

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO DE PRESIDENTE PRUDENTE**

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MÉTODOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

João Pedro Gonçalves Mastronicola

**Presidente Prudente/SP
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO DE PRESIDENTE PRUDENTE**

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MÉTODOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

João Pedro Gonçalves Mastronicola

Trabalho de Curso apresentado como requisito parcial de Conclusão do Curso para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof.^a Ms. Júlia Fernandes Guimarães Pereira.

Presidente Prudente/SP
2018

MÉTODOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

Trabalho de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ms. Júlia Fernandes Guimarães Pereira
Toledo Prudente Centro Universitário

Prof.^o Ms. Rodrigo Coladello de Oliveira
Toledo Prudente Centro Universitário

Prof.^o Esp. Marcos Augusto Frois
Toledo Prudente Centro Universitário

Presidente Prudente, 26 de novembro de 2018.

DEDICATÓRIA

À minha família, por sempre me apoiarem, em todos os momentos de minha vida. Mãe, seu cuidado e dedicação foi o que me deu, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus, por sempre me abençoar, proteger e me dar força para nunca desistir do meu sonho. Gostaria de agradecer, também, a toda minha família, em especial meus pais (Carlos e Fernanda) e minha irmã (Ana Clara), que sempre estão ao meu lado, me passando segurança, me dando apoio e me deixando motivado. Agradecer a toda equipe Marcos Fróis Arquitetura e 4F Construções pelo apoio profissional que me deram. Por último, porém não menos importante, gostaria de agradecer a toda equipe do Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo, em especial a Prof.^a Ms. Júlia Fernandes Guimarães Pereira, responsável pela orientação desse trabalho.

RESUMO

Como em todas as áreas da civilização, a construção civil passa por modificações constantes e muito importantes em vários aspectos, como o tecnológico e o sustentável, praticamente obrigando construtoras, empreiteiros e profissionais do ramo a se adequarem a essas mudanças, com a adoção em seu trabalho, soluções mais rápidas e economicamente viáveis e que não percam qualidade em seu produto final. Levando em conta esse aspecto, esses profissionais começaram a fazer a utilização de outros sistemas construtivos mais tecnológicos comparados ao sistema construtivo convencional. Este Trabalho de Conclusão de Curso, de maneira mais específica, irá tratar relacionar e comparar dois desses métodos “inovadores”, que seria o *DryWall* e o sistema *Light Steel Frame*, com o método construtivo convencional (alvenaria em bloco cerâmico). Leva-se em conta o tempo, o custo de materiais, peso da estrutura e custo de mão de obra. Após as análises nesses aspectos, apresentam-se os resultados e a partir desses chega-se a conclusão de que o método construtivo mais eficiente e sustentável para a cidade de estudo, Presidente Prudente, é o drywall, devido a falta de prestadores de serviços para o método em steel frame, o que acaba encarecendo sua utilização.

Palavras-chave: Sistemas Construtivos; *Drywall*; *Light Steel Frame*.

ABSTRACT

As in all the civilization areas, the construction industry frequently pass through changes and very important elements, such as the technological and the sustainable ones, almost obligating constructors, contractors and the others civil industry's professionals to adjust to these changes, embracing them in their procedures, faster solutions that are also economically viable, without loose the quality of their final product. Considering this fact, these professionals started to utilizing others constructive systems more technological compared to the ordinary system. This job, specifically, attends to link and compare two of these new methods, which are the "DryWall" and the "Light Steel Frame" system, with the ordinary one. Takes account of time, the material costing, weight of structure and the labor cost. Afterwards the analysis of those aspects, the job tables the results and from these concludes that the most efficient and sustainable constructive method to the examined city, Presidente Prudente – SP, is the DryWall system, due to the lack of service provides of the Steel Frame system, what increase its cost.

Keywords: Construction systems; Drywall; Light Steel Frame

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AQUA - Alta Qualidade Ambiental

AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano

CIB - Conselho internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

GBCBrasil - Green Building Brasil

HQE - Haute Qualité Environnementale

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design (Liderança em Energia e Design Ambiental)

ONU - Organização das Nações Unidas

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO – Tabelas de Composição de Preços e Orçamentos

USBCG - United States Green Building Council (Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos)

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Triple Bottom Line.....	17
FIGURA 2 – Tipos de Blocos Cerâmicos.....	22
FIGURA 3 – Alvenaria Pronta.....	23
FIGURA 4 – Alvenaria com Cortes.....	23
FIGURA 5 e 6 – Desperdício de Material.....	24
FIGURA 7 E 8 – Material de revestimento (lã de vidro).....	25
FIGURA 9 E 10 – Parede de drywall com revestimento.....	25
FIGURA 11 – Tipos de placas de drywall.....	26
FIGURA 12 e 13 – Parede de drywall com pré instalações (elétricas e hidráulicas).....	26
FIGURA 14 – Estrutura em aço galvanizado.....	27
FIGURA 15 e 16 – Parede em drywall pronta.....	28
FIGURA 17 e 18 – Desperdícios gerados pela instalação de drywall.....	28
FIGURA 19 – Estrutura em Steel Frame.....	29
FIGURA 20 – Estrutura em steel frame com vedação.....	29
FIGURA 21 – Plantas do projeto base.....	33
FIGURA 22 – Fachada projeto base.....	33
FIGURA 23 – Planta Baixa (Método construtivo convencional).....	34
FIGURA 24 – Planta Baixa (Drywall).....	35
FIGURA 25 – Planta Baixa (Steel Frame).....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Peso estrutural de cada método construtivo.....	37
TABELA 2 – Carga gerada pela estrutura.....	37
TABELA 3 – Áreas úteis em cada método construtivo em estudo.....	38
TABELA 4 – Composição orçamentária para alvenaria em bloco cerâmico.....	39
TABELA 5 – Composição orçamentária para o drywall.....	40
TABELA 6 – Dimensionamento de equipe para o método construtivo convencional.....	42
TABELA 7 – Dimensionamento de equipe para o drywall.....	43
TABELA 8 – Dimensionamento de equipe para steel frame.....	43
TABELA 9 – Custo de mão de obra para método construtivo convencional.....	44
TABELA 10 – Custo de mão de obra para drywall.....	44
TABELA 11 – Custo de mão de obra para steel frame.....	44

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1.	Objetivos.....	14
1.1.1.	Objetivos Gerais.....	14
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	14
1.2.	Aspectos Metodológicos.....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1.	Sustentabilidade.....	17
2.2.	Métodos Construtivos.....	21
2.2.1.	Alvenaria em Bloco Cerâmico.....	21
2.2.2.	Drywall.....	24
2.2.3.	Steel Frame.....	28
3.	PROJETOS E ANÁLISES COMPARATIVAS.....	32
3.1.	Projetos.....	32
3.2.	Análises Comparativas.....	37
4.	RESULTADOS.....	45
5.	CONCLUSÃO.....	47
6.	REFERÊNCIAS.....	48
7.	ANEXOS.....	50
8.	APÊNDICES.....	52

1. INTRODUÇÃO

O Brasil passa por um momento delicado em relação a economia desde 2015, que foi agravado devido à uma crise mundial iniciada em 2008 e, como se esperava, não demorou para chegar até o país afetando a população, de modo geral, de uma forma muito rápida. (BOZZA, 2017). O mesmo autor nos coloca que em consequência disso, a construção civil, que junto com a economia do país, estava em franco crescimento, atingindo ótimos números em 2011 e 2012, começou a sofrer bastante e quase que instantaneamente seus índices sofreram uma queda considerável, pois a redução de investimento na área foi considerável.

Tendo em vista que a construção civil é praticamente um indicador de como está a economia no país, se a economia vai bem, a porcentagem de crescimento relacionado à construção civil também estará alta, porém, da mesma forma, se a economia não caminha como se espera, a baixa nessa porcentagem é instantânea.

Em um momento de crise, como este que o país atravessa desde 2015, muitas construtoras e profissionais da área, se veem obrigados a repensar seus sistemas de construção, uma vez que empreendimentos que geram muitos prejuízos, desrespeitam cronograma e custos e que tem grande desperdício de materiais não são mais aceitos nem pelos clientes bem como pelos investidores.

A racionalização e a inovação, tão importantes em épocas de contenção de despesas pedem que atitudes imediatas sejam tomadas e na construção civil isso não é diferente. O método construtivo convencional (alvenaria de tijolo cerâmico) é um sistema construtivo muito ultrapassado em todo mundo e mesmo assim, continua sendo usado na maior parte das obras no Brasil.

Assim na contramão do processo de crise é preciso aproveitar as oportunidades que o momento oferece e repensar a atuação profissional buscando diferenciais para que, mesmo com as dificuldades enfrentadas, o mercado não feche as portas para suas propostas. A sustentabilidade é um diferencial que pode fazer que a diferença no mercado da construção civil.

Para Oliveira, (2004), a necessidade de mudança na forma que se constrói é clara, portanto, métodos que eram usados a muito tempo no exterior, como

o *Drywall*¹, que já existe a mais de um século nos Estados Unidos e é usado a muito tempo na Europa e no Japão, necessitam ganhar espaço na construção civil brasileira, modernizando-a.

Assim como o *Drywall*, outro método construtivo já antigo, criado nos Estados Unidos no final do século XIX, passa a ganhar força com a crise. Conhecido como *Light Steel Frame*², o método teve sua origem em um momento complicado, assim como o que passamos hoje. Surgido durante a Segunda Revolução Industrial, o *Light Steel Frame* teve seu primeiro protótipo exposto em 1933, na Feira Mundial de Chicago e foi criado a partir do método construtivo mais usado nos Estados Unidos, o *Wood Frame*³, apenas substituindo a madeira pelo aço, tendo em vista o grande desenvolvimento no manuseio do aço que se obteve na Segunda Revolução Industrial. (SILVA, 2017).

Ambos os métodos construtivos contam com muitas vantagens ao seu favor, dentre elas, aspectos que todos os investidores buscam como a velocidade em se construir, o preço e a qualidade.

Como são métodos industrializados, de rápida montagem, sem muitos espaços para erros, essas novidades construtivas esbarraram em problemas, que no método artesanal de construção, adotado no Brasil, não são levados tão a sério: planejamento da obra, qualidade dos projetos, qualificação da mão de obra e a aceitação do produto pelo público – aspectos culturais.

O que se constata no momento para que os sistemas construtivos sejam aceitos pela população, pela mão de obra e pelos investidores é a necessidade de divulgação dos diferenciais e aspectos positivos dos métodos a fim de se mudar a cultura e a capacitação de profissionais que projetam e constroem para adequação das técnicas construtivas empregadas.

Pensando nessas questões, esse trabalho foi idealizado com o objetivo de em um primeiro momento descrever tais sistemas e suas principais características e aplicações, analisar de forma comparada os métodos inovadores apresentados frente ao método tradicional empregado hoje na maioria das obras e dessa forma

¹ O termo *drywall* é utilizado para designar o método construtivo que se utiliza de paredes feitas com chapas com miolo de gesso e a face com papel cartão fixadas em estruturas de aço.

² O termo *steel frame* é utilizado para designar o método construtivo que se utiliza do aço galvanizado como principal elemento estrutural.

³ O termo *wood frame* é utilizado para designar o método construtivo que se utiliza de painéis de madeira reflorestada.

demonstrar a viabilidade em se optar por esses métodos alternativos e sustentáveis de construção.

O interesse por esse tema surgiu durante a graduação, mais especificamente durante a realização do estágio. A possibilidade de acompanhar obras dos mais variados tipos, inclusive algumas com a utilização dos métodos alternativos trazem a reflexão sobre a necessidade a forma como nossas construções são realizadas e a urgente necessidade de mudança.

A transformação de pensamento das pessoas é o ponto que falta para essa “revolução” na construção do Brasil e nada mais importante para modificar a opinião de um grupo de pessoas do que dados concretos das vantagens alcançadas pela inserção desses métodos construtivos inovadores, alternativos e sustentáveis.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral mostrar a viabilidade em se utilizar os sistemas construtivos, *Drywall* e *Light Steel Frame*, nas construções no Brasil, avaliando de forma comparativa suas vantagens, desvantagens e a sustentabilidade de sua aplicação, tomando como base o sistema construtivo convencional.

1.1.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Conceituar os métodos construtivos *drywall* e *steel frame*;
- Exemplificar as aplicações dos métodos alternativos;
- Demonstrar por meio de detalhamentos as formas de utilização dos métodos;
- Mostrar a diferença de carga estrutural dos métodos tecnológicos em relação ao método convencional;
- Comparar os preços de cada método em relação ao método convencional.

1.2 Aspectos Metodológicos

Para a elaboração do trabalho de conclusão de curso foram realizadas leituras de materiais bibliográficos, artigos e monografias que abordam sobre o tema bem como a busca de informações em sites, revistas e blogs confiáveis sobre o assunto para a conceituação dos métodos construtivos e entendimento do funcionamento, a execução e a forma de projeto de cada um deles.

Também se buscou explicar a finalidade da pesquisa, baseando o conceito de sustentabilidade, explicando os métodos construtivos em questão, suas diferenças, pontos positivos e pontos negativos, avaliando-os em questão a sustentabilidade, viabilidade construtiva, tempo e custo.

Para a análise comparativa entre os 3 métodos foi necessária a utilização de um projeto arquitetônico que servisse de base para o levantamento quantitativo. O projeto escolhido para esse fim tem autoria o escritório “24.7 arquitetura” com os arquitetos Giuliano Pelaio, Gustavo Tenca e Inácio Cardona como responsáveis. Trata-se de um projeto de residência unifamiliar elaborado para a cidade de São Paulo no ano de 2010 com metragem de 61,65m².

Após a definição do projeto foram necessários alguns ajustes de modulação para que nas três possibilidades construtivas chegássemos ao máximo aproveitamento.

Para o levantamento quantitativo de materiais foi utilizado uma planilha utilizando para esse fim o programa “Excel”, em conjunto com os projetos fictícios elaborados no programa “AutoCad”, gerados a partir de um projeto base, para se determinar o material necessário para construir a residência (estrutura e divisórias) nos métodos propostos, levando em consideração, também, o peso final que estrutura teria. Para o levantamento do custo, foi utilizado como base a tabela SINAPI, do mês de setembro do ano de 2018, para o estado de São Paulo.

Os índices, utilizados para o dimensionamento da equipe necessária e conseqüentemente do custo dessa mão de obra e o tempo necessário para execução, foram retirados das tabelas da TCPO 14, adotando a mesma quantidade de profissionais nas equipes de todos os serviços necessários para todos os métodos.

Para todos os métodos construtivos foram adotados os mesmos detalhes do projeto, como portas, janelas e revestimentos.

Portanto, no final desse trabalho, será apresentada uma análise comparativa, entre as estruturas em questão, a respeito da quantidade de materiais,

tempo de execução, peso da estrutura e o seu relativo custo, definindo-se qual método se mostra mais sustentável e vantajoso para ser aplicado.

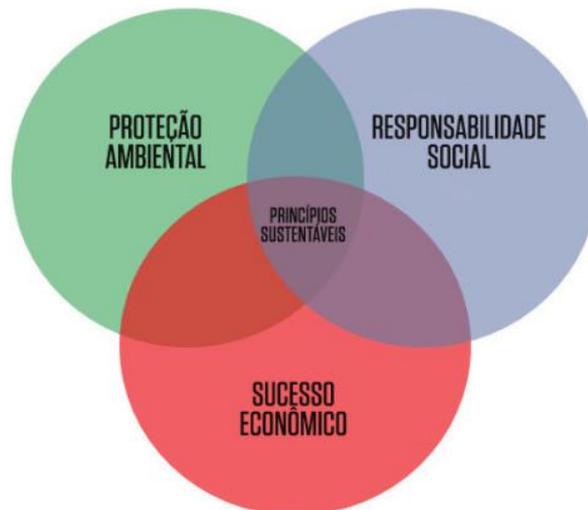
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sustentabilidade

A ONU define, desde 1983, desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Essa definição carrega junto a ela um apelo a toda sociedade a respeito da sustentabilidade. Todo o mundo está preocupado e buscando o crescimento, porém, acabam esquecendo de tomar os cuidados necessários com a sustentabilidade.

Segundo Lima (2007) o desenvolvimento sustentável deve se apoiar em três pilares: ambiental, sócio-cultural e econômico e dessa forma, todo projeto que se diz sustentável, seja ele uma casa, uma fábrica ou até uma cidade que será “criada” deve ter como meta ser ambientalmente responsável, socialmente justo e economicamente viável o que se conceitua como Triple Bottom Line⁴.

FIGURA 1 - Triple Bottom Line



Fonte: Lima (2007, p. 32)

Na engenharia civil, cada vez mais, as empresas estão almejando construções e métodos construtivos mais sustentáveis, limpos, que não diminuam a produtividade das equipes, que produzam uma menor quantidade de entulhos, com

⁴ Triple Bottom Line: Tripé da sustentabilidade.

menos desperdício de material e conseqüentemente com menos desperdício de recursos financeiros e com mais qualidade.

No Brasil, a mudança no método construtivo deve ser implantada com urgência para que o pressuposto da sustentabilidade seja alcançado. Como dito anteriormente, o método construtivo convencional de alvenaria com bloco cerâmico ainda é o mais utilizado em nossas obras e demonstraremos no decorrer desse trabalho que a porcentagem de desperdício e a quantidade de entulho gerada em uma construção que se utiliza desse processo construtivo é muito alta contribuindo para que tenhamos pouca incidência de selos de sustentabilidade em nossas obras.

A geração de resíduos oriunda da construção civil é muito significativa, atingindo valores alarmantes, segundo o Comitê de Meio Ambiente do SindusCon, de São Paulo, entre 0,4 e 0,7 ton/hab.ano e representa 2/3 da massa dos resíduos sólidos municipais. A construção civil não se destaca apenas por ter grande influência na economia, mas também por gerar cerca de 50% dos resíduos do país. (CARDOSO, 2017)

Tendo em vista isso, o Brasil criou o GBCBrasil - “Green Building Brasil”⁵ em 2007. O GBCBrasil foi criando, com base a certificação LEED⁶ – “Leadership in Energy and Environmental Design”, com o intuito de ser o órgão responsável por avaliar com base na sustentabilidade as construções no país. Essa certificação – LEED - tinha como intuito inicial ser uma financiadora de construções verdes, nos Estados Unidos, foi criada em 1999 pela USBCG - United States Green Building Council ou Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos.

Aproximadamente um ano depois, em 2008, o Brasil dá mais um passo muito importante no quesito sustentabilidade, que foi a criação do selo de certificação ambiental AQUA - Alta Qualidade Ambiental, que no Brasil é aplicado pela Fundação Vanzolini. O selo AQUA, assim como o GBCBrasil, também tomou como base uma certificação já existente. Neste caso, a certificação que baseou a criação do selo AQUA, foi a certificação francesa “Démarche HQE - ‘Haute Qualité Environnementale’” que significa Alta Qualidade Ambiental.

Essas certificações acima citadas são muito difíceis de se alcançar uma vez que para obtê-las é necessário que se tenha criatividade, que se inove na forma

⁵ GBC - Green Building Brasil: Construção Verde Brasil.

⁶ LEED - Leadership in Energy and Environmental Design: Liderança em Energia e Design Ambiental

de construir, que se mudem conceitos e diferencie-se da maioria. Além disso, essas mudanças não têm validade se não forem combinadas com um bom planejamento, com um projeto bem feito e com um gerenciamento de alta qualidade. Esses pré-requisitos deixam claro o real motivo pelo qual no Brasil é tão difícil conseguir essas certificações já que não é dada a real importância para um bom planejamento e um bom gerenciamento de obra no nosso país.

Segundo Andery apud Motta e Aguilár (2009, p.99) a estratégia, a estrutura organizacional e o sistema de gestão são três pontos que acabam diferenciando uma empresa das demais, portanto, enquanto deveria ser uma obrigação obter-se uma certificação, essas falhas no sistema que adotamos, não dando a devida atenção para as fases iniciais, tornam a certificação um diferencial para quem recebe esse mérito.

Consequentemente a sustentabilidade tornou-se uma estratégia de negócio muito utilizada pelo marketing de inúmeras empresas para alcançar o reconhecimento e espaço no mercado de trabalho da construção civil.

De acordo com Motta e Aguilár (2009, p. 93) a AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura e o CBCS - Conselho Brasileiro de Construção sustentável listam alguns pré-requisitos para lograr uma construção sustentável:

“Aproveitamento de condições naturais locais; utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural; implantação e análise do entorno; não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar; qualidade ambiental interna e externa; gestão sustentável da implantação da obra; adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários; uso de matérias-primas que contribuam com a eco eficiência do processo; redução do consumo energético; redução do consumo de água; reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos; introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável; educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.” (MOTTA E AGUILAR, 2009, p. 93)

Resumidamente, para um projeto ser concluído de forma sustentável, a sustentabilidade deve ser aplicada em todas as fases.

É de conhecimento da maioria dos interessados, que a fase em que há o maior desperdício de materiais e de recursos financeiros é na execução da obra, levando a crer que este é o motivo pelo qual não se atingiu a sustentabilidade, contudo esse dado é muito relativo, sendo esse desperdício na fase de execução, muitas vezes, apenas uma consequência da falha nas fases iniciais de planejamento. Portanto, quando se obtém um projeto que se inicia com um pensamento sustentável,

bem planejado, a chance de alcançar um produto sustentável com melhor desempenho e com menor custo de inserção é muito maior.

O CIB - Conselho internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção, segundo o índice CIB/UNEP-IETC, (2002) apud Motta e Aguiar (2009, p. 92), prevê que uma construção sustentável se fundamenta em um “processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica”.

Em outros países essas ideias são mais difundidas e executam-se construções com métodos construtivos mais sustentáveis, porém, no Brasil, essa inserção caminha a passos lentos, executando-se a maioria das construções com o método construtivos convencionais (alvenaria em bloco cerâmico) por conta da aceitação da população, da desconfiança com os novos produtos (propriedades dos materiais) e da pequena “divulgação” das empresas.

Vemos, entretanto, que essas mudanças começam a ocorrer aos poucos. Nesse contexto, o “*Drywall*” é o método que mais difundido e aplicado, um pouco mais lento que o “*Drywall*” está o “*Steel Frame*”, que juntos vem modificando esse cenário e modernizando as construções.

Segundo Carvalho e Sposto (2012), o Brasil é um país muito “atrasado” em relação a construção civil, adotando um método arcaico e demorado. Em comparação com Estados Unidos e outros países desenvolvidos, essa diferença se torna ainda mais gritante. Um aspecto que diferencia os métodos construtivos, é a sustentabilidade. Países em desenvolvimento, muitas vezes, não dão a devida importância para isso, focando apenas em crescer e se desenvolver, porém, o Brasil, desde a década de 90, vem melhorando nesse aspecto lentamente.

O método construtivo tradicional gera uma alta porcentagem de desperdício de materiais. Isso pode chegar a 8% e embora a porcentagem não pareça alta quando se estende a visão para o todo de material que se utiliza em uma construção se percebe que é um valor alarmante. Mais alarmante que a porcentagem de material desperdiçado, é a diferença de custo entre o método tradicional e os inovadores com diferenças que chegam a 30%. Considerando-se as duas porcentagens, é praticamente zero a chance de se obter uma construção sustentável.

Os números são alarmantes nos dias de hoje, mas já foram piores. Essas melhoras aconteceram devido a mudança na legislação e devido a criação da

Resolução 307/2002⁷ do Conama, a Lei de Eficiência Energética de 2001 e o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

Na construção civil geram-se resíduos das mais diferentes formas e características em praticamente todos os processos da obra. Tendo em vista esse aspecto, o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente criou a Resolução 307/2002, que "estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil".

2.2 Métodos construtivos

2.2.1. Alvenaria em bloco cerâmico

A Alvenaria em bloco cerâmico é um dos métodos construtivos mais antigos do mundo, tendo registros de sua utilização desde 4.000 a.C. (OLIVEIRA, 2009). Apesar de ser considerado um método muito ultrapassado, alguns países ainda fazem a sua utilização, como é o caso do Brasil, que adota esse sistema como o método construtivo convencional, sendo utilizado na maioria das construções nacionais.

O bloco cerâmico é composto predominantemente de argila, com aditivos que podem melhorar as suas características e/ou pigmentos para mudar a sua coloração, que é avermelhada naturalmente como podemos ver na FIGURA 2 abaixo.

FIGURA 2 - Tipos de Blocos Cerâmicos

⁷ Resolução 307/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.



Fonte: <https://www.ceramicacandelaria.com.br/tijolos-1>

A alvenaria composta de blocos cerâmicos, também chamado de tijolo, tem como sua maior vantagem a resistência que adquire quando pronta. Em contrapartida, suas desvantagens são inúmeras e entre as mais importantes, devemos listar o peso que gera na estrutura (1.500 kg/m^3), o alto desperdício de material (tijolo) e segundo Pinho e Lordsleem Jr. (2009), chega a 17% de desperdício de tijolo, que contribui consideravelmente para não ser considerado um método construtivo sustentável.

Muito desse desperdício se origina após a parede já se encontrar pronta, pois é necessário quebrar a alvenaria para fazer a passagem de tubulação hidráulica e elétrica. As duas FIGURAS, 3 e 4, a seguir mostram uma parede de bloco cerâmico finalizada e uma parede de bloco cerâmico que precisou ser quebrada para passagem de tubulação.

Nas FIGURAS 5 e 6 podemos ver, o grande desperdício de material que se encontra ao chão.

FIGURAS 3- Alvenaria pronta



Fonte: O Autor, 2018.

FIGURAS 4- Alvenaria com cortes



Fonte: O Autor, 2018.

FIGURA 5 e 6 - Desperdício de material

Fonte: O Autor, 2018.

2.2.2 Drywall

DryWall, que traduzido significa “parede seca”, é conhecido nas obras como método limpo devido a sua facilidade de instalação, a sua baixa taxa de desperdício e baixa geração de entulho.

É constituído basicamente por uma estrutura de aço galvanizado, placas de gesso e pode conter preenchimento entre essas placas para melhorar as propriedades térmicas e acústicas. É utilizado apenas para vedação, não contendo propriedades estruturais. Sua instalação é fácil, com a fixação das placas de gesso com parafusos nos dois lados da estrutura de aço galvanizado, preenchendo ou não o interior vazio dessa estrutura com lã de vidro, por exemplo, para melhorar as propriedades termo acústica do sistema. Segundo a empresa Gypsum, fornecedora de materiais para esse método, a utilização da lã de vidro faz com que o desempenho acústico aumente consideravelmente, passando de 38 à 40dB de uma parede sem a aplicação do material, para 44 à 46dB de uma parede com a aplicação.

FIGURA 7 e 8 – Material de revestimento (lã de vidro)



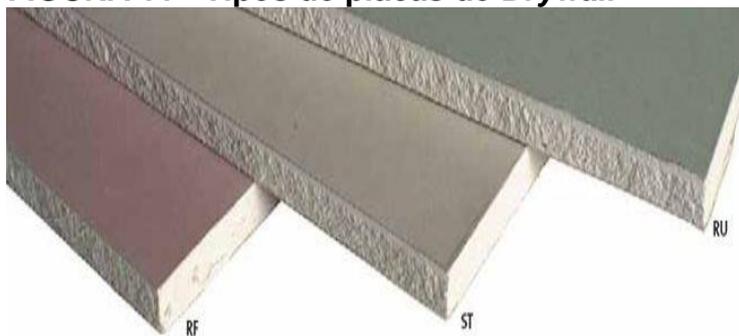
Fonte: O Autor, 2018.

FIGURA 9 e 10 - Parede de *Drywall* com revestimento



Fonte: O Autor, 2018.

São encontrados três tipos de placas de gesso, sendo elas a *Standard* (popularmente conhecida como placa branca), a RU (popularmente conhecida como placa verde) que é resistente a umidade e sendo assim aconselha-se a sua instalação em áreas molhadas e a RF (popularmente conhecida como placa rosa) que é resistente ao fogo e seu nome já aconselha onde deve ser instalada. (OLIVEIRA, 2009)

FIGURA 11 - Tipos de placas de *Drywall*

Fonte: <https://pedreiroao.com.br/paredes-de-drywall-passo-a-passo/>.

Um ponto bem vantajoso do *DryWall* em relação a alvenaria de bloco cerâmico são as instalações elétricas e hidráulicas, que são feitas previamente, antes da fixação das placas de gesso, sendo assim, não há a necessidade de fazer cortes na estrutura e conseqüentemente não há a geração de entulhos. Os únicos cortes que necessitam ser feitos, são pequenos e geram uma quantidade pequena de entulho, não chegando nem perto da quantidade gerada no método convencional.

FIGURA 12 e 13 - Parede de *drywall* com pré instalações (elétricas e hidráulicas)

Fonte: O Autor, 2018.

O aspecto que permite que esse método construtivo seja considerado sustentável é o fato de que todo o entulho gerado em sua instalação, seja ele as placas de gesso ou os perfis de aço galvanizado, podem ser reciclados. As placas de gesso podem ser reaproveitadas de diversas maneiras, até mesmo para a fabricação de argamassas que precisam de uma pequena quantidade de gesso na sua composição.

Os perfis de aço galvanizado são reciclados nas próprias indústrias, destinando-se a diversas finalidades, inclusive retornando para a construção civil. (OLIVEIRA, 2009)

O *DryWall* é o sistema construtivo, diferente do “convencional”, que mais é aceito e implantado no Brasil. Apesar de ainda haver uma desconfiança da população, o número de construções que utilizam o *DryWall* já aumentou e tendem a aumentar cada vez mais, tendo maior ocorrência em construções multifamiliar, mas que vem sendo utilizada em construções unifamiliar, principalmente em divisórias internas.

Suas vantagens são inúmeras, como por exemplo, o menor desperdício de materiais, a diminuição do peso próprio da estrutura, a velocidade de construção, o aumento de área útil na construção, economia de material, diminuição no custo final da obra, entre outras (comparando-o com alvenaria em bloco cerâmico de 8 furos).

Segundo Oliveira (2009), o preço para se executar o metro quadrado de uma parede em *drywall* é mais alto do que para se construir a mesma metragem em alvenaria de bloco cerâmico, porém o que viabiliza a utilização desse método é a sua velocidade de execução, pois como a diferença de preço é pequena, a economia feita na mão de obra, viabiliza a utilização.

FIGURA 14 – Estrutura em aço galvanizado



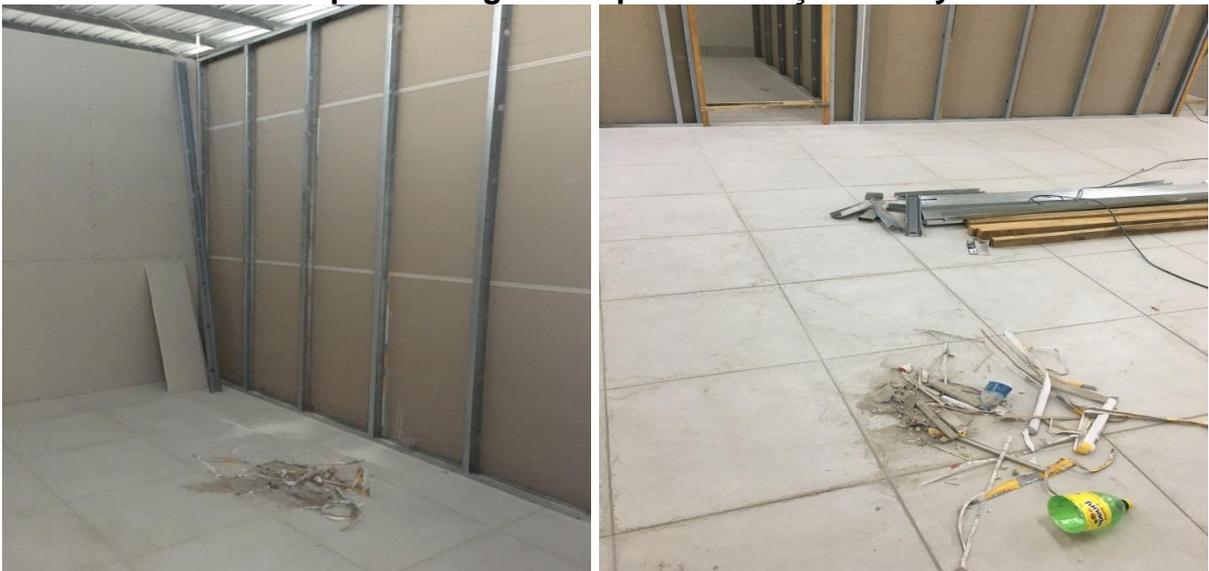
Fonte: O Autor, 2018.

FIGURA 15 e 16 – Parede em “Drywall” pronta



Fonte: O Autor, 2018.

FIGURA 17 e 18 - Desperdícios gerados pela instalação de drywall



Fonte: O Autor, 2018.

2.2.3. Steel frame

O sistema de construção *Light Steel Frame* é outro sistema que difere do convencional e que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado da construção civil. O sistema em questão é constituído por perfis metálicos, constituindo o “esqueleto” da obra e projetado para suportar as cargas da obra a qual será submetida, tendo o seu fechamento em painéis de gesso acartonado para as divisórias internas e placas cimentícias para o fechamento externo.

Essa estrutura em *Steel Frame*, como a estrutura de *DryWall*, é muito leve, portanto alivia muito o peso da construção, diminuindo as cargas e conseqüentemente a necessidade de grandes estruturas, como é o caso do método convencional.

FIGURA 19 - Estrutura em *Steel Frame*



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/617063586414526831/>

FIGURA 20 - Estrutura em *Steel Frame* com vedação



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/517280707193853871/>

É normal haver confusão entre o método construtivo em *Light Steel Frame* e o *DryWall*, pelo fato de conter placas de gesso acartonado nos dois métodos, facilitando assim a confusão de uma pessoa leiga no assunto.

Sendo assim, cabe explicar que o *DryWall* é apenas um método usado para vedações, divisórias, entre outras finalidades que não envolvam e não

necessitem de esforço estrutural, já o sistema *Light Steel Frame* é usado na obra toda, pois sua estrutura em aço galvanizado é projetada para resistir a todos os esforços que serão solicitados, contendo assim características e propriedades estruturais.

Em termos de sustentabilidade, uma construção em *Steel Frame* está muito à frente do método construtivo e alguns passos à frente de uma construção em *Drywall*. Diferentemente desses outros dois métodos que foram citados acima, o sistema em *Light Steel Frame* não necessita que seja confeccionado uma estrutura para suportar os esforços solicitantes, pois como dito acima, o próprio sistema é projetado para isso e como é constituído de perfis de aço galvanizado com fechamento em placas de gesso, dois materiais que são recicláveis e reaproveitados dentro da própria construção, esse método se torna uma ótima opção para quem busca um método rápido e sustentável.

Como em tudo na vida, esse método também tem seus pontos positivos e negativos. Por se tratar de um método construtivo industrializado, o sistema demanda de um bom planejamento, pois como dito popularmente, ele é um método que “não aceita desaforo”, ou seja, é um método que não aceita mudanças repentinas na sua execução, pois quando o material é entregue na obra, ele só precisa ser montado, com as instalações hidráulicas e elétricas previamente estabelecidas, como é o caso do *DryWall* também, portanto erros na fase de planejamento não são solucionados facilmente e nem rapidamente.

Quando se trata de custo, uma obra feita no método *Light Steel Frame*, se não for bem planejada, bem projetada, com escopo pré definido, como deveria ser feito em todas as obras, mas sabemos que negligencia-se muito esses pontos de um projeto, a obra passa a ser inviável, em comparação com o método convencional, por conta dessa falha que se encontra no sistema construtivo e nos profissionais do Brasil.

Segundo Kiss (2009) apud Milan, Novello e dos Reis (2011), os preços de uma construção pequena em *Light Steel Frame* e o preço de uma construção do mesmo tamanho no método construtivo convencional se equiparam, contudo, quando a construção passa dos 100 m², a diferença de preço já aumenta, viabilizando, nesse aspecto, o uso do sistema *steel frame*.

Como no sistema *drywall*, no *steel frame*, o fator que pesa na sua escolha como método construtivo é a velocidade de construção, que gera como consequência, um barateamento do produto final.

3 PROJETOS E ANÁLISES COMPARATIVAS

3.1 Projetos

Para a análise e comparação dos métodos construtivos em estudo neste trabalho, foi necessário a confecção de 3(três) projetos, um para cada método construtivo. Para que haja coerência na comparação dos métodos, foi escolhido 1(um) projeto base e a partir dele foram feitas alterações para adequá-los para cada método em questão.

O projeto escolhido foi o vencedor do 1º prêmio no Concurso Público Nacional de Arquitetura para Novas Tipologias de Habitação de Interesse Social Sustentáveis, entretanto, como dito anteriormente, o projeto foi usado apenas como base, pois para o estudo em questão nesse trabalho, foram necessárias alterações em alguns aspectos. Os arquitetos Giuliano Pelajo, Gustavo Tenca e Inácio Cardona, juntamente com a equipe de projeto composta por Erica Souza e Saulo Feliciano, são os responsáveis pela criação do projeto no ano de 2010.

Segundo os autores, o objetivo foi fazer uma residência compactada e que ao mesmo tempo desse a liberdade aos moradores, por meio dos seus vãos livres, sem desconsiderar a qualidade visual e volumétrica da mesma. Além desses aspectos, os autores buscaram quebrar o paradigma de que habitações de interesse social necessitam ser simples.

Para a elaboração do mesmo, os autores contaram com entrevistas feitas á moradores de residências do sistema CDHU, passando a entender assim as suas necessidades, obtendo assim, um projeto que fosse muito bem aceito pelo seu público alvo.

FIGURA 21 – Plantas do projeto base



Fonte: Site Archdaily

FIGURA 22 – Fachada projeto base



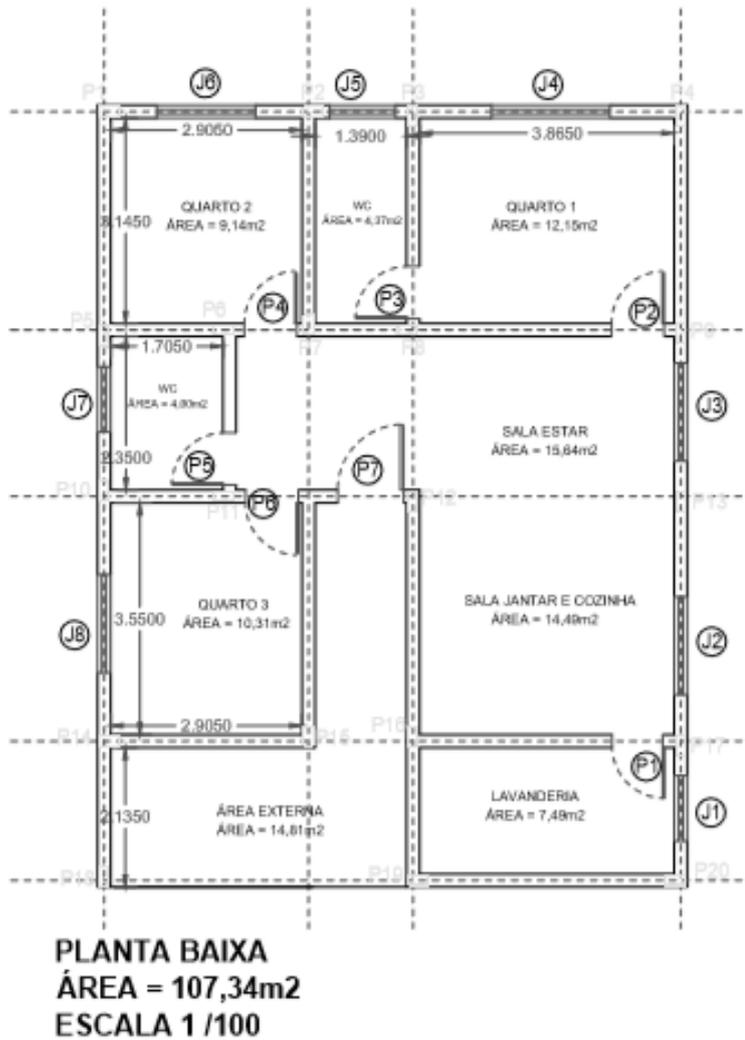
Fonte: Site Archdaily

Nesse trabalho, optamos pela ampliação do projeto base a fim de que o mesmo apresentasse características favoráveis aos três tipos de métodos construtivos propostos, uma vez que para a construção em Steel Frame há indicações de viabilidade em obras acima de 100m².

Para a análise da construção com alvenaria convencional a modulação utilizada foi de 0,24m e o projeto final ficou com a metragem de 107,34m² e se

encontra de forma para melhor visualização no APÊNDICE A – Planta Baixa (método construtivo convencional).

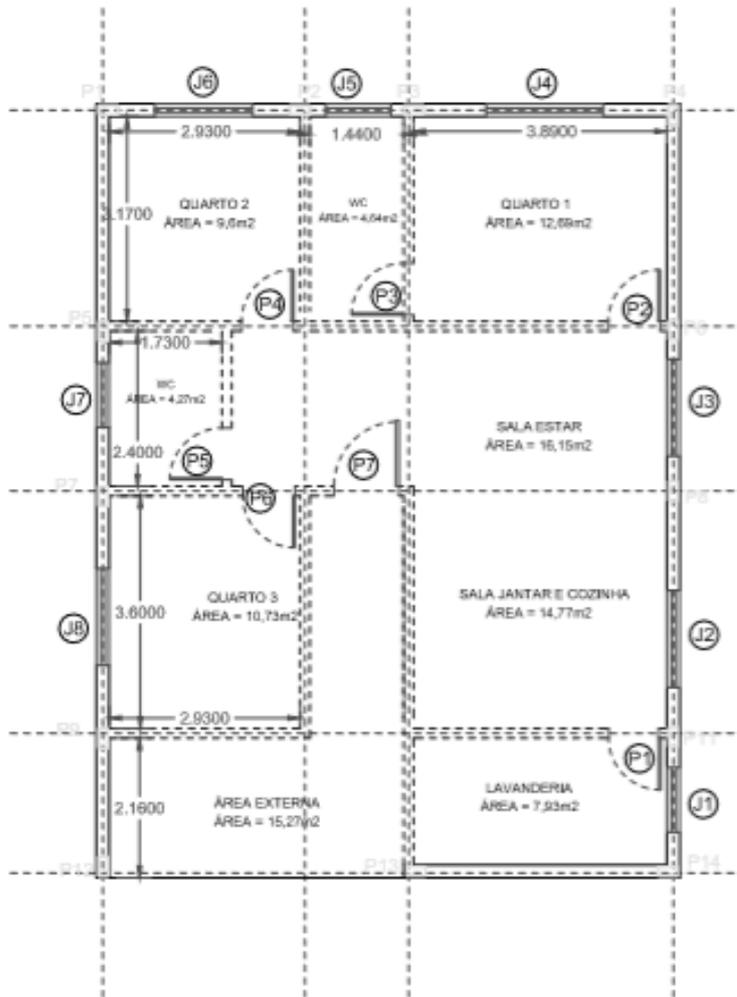
FIGURA 23 – Planta Baixa (Método construtivo convencional)



Fonte: O Autor, 2018.

Para a análise da construção com drywall a modulação utilizada foi de 1,20m e o projeto final ficou com a metragem de 107,34m² e se encontra de forma detalhada no APÊNDICE B – Planta Baixa (Drywall).

FIGURA 24 – Planta Baixa (Drywall)

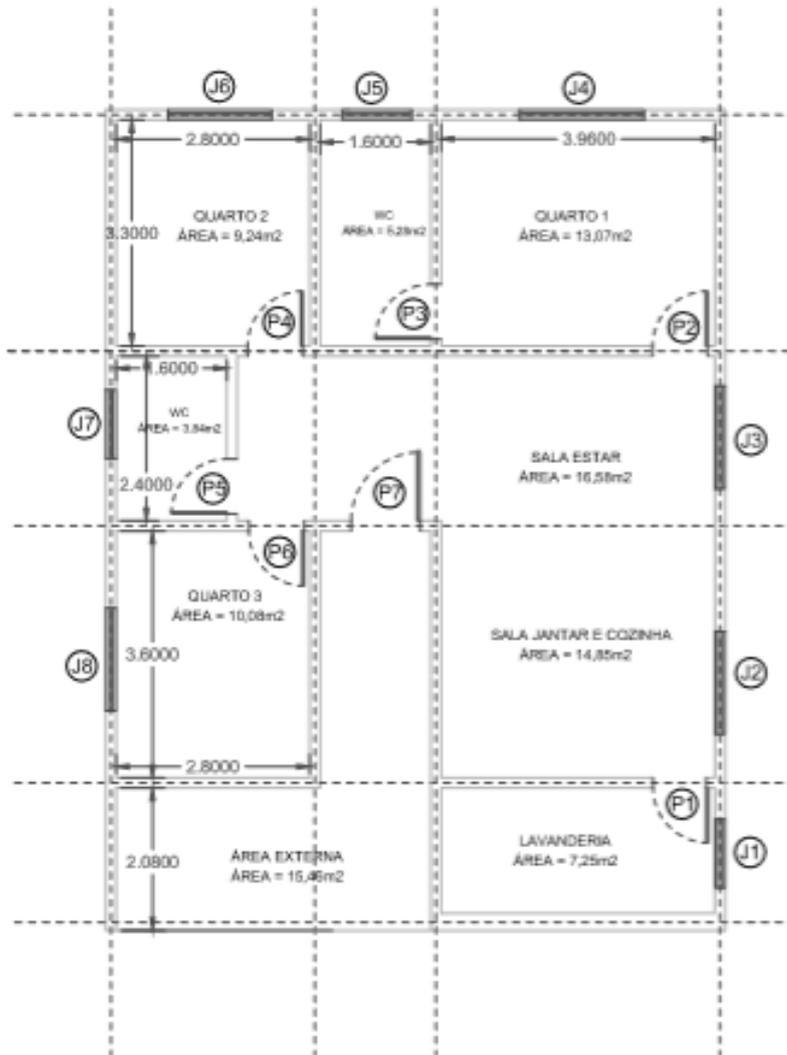


PLANTA BAIXA - Drywall
ÁREA = 107,34m²
ESCALA 1 /100

Fonte: O Autor, 2018.

Para a análise da construção com steelframe a modulação utilizada foi de 1,20m e o projeto final ficou com a metragem de 107,34m² e se encontra de forma detalhada no APÊNDICE C – Planta Baixa (Steel Frame).

FIGURA 25 – Planta Baixa (Steel Frame)



PLANTA BAIXA
ÁREA = 107,34m²
ESCALA 1 /100

Fonte: O Autor, 2018.

Nos três casos, foram considerados forro de gesso acartonado e cobertura com estrutura metálica e telhas de fibrocimento. Para a análise da alvenaria convencional utilizou-se a estrutura também convencional de concreto armado nos pilares e vigas e revestimentos de chapisco e reboco com finalização em pintura látex. No método drywall utilizou-se as paredes externas seguindo o método convencional e as internas utilizando as placas. Na análise do steel frame toda a estrutura da casa foi considerada seguindo o padrão do método.

3.2 Análises Comparativas

Para os resultados, como dito anteriormente, foi utilizado uma planta baixa como padrão com 107m² (cento e sete metros quadrados), contendo 3(três) quartos, sendo 1(uma) suíte, 1(um) banheiro social, salas e cozinha integradas, lavanderia e área externa.

Como mostrado na TABELA 1, a seguir, cada método contém um peso diferente, o que acaba resultando em uma estrutura mais pesada ou mais leve, aliviando, assim, a fundação e até mesmo a estrutura da residência em questão.

TABELA 1 – Peso estrutural de cada método construtivo

PESO ESTRUTURAL	VALOR	UNIDADE
Tijolo cerâmico	250,00	kg/m ²
<i>Steel Frame</i> (parede externa)	46,00	kg/m ²
<i>Steel Frame</i> (parede interna)	45,00	kg/m ²
<i>Drywall</i>	45,00	kg/m ²
Concreto Armado	2500,00	kg/m ³

Fonte: O Autor, 2018.

A partir dos dados contidos na TABELA 1 e das metragens, citadas acima, obtidas em cada um dos métodos construtivos em estudo nesse trabalho, foram calculados os pesos de cada item de cada estrutura e organizados na TABELA 2, para uma melhor identificação e interpretação dos mesmos, gerando assim, no final, um peso total para cada estrutura.

TABELA 2 – Peso estrutural de cada método construtivo em estudo

Método construtivo	Componentes estruturais	Quantidade	Peso Estrutural	Peso Total
<i>Drywall</i>	Drywall	118,59 m ²	5.336,55 kg	33,07 ton
	Alvenaria	110,916 m ²	27.729,00 kg	
	Concreto Armado	3,5 m ³	8.750,00 kg	
Alvenaria Convencional	Alvenaria	217,566 m ²	54.391,5 kg	69,64 ton
	Concreto Armado	6,1 m ³	15.250 kg	
<i>Steel frame</i>	Parede Interna	118,35 m ²	5.325,75 kg	10,38 ton
	Parede Externa	109,83 m ²	5.052,18 kg	

Fonte: O Autor, 2018.

Como cada estrutura de estudo tem suas dimensões e as plantas baixas foram padronizadas, modificando-as apenas na representação do método construtivo, é possível a comparação das áreas úteis obtidas em cada método de estudo e esses dados estão organizados na TABELA 3 para obter-se uma melhor visualização.

TABELA 3 – Áreas úteis em cada método construtivo em estudo

Método construtivo	Área Útil
<i>Drywall</i>	95,16 m ²
Alvenaria Convencional	93,52 m ²
<i>Steel frame</i>	96,52 m ²

Fonte: O Autor, 2018.

Outro aspecto relacionado a sustentabilidade é o custo que o método construtivo se apresenta, portanto a análise de custo foi feita com os materiais da estrutura de alvenarias, desconsiderando os demais aspectos, como fundação, piso, revestimento cerâmico, entre outras atividades. Para o método construtivo em alvenaria convencional, considerou-se as paredes em tijolo cerâmico e sua estrutura em concreto armado (pilares e vigas respaldo), para o caso do *drywall*, levou-se em consideração a alvenaria em tijolo cerâmico, as estruturas em concreto armado (pilares e vigas respaldo) e as divisórias internas em *drywall*. Os dados para os materiais necessários foram retirados da tabela SINAPI, salva a exceção da lã de vidro, que foi retirada de um site de materiais de construção. Porém, para o método construtivo em *steel frame*, foi necessário adotar outra metodologia, pois os itens necessários para confecção de método não se encontram na tabela SINAPI, sendo assim, preciso realizar um orçamento com uma empresa particular da cidade de Presidente Prudente, a Styllus Gesso. Os dados obtidos através dessas análises se encontram nas tabelas a seguir.

TABELA 4 – Composição orçamentária para alvenaria em bloco cerâmico

ALVENARIA EM BLOCO CERÂMICO						
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total	Código
Vigas Respaldo e Pilares						
Concreto Usinado	25 Mpa	5,1	m³	272,51	1389,801	1527
Barra de aço	10 mm	47	Barra 12m	35,45	1666,15	34
Barra de aço	5 mm	70	Barra 12m	8,79	615,3	39
Tábua de madeira	30 cm	94	Peça 3m	18,3	1720,2	6212
Sarrafo de madeira	5 cm	79	Peça 3m	2,34	184,86	4512
Prego	18x24	17	kg	10,45	177,65	5071
Alvenaria				sub-total	R\$ 5.753,96	
Tijolo Cerâmico	19x19x11,5	5,1	Milheiro	600	3060	38783
Cimento	CP-II	22	Saco 50kg	21,9	481,8	10511
Cal	Hidratada	43	Saco 20kg	9,6	412,8	1106
Areia	Grossa	5,7	m³	60	342	367
Chapisco e Reboco				sub-total	R\$ 4.296,60	
Cimento	CP-II	72	Saco 50kg	21,9	1576,8	10511
Cal	Hidratada	113	Saco 20kg	9,6	1084,8	1106
Areia	Grossa	2,3	m³	60	138	367
Areia	Fina	16,1	m³	65	1046,5	366
Forro				sub-total	R\$ 3.846,10	
Forro	Gesso	107	m²	65	6955	
Cobertura				sub-total	R\$ 6.955,00	
Estrutura	Metálica	107	m²	35	3745	
Telha	Fibrocimento	107	m²	27	2889	
				sub-total	R\$ 6.634,00	
				TOTAL	R\$ 27.485,66	

Fonte: O Autor, 2018.

TABELA 5 – Composição orçamentária para o método em *drywall*

DRYWALL						
Item	Descrição	Quant.	Unid.	Preço Unit.	Preço Total	Código
Vigas Respaldo e Pilares						
Concreto Usinado	25 Mpa	3,5	m³	272,51	953,785	1527
Barra de aço	10 mm	27	Barra 12m	35,45	957,15	34
Barra de aço	5 mm	41	Barra 12m	8,79	360,39	39
Tábua de madeira	30 cm	54	Peça 3m	18,3	988,2	6212
Sarrafo de madeira	5 cm	45	Peça 3m	2,34	105,3	4512
Prego	18x24	11	kg	10,45	114,95	5071
Alvenaria				sub-total	R\$ 3.479,78	
Tijolo Cerâmico	19x19x11,5	2,6	Milheiro	600	1560	38783
Cimento	CP-II	12	Saco 50kg	21,9	262,8	10511
Cal	Hidratada	23	Saco 20kg	9,6	220,8	1106
Areia	Grossa	3	m³	60	180	367
Paredes em Drywall				sub-total	R\$ 2.223,60	
Chapa	RU	116,4	m²	29,28	3408,192	39417
Chapa	ST	121,01	m²	19,56	2366,9556	39413
Perfil Guia	70 mm	79,17	m	3,96	313,5132	39419
Perfil Montante	70 mm	260,13	m	4,5	1170,585	39422
Parafuso TA	25 mm	2827,5	unid.	0,05	141,375	39435
Fita	JT	339,3	m	0,22	74,646	39431
Lã de vidro	Isolamento	118,75 5	m²	7,33	870,47415	Emp. Part.
Chapisco e Reboco				Sub-total	R\$ 8.345,74	
Cimento	CP-II	38	Saco 50kg	21,9	832,2	10511
Cal	Hidratada	59	Saco 20kg	9,6	566,4	1106
Areia	Grossa	1,2	m³	60	72	367
Areia	Fina	8,4	m³	65	546	366
Forro				sub-total	R\$ 2.016,60	
Forro	Gesso	107	m²	65	6955	
Cobertura				sub-total	R\$ 6.955,00	
Estrutura	Metálica	107	m²	35	3745	
Telha	Fibrocimento	107	m²	27	2889	
				sub-total	R\$ 6.634,00	
				TOTAL	R\$ 29.654,72	

Fonte: O Autor, 2018.

Para a composição de custo do steel frame, não foi necessário uma tabela, pois, como já dito, foi necessário um orçamento com uma empresa particular Styllus Gesso, que se localiza em Presidente Prudente e foi a única empresa encontrada que executa esse método, obtendo assim, um valor fechado. Nesse valor, está englobado as paredes internas (ST e RU), paredes externas (Osb + cimentícias), forro de gesso acartonado, estrutura metálica do telhado e telhas de fibrocimento, obtendo um valor global, incluindo a mão de obra, de R\$1.300,00 o m², sendo assim, esses serviços, para a casa toda (107m²), gerariam um custo de R\$139.100,00. Esses valores e o orçamento se encontram no ANEXO 1.

Os métodos construtivos se diferenciam em diversos aspectos, entre eles, o tempo necessário para a execução de cada método é um dos aspectos que mais chamam atenção, devido a sua disparidade. Para o cálculo do tempo necessário, foi utilizado os índices da TCPO 14 em conjunto com os dados obtidos em estudos anteriores. Para essa consideração, adotou-se uma equipe de 1(um) trabalhador responsável (pedreiro, pintor, carpinteiro) e 2(dois) ajudantes (servente, ajudante) para todos os serviços e para todos os métodos, podendo assim, obter-se uma comparação mais justa.

Para o método construtivo convencional, considerou-se o serviço de assentamento de blocos, concretagem de estrutura, todos os serviços necessários de formas, chapisco, reboco, emassamento e pintura, como vemos na TABELA 6, a seguir.

TABELA 6 – Dimensionamento de equipe para o método construtivo convencional

ATIVIDADE	UNI D.	QTDE	EQUIPE BÁSICA			ÍNDICE DA EQUIPE		JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOPTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS		
			Pedreiro	Carpinteiro	Servente							Pedreiro	Carpinteiro	Servente
Alvenaria	m ²	217,57	1,00		1,68	0,640	h/m ²	8	18	18	1	1		1,68
Concreto Armado	m ³	5,10	1,00		2,00	4,500	h/m ³	8	3	3	1	1		2
formas - fabricação(pilar)	m ²	36,00		1,00	2,00	1,689	h/m ²	8	8	8	1		1	2
formas - montagem (pilar)	m ²	36,00		1,00	2,00	0,645	h/m ²	8	3	3	1		1	2
formas - desmontagem (pilar)	m ²	36,00		1,00	2,00	0,288	h/m ²	8	2	2	1		1	2
formas - fabricação(viga)	m ²	48,59		1,00	2,00	1,640	h/m ²	8	10	10	1		1	2
formas - montagem (viga)	m ²	48,59		1,00	2,00	0,645	h/m ²	8	4	4	1		1	2
formas - desmontagem (viga)	m ²	48,59		1,00	2,00	0,277	h/m ²	8	2	2	1		1	2
Chapisco	m ²	435,14	1,00		2,00	0,200	h/m ²	8	11	11	1	1		2
Reboco	m ²	435,14	1,00		2,00	0,570	h/m ²	8	32	32	1	1		2

Fonte: O Autor, 2018.

Para o drywall, considerou-se o serviço de assentamento de blocos, concretagem de estrutura, todos os serviços necessários de formas, chapisco, reboco, instalação de paredes em drywall, emassamento e pintura, como vemos na TABELA 7, a seguir.

TABELA 7 – Dimensionamento de equipe para o drywall

ATIVIDADE	UNID.	QTDE	EQUIPE BÁSICA			ÍNDICE DA EQUIPE		JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS		
			Pedreiro	Carpinteiro	Servente							Pedreiro	Carpinteiro	Servente
Alvenaria	m ²	113,08	1,00		2,00	0,640	h/m ²	8	10	10	1	1		2
Concreto Armado	m ³	3,50	1,00		2,00	4,500	h/m ³	8	2	2	1	1		2
formas - fabricação(pilar)	m ²	23,40		1,00	2,00	1,689	h/m ²	8	5	5	1		1	2
formas - montagem (pilar)	m ²	23,40		1,00	2,00	0,645	h/m ²	8	2	2	1		1	2
formas - desmontagem (pilar)	m ²	23,40		1,00	2,00	0,288	h/m ²	8	1	1	1		1	2
formas - fabricação(viga)	m ²	24,77		1,00	2,00	1,640	h/m ²	8	6	6	1		1	2
formas - montagem (viga)	m ²	24,77		1,00	2,00	0,645	h/m ²	8	2	2	1		1	2
formas - desmontagem (viga)	m ²	24,77		1,00	2,00	0,277	h/m ²	8	1	1	1		1	2
Chapisco	m ²	113,08	1,00		2,00	0,200	h/m ²	8	3	3	1	1		2
Reboco	m ²	113,08	1,00		2,00	0,570	h/m ²	8	9	9	1	1		2
Drywall	m ²	118,59	1,00		2,00	0,830	h/m ²	8	13	13	1	1		2

Fonte: O Autor, 2018.

Para o steel frame, considerou-se o serviço de instalação da estrutura em steel frame, emassamento e pintura, como vemos na TABELA 8, a seguir.

TABELA 8 – Dimensionamento de equipe para steel frame

ATIVIDADE	UNID.	QTDE	EQUIPE BÁSICA		ÍNDICE DA EQUIPE		JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS	
			Pedreiro	Servente							Pedreiro	Servente
Steel Frame	m ²	228,18	1,00	2,00	0,500	h/m ²	8	15	15	1	1	2

Fonte: O Autor, 2018.

A partir das tabelas 6, 7 e 8, obtemos os dias necessários para a conclusão das paredes e estrutura dos métodos e a partir desse dado, estipulando uma diária para os trabalhadores principais (pedreiro e carpinteiro) de R\$120,00, uma diária para os ajudantes (serventes) de R\$60,00 e uma diária para os trabalhadores especiais (instaladores de paredes em drywall e estrutura de steel frame) de R\$150,00, obtendo assim, o custo da mão de obra necessária para a execução do método, valores, esses, que estão nas tabelas a seguir.

TABELA 9 – Custo de mão de obra para método construtivo convencional

Método construtivo convencional				
Profissionais	Dias	Equipe	Diária	Custo
Principal	93	1	R\$ 120,00	R\$ 22.320,00
Ajudante	93	2	R\$ 60,00	

Fonte: O Autor, 2018.

TABELA 10 – Custo de mão de obra para drywall

Drywall				
Profissionais	Dias	Equipe	Diária	Custo
Principal	41	1	R\$ 120,00	R\$ 13.350,00
Ajudante	54	2	R\$ 60,00	
Especial	13	1	R\$ 150,00	

Fonte: O Autor, 2018.

TABELA 11 – Custo de mão de obra para steel frame

Steel Frame				
Profissionais	Dias	Equipe	Diária	Custo
Ajudante	15	2	R\$ 60,00	R\$ 4.050,00
Especial	15	1	R\$ 150,00	

Fonte: O Autor, 2018.

4. RESULTADOS

A análise dos projetos apresentados nos mostra que nos três casos, embora haja existência de alterações de metragem para a modulação específica de cada método, a metragem final da casa se manteve nos 107,34m².

Com relação à planilha de custos percebemos que o método Drywall apresenta um resultado semelhante ao da alvenaria convencional principalmente pelo fato de utilizarmos da estrutura convencional para as paredes de vedação externa. O método Steel Frame, apresenta um custo/m² superior tanto à alvenaria convencional como ao drywall. Isso ocorre por diversos fatores dentre os quais podemos destacar que nesse método não se encontra em grande quantidade de fornecedores e muito menos de mão de obra, colaborando para o seu custo muito elevado em comparação com os outros métodos.

Nesse caso, o aspecto responsável pela diferença no preço final da edificação se encontra na mão de obra, pelo fato dos métodos inovadores ter como uma das principais características a sua velocidade de execução comparada ao método construtivo convencional. O método convencional se mostra, aproximadamente, 6 vezes mais lento que o steel frame e 2 vezes mais lento que o drywall. Pelos índices da TCPO e pelos valores adotados como diárias de funcionários, o custo de mão de obra dos métodos inovadores é realmente mais barato, com o steel frame chegando a ser, aproximadamente, 1/5 do preço do método convencional, em consequência dessa velocidade de execução, mas para cidade de Presidente Prudente, a realidade diverge dos dados obtidos e os valores para o drywall se aproximam de 50% do valor do método convencional.

Outro fator que deve ser levado muito a sério, é o peso gerado pela estrutura, pois a diferença é muito significativa. A estrutura do método construtivo convencional se mostra muito pesada, sendo, aproximadamente, o dobro do peso da estrutura da construção em drywall e quase 7(sete) vezes mais pesada que a construção em steel frame.

Mesmo com a redução da carga do método convencional para o drywall, é necessário que se faça uma fundação profunda, como é o caso das estacas, porém a redução no número é considerável e barateia ainda mais esse tipo de construção. Já para o caso de steel frame, só é necessário uma fundação rasa, do tipo radier, por exemplo.

Além de todos os resultados já apresentados, há mais um aspecto que diferencia os métodos em estudo, que é a área útil disponível em cada método. Nesse aspecto, a diferença não é tão grande, porém, como nos resultados acima, o método convencional fica atrás do drywall em 1,64m²(um vírgula sessenta e quatro) e do steel frame em 3,00m²(três).

5. CONCLUSÃO

Com as análises feitas neste mesmo trabalho, anteriormente, entende-se que o *drywall* é mais barato, mais rápido, mantém uma qualidade alta no produto final e com uma redução muito significativa no volume de material desperdiçado comparando-o com o método de construção convencional (alvenaria de tijolo cerâmico) e ainda tendo a possibilidade de que todo esse material desperdiçado seja reciclado.

A respeito do steel frame, quando analisado sua velocidade de execução, a qualidade do produto final, volume de resíduo, possibilidade de reciclagem desses resíduos e até mesmo em relação a sua mão de obra pelos índices das tabelas usadas para o estudo, a estrutura em steel frame se destaca não só em relação ao método construtivo convencional, mas também em relação ao drywall.

Portanto, a conclusão que esse trabalho nos apresenta, é que o *steel frame* é um método muito sustentável e o mais eficiente, em uma visão apenas do aspecto de engenharia, porém, para o caso da cidade de Presidente Prudente essa realidade se altera, fazendo que o steel frame seja ultrapassado pelos outros dois métodos em questão da viabilidade, tudo isso ocorre pelo fato de não se encontrarem muitas empresas na cidade.

Outra conclusão que foi possível obter com esse trabalho, é que para o caso da cidade de estudo, Presidente Prudente, o método que se mostra mais sustentável e eficiente é o drywall, pois além de ser de rápida execução, ótimo acabamento, gerar uma pequena quantidade de resíduos e ter a possibilidade de reciclar esse resíduo, a cidade já conta com uma grande quantidade de empresas que fazem esse tipo de serviço, obtendo uma grande oferta do produto, o que, conseqüentemente, acaba o barateando, fazendo com que se equipare com o método construtivo convencional.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira do Drywall. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/index1.php/7/parede>>. Acesso em 22 de abril de 2018.

BOZZA, Stéfano. **Entenda a Crise Econômica Brasileira.** Disponível em: <<http://stefanobozza.com.br/economia-financas/entenda-crise-economica-brasileira/>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº307 de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 18 de abril de 2018.

CARVALHO, Michele Tereza M.; SPOSTO, Rosa Maria. **Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com Foco no Projeto.** Brasília, 2012, 19 páginas. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212012000100014&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em 26 de março de 2018.

CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE. **Site da fundação Vanzolini.** Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em 24 de abril de 2018.

DE SOUZA, Ubiraci E. L.; PALIARI, José C.; DE ANDRADE, Artemária C.; AGOPYAN, Vahan. **Perdas de Materiais nos Canteiros de Obras: A Quebra do Mito.** Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/Perdas%20Revista%20Qualidade.pdf>>. Acesso em 17 de abril de 2018.

JÚNIOR, Ribeiro C.. **A História do Light Steel Frame.** Disponível em: <<http://www.360construtora.com.br/steel-frame/a-historia-do-light-steel-frame/>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

KONDO, Rafael S.. **Sistemas de Construções Pré-Fabricadas (Drywall).** Itapeva, 2012, 4 páginas. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/baDzM4g6hHcmP7P_2014-4-16-21-43-29.pdf>. Acesso em 22 de abril de 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 10.295 – Lei de Eficiência Energética de 17 de Outubro de 2001.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2014/lei.pdf>>. Acesso em 18 de abril de 2018.

LIMA, Alcindo Martins. Instrumentos de reporte de sustentabilidade (Triple Bottom Line). **Foz do Iguaçu: UFSM,** 2007.

MOTTA, Silvio R. F.; AGUILAR, Maria Teresa P.. **Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações.** Minas Gerais, 2009, 36 páginas. Disponível em:

<<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50953/55034>>
Acesso em 26 de março de 2018.

OLIVEIRA, Guynther F.. **Comparativo Técnico e Financeiro Entre o Emprego da Alvenaria em Bloco Cerâmico e Drywall**. Brasília, 2014, 30 páginas. Disponível em: <<https://repositorio.ucb.br/jspui/handle/10869/4686>>. Acesso em 22 de abril de 2018.

PINHO, Suenne A. C.; LORDSLEEM JR., Alberto C.. **O Custo da Perda de Blocos/Tijolos e Argamassa da Alvenaria de Vedação: Estudo de Caso na Construção Civil**. Fortaleza, 2009, 15 páginas.
Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1157>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

SARAIVA, Alessandra; BÔAS, Bruno V.. **Índice da Construção Civil sobe 0,27% em Janeiro, aponta IBGE**.
Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/5314681/indice-da-construcao-civil-sobe-027-em-janeiro-aponta-ibge>>. Acesso em 07 de maio de 2018.

Selo Ecológico – Instituto Falcão Bauer. Disponível em: <<http://www.ifbauer.org.br/certificacao-produtos/selo-ecologico>>. Acesso em 24 de abril de 2018.

SILVA, Francisco. **Quando o steel frame chegou no Brasil? A história e o futuro do sistema**. Porto Alegre, 13 out, 2017. Disponível em : <<http://lightsteelframe.eng.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-historia-e-futuro-do-sistema/>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

DELAQUA, Vitor. **Habitação de Interesse Social Sustentável / 24.7 arquitetura design**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-141035/habitacao-de-interesse-social-sustentavel-slash-24-dot-7-arquitetura-design>>. Acesso em 06 de setembro de 2018.

CARDOSO, Luiza Moura. **Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil**. 29 de setembro de 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em 04 de setembro de 2018.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo - SINDUSCON-SP. Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2012/08/residuos_construcao_civil_sp.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2018.

7. ANEXO

ANEXO 1

Orçamento de sistema Steel Frame feito pela empresa Styllus Gesso



Styllus Gesso Artif. De Gesso Ltda

RUA PASCOAL VERNILLE, 279 VILA REAL PRES. PTE SP --- CNPJ:67.094.854/0001-55 INSC EST: 562.697.115.112

FONE (18) 3909-1221 // (18) 99772-1221 EMAIL- (styllusgesso@hotmail.com)

Cliente:	JOÃO	e-mail:	
Contato:	O MESMO	Tel.:	
Endereço:	PRESIDENTE PRUDENTE	Celular:	
Obra:		Local Obra:	
		Contato Obra:	

Conforme solicitação, enviamos nossa proposta de orçamento conforme descrito abaixo:

Item	Qtde	Unid	Descrição	Unit.	Total
1	107,00	MTS	Sistema de Construção Light Stell Frame, para residencia com pé direito de 3 mts composta por: Paredes internas com Placas de Gesso acartonado ST (areas secas) e RU (areas umidas); Paredes Externas com placas Osb +Placas Cimenticias e Tivek; Forro de gesso interno com placas de gesso ST. Estrutura do telhado com Perfis do sistema para duas Aguas, Telhas de fibro cimento.	R\$ 1.300,00	R\$ 139.100,00

Obs: Neste orçamento, não esta incluso MATERIAL e MÃO DE OBRA para: Eletrica, Hidraulica, Pintura, Alvenaria(civil), Projetos etc... Bem como não inclue Portas, Janelas, portões etc..., Piso ceramico, vasos, pias etc... Ou seja nenhum tipo de acabamento interno ou externo exceto o do sistema Stell Frame.

Total	R\$	139.100,00
--------------	------------	-------------------

CONDIÇÕES GERAIS

Prazo de pagamento Material	50% entrada / restante a combinar	TOTAL GERAL R\$ 139.100,00
Prazo de pagamento Mão de Obra	50% entrada / restante a combinar	
Entrega dos materiais	Á COMBINAR	
Início dos Serviços	Á COMBINAR	
Término dos Serviços	Á COMBINAR	
Garantia da Mão de Obra	5 anos	
Impostos	JÁ INCLUSOS	
Validade	30 dias	
Frete	JÁ INCLUSOS	

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Valores válidos para esta proposta e serviços realizados em horario comercial de segunda a sexta.
ESPECIFICAÇÃO DO(S) PRODUTO(S)

TERMO DE RESPONSABILIDADE

- O Objeto do contrato é o fornecimento de material e mão de obra especializada, pela Contratada para execução de serviços de gesso na obra acima descrita.
- A quantidade, preços e condições de pagamento estão em anexo no orçamento.
- Do Prazo e Execução: O serviço ora contratado será executado apartir da autorização expressa co responsável pela obra.
- A Contratante fornecerá detalhes técnicos para execução dos serviços, bem como removerá por sua conta qualquer obstáculo ou empecilho que possa interferir na execução dos serviços pela Contratada;

 Cliente
 Aprovação da Proposta
 ___/___/___

CARIMBO DA EMPRESA

8. APÊNDICES

APÊNDICE A

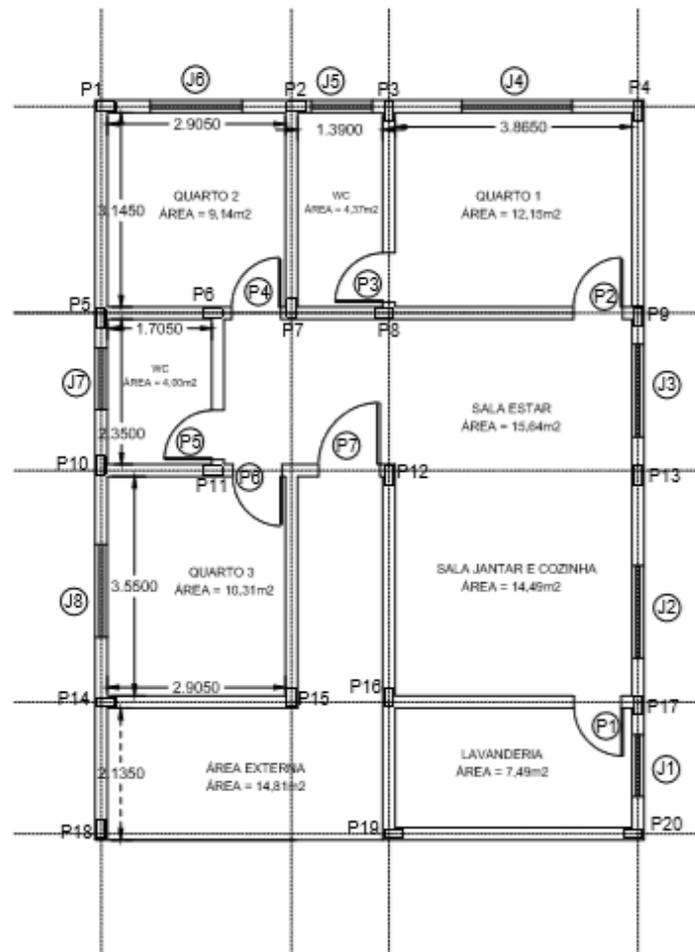
Planta Baixa (Método construtivo convencional)

APÊNDICE B

Planta Baixa (Drywall)

APÊNDICE C

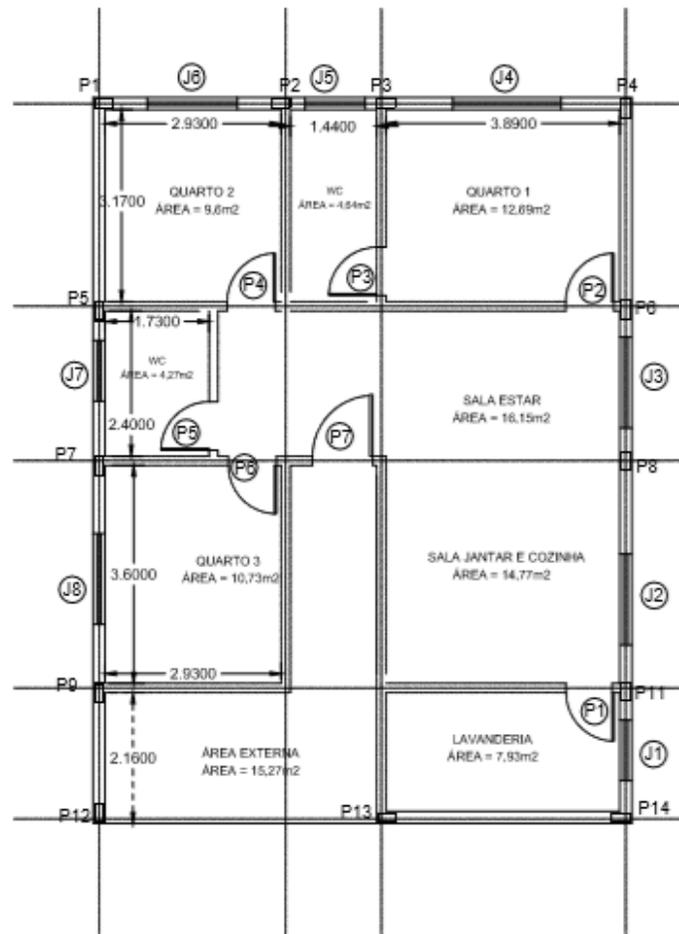
Planta Baixa (Steel Frame)



PLANTA BAIXA
ÁREA = 107,34m²
ESCALA 1/100

TABELA DE VÃOS	
JANELAS	DIMENSÕES
J1	1,0X1,0/1,5
J2	1,5X1,0/1,10
J3	1,5X1,0/1,10
J4	1,8X1,0/1,10
J5	1,0X1,0/1,5
J6	1,5X1,0/1,10
J7	1,0X1,0/1,5
J8	1,5X1,0/1,10
PORTAS	
P1	0,8X2,10
P2	0,8X2,10
P3	0,8X2,10
P4	0,8X2,10
P5	0,8X2,10
P6	0,8X2,10
P7	1,0X2,5

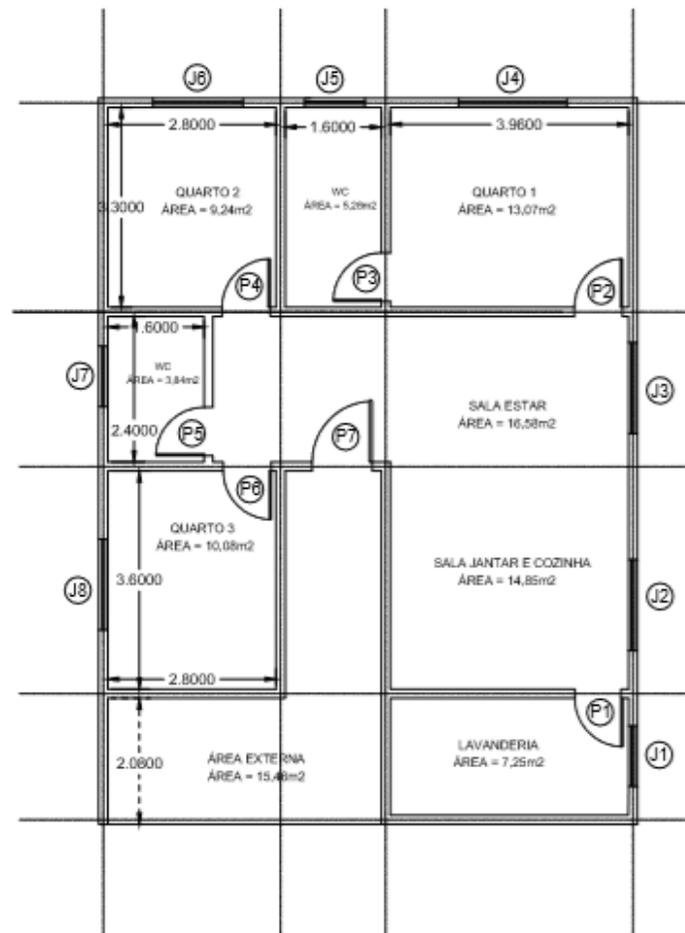
APÊNDICE A		BOLSA OBRAS
Nome: _____ TRABALHO DE CURSO Assunto: _____ PROJETO DE ARQUITETURA Instituição: _____ CENTRO UNIVERSITÁRIO ANTONIO CARLOS DE TOLEDO No. de Ins. ARQUITETO CONSTRUÇÃO CIVIL Matr. _____ PRECATORIO PROCECATE - 17		
Data: _____ Hora: _____		



PLANTA BAIXA - Drywall
ÁREA = 107,34m²
ESCALA 1/100

TABELA DE VÃOS	
JANELAS	DIMENSÕES
J1	1,0x1,0/1,5
J2	1,5x1,0/1,10
J3	1,5x1,0/1,10
J4	1,8x1,0/1,10
J5	1,0x1,0/1,5
J6	1,5x1,0/1,10
J7	1,0x1,0/1,5
J8	1,5x1,0/1,10
PORTAS	
P1	0,8x2,10
P2	0,8x2,10
P3	0,8x2,10
P4	0,8x2,10
P5	0,8x2,10
P6	0,8x2,10
P7	1,0x2,5

APÊNDICE B		COLUNA DIREITA
Nome: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____		
Nome: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____		Nome: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____
Nome: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____		Nome: _____ Endereço: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP: _____



PLANTA BAIXA
ÁREA = 107,34m²
ESCALA 1/100

TABELA DE VÃOS	
JANELAS	DIMENSÕES
J1	1,0X1,0/1,5
J2	1,5X1,0/1,10
J3	1,5X1,0/1,10
J4	1,8X1,0/1,10
J5	1,0X1,0/1,5
J6	1,5X1,0/1,10
J7	1,0X1,0/1,5
J8	1,5X1,0/1,10
PORTAS	
P1	0,8X2,10
P2	0,8X2,10
P3	0,8X2,10
P4	0,8X2,10
P5	0,8X2,10
P6	0,8X2,10
P7	1,0X2,5

APÊNDICE C		FOLETA
		DESCRIÇÃO
Nome: _____ TRABALHO DE CURSO Nome: _____ FACULDADE PEDRO DE MOURA/UNIVERSIDADE Nome: _____ CENTRO UNIVERSITÁRIO ANTONIO BOGADO DE TIJUBÁ Rua do Rio: _____ TIJUBÁ - RJ Nome: _____ FONE: (21) 2611-1111 - 111		
Data: _____		DE: _____ PARA: _____
_____		_____
_____		_____
_____		_____