quadro 7 - Peso das terços

Nº de terços	Tamanho dos perfis 75mmx40mmx2. 66 mm	Peso (kgf/m)	Peso total das terços por tesouras (kgf)
1	4	3,43	$3.43 \times 4 \times 1 = 13.72 \text{ kgf}$
Total			13.8 kgf

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 8 - Peso das barras

Peças	Tamanhos (m)	Peso (kgf)	Número de elementos	Peso total das barras por tesoura (kgf)
Perna	3,09	4,48	2	$([3.09+3] \times 2) \times 4.48 = 54.56 \text{ kgf}$
Linha	3,00			$54.56/5 = 10.91 \text{ kgf}$ cada nó

Pendural principal	3,00	4,48	1	0.75x4.48= 3.36 kgf no nó central
Total= 57.92 kgf				
Peso das barras				
Peças	Tamanhos	Peso (kgf/m)	Nº de elementos	PESO TOTAL
M1	0.78	2.87	2 de cada	(0.78+0.84+0.94)x2x2,87 Peso total= 14.7 kgf
M2	0.84			
M3	0.94			
TOTAL POR NÓ DO MONTANTE= 2.09 KGF				
Peças	Tamanhos (m)	Peso (kgf/m)	Número de elementos	Peso total das barras por tesoura (kgf)
Ps1	0,38	0,88	2,00	
Ps2	0,57			
Total= 0.84 kgf				

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto teve como objetivo desenvolver uma solução para habitação popular em um sistema construtivo, com maior quantidade de uso, de material metálico, o instrumento de estudo é uma planta baixa indicada pela Caixa Econômica Federal. A partir da pesquisa de campo, da análise dos potenciais clientes, da ferramenta QFD, da matriz e morfológica foi identificado a organização dos requisitos do cliente, permitindo para que o projeto final atende as reais necessidades do cliente, bem como das adequações da norma segurança, técnica e execução mais econômica.

REFERÊNCIAS

BACK, Nelson. *et al.* **Projetos integrados de produtos. Planejamento, concepção e modelagem.** Barueri, SP: Editora Malone Ltda. 2008.

CAIXA. Financiamento habitacional. **Programa minha casa minha vida, 2017.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao>. Acesso em maio 2018.

CISER. **Parafusos e porcas.** Disponível em: <http://www.ciser.com.br/>. Acesso em maio de 2018.

CORAL, E. *et al.* **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos.** São Paulo, SP: Atlas, 2013.

MADUREIRA, M, Omar. **Metodologia de projeto. Planejamento, execução e gerenciamento.** São Paulo. Editora Blucher. 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de Projetos: como transformar ideias em resultados.** 4 Ed. São Paulo: Altas, 2010.

MIRON, Luciana Inês Gomes. **Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos da construção:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1828>. Acesso em junho 2018.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações.** São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinicius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing:** Universidade tecnológica federal do paraná coordenação de engenharia civil curso de engenharia civil, 2013.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **Uso do sistema light steel frame associados a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural:** Universidade federal de ouro preto departamento de engenharia civil programa de pós-graduação em engenharia civil, 2008. Disponível em: http://www.tede.ufop.br/tde_arquivos/11/TDE-2012-03-08T155950Z-681/Publico/DECIV%20-%20Diss%20-%20Alexandre%20Kokke%20Santiago.pdf. Acesso em: 10 jun. 2018

SOUZA, Eduardo Luciano de. **Construção civil e tecnologia: estudo do sistema construtivo light steel framing:** Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, 2014. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/135.pdf>. Acesso em junho 2018.

STEEL FRAME. Quando o steel frame chegou ao Brasil (2017). Disponível em: <http://lightsteelframe.eng.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-historia-e-futuro-do-sistema/>. Acesso em maio de 2018.