

Universidade Brasil
Curso de Engenharia Civil, Campus Descalvado.

HENRIQUE GABRIEL DE FREITAS
LETICIA RAMOS

RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPARATIVO
ENTRE ALVENARIA E LIGHT STEEL FRAME COM DRYWALL

SOLID WASTE OF CIVIL CONSTRUCTION: COMPARATIVE BETWEEN
MASONRY AND LIGHT STEEL FRAME WITH DRYWALL

DESCALVADO
2017

HENRIQUE GABRIEL DE FREITAS
LETICIA RAMOS

RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPARATIVO ENTRE
ALVENARIA E LIGHT STEEL FRAME COM DRYWALL

Orientadora: Prof.^a Dra. Valéria Peruca Melo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

DESCALVADO/SP

2017

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste TCC, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno:

Data:

F936r Freitas, Henrique Gabriel de
Resíduos sólidos da construção civil: comparativo entre alvenaria e lighth steel frame com drywal / Henrique Gabriel de Freitas, Leticia Ramos. – Descalvado: [s.n.], 2017. 53f. : il. ; 29,5cm.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a Dra. Valéria Peruca Melo

1. Resíduos construção civil. 2. LFS. 3. Placas de gesso. 4. Alvenaria. I. Ramos, Leticia. II. Título.

CDD 693

**HENRIQUE GABRIEL DE FREITAS
LETÍCIA RAMOS**

**RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA E LIGHT STEEL
FRAME COM DRYWALL**

Trabalho de Conclusão apresentado como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, à Universidade Brasil, desenvolvido sob a orientação da Prof.^a Dra Valéria Peruca de Melo.

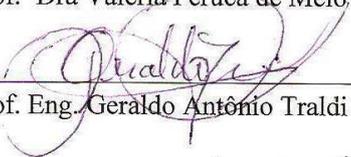
Aprovado em 31 de outubro de 2017.

Com Nota 9,6

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra Valéria Peruca de Melo.



Prof. Eng. Geraldo Antônio Traldi Júnior



Prof.^a Esp. Maria Eliza Bianchi dos Santos

DEDICATÓRIA

Aos nossos pais

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais, pelo incentivo e apoio.

Aos nossos professores por esses cinco anos. E, especialmente, a nossa orientadora Valeria Peruca Melo por ser prestativa e desempenhar sua orientação da melhor forma possível.

A vida é feita de momentos, sim, a vida

RESUMO

O século XXI apresentou grande crescimento no que se refere ao número de construções civis, com os programas de residências populares, o que, gerou também, um grande volume de resíduos sólidos levando a uma preocupação por parte dos órgãos públicos. Com as construções de alvenaria sendo um dos setores que utilizam o maior volume de materiais, leis passaram a existir para que definisse o destino para locais adequados desses resíduos. Em países europeus e norte-americanos um outro sistema construtivo existe e está começando a ser utilizado no Brasil, é o *Light Steel Frame* (LSF) com a utilização de *drywall* para as vedações internas e externas que, por serem feitos de materiais de gesso acartonado, possuem, em sua composição, outros materiais. O presente estudo elaborado por meio de revisão bibliográfica tem o objetivo de comparar os sistemas construtivos do tipo *drywall* e alvenaria no que diz respeito à quantidade de resíduos sólidos gerados, partindo inicialmente pela definição da construção de alvenaria, bem como os materiais utilizados e quais os resíduos das construções nesse sistema, além de definir o LSF e o *drywall*, apresentar a construção de residência feita com esse material e os resíduos de construção utilizando esse método construtivo. Com a análise dos textos pode-se afirmar que o sistema LSF com *drywall* apresenta grandes vantagens no que se refere aos resíduos sólidos de construção que, é muito baixo, em comparação com as construções em alvenaria.

Palavras-chave: Resíduos construção civil, LFS, placas de gesso, alvenaria.

ABSTRACT

The XXI century presented a great growth in the number of civil constructions, with the programs of popular residences, which, also, generated, a large volume of solid waste leading to a concern on the part of public agencies. With the masonry constructions being one of the sectors that use the largest volume of materials, laws came into existence to define the destination for appropriate locations of such waste. In European and North American countries another construction system exists and is beginning to be used in Brazil, it is the Light Steel Frame (LSF) with the use of drywall for the internal and external seals that, because they are made of materials of gypsum board, have, in their composition, other materials. The purpose of this study was to compare the drywall and masonry type construction systems with regard to the amount of solid waste generated, starting from the definition of the masonry construction, as well as the materials used and which residues of the constructions in this system, besides defining the LSF and the drywall, present the construction of residence made with this material and the construction residues using this constructive method. With the analysis of the texts it can be stated that the LSF system with drywall presents great advantages with regard to solid construction waste which is very low compared to the masonry constructions.

Keywords: Construction waste, LSF, gypsum boards, masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conjunto de prédios com 8 pavimentos construídos em alvenaria não armada	17
Figura 2: Conjunto Residencial da Lapa - 1966.....	18
Figura 3: Argamassa de assentamento.	19
Figura 4: Light Steel Framing (LSF).....	24
Figura 5: Desenho esquemático do Sistema <i>Steel Frame</i>	26
Figura 6: Detalhe do Sistema Light Steel Frame	26
Figura 7: Casa Construída com o sistema LSF	27
Figura 8: Sistema construtivo <i>wood frame</i>	28
Figura 9: Fechamento paredes com Drywall.....	28
Figura 10: Placas de drywall: 1 – Resistente à umidade (RU); 2 – Standard (ST, padrão); 3 – Resistência ao Fogo (RF)	34
Figura 11: Fluxograma da reciclagem do gesso.	41
Figura 12: Diferenças entre alvenaria e drywall.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação da brita em função da granulometria, sua disposição e aplicações na Construção Civil.....	21
Quadro 2: Processo de fabricação de drywall.....	31
Quadro 3 - Materiais escolhidos para a análise.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
LSF	Light Steel Frame
mm	Milímetros
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos sólidos de construção civil
SINDIPEDRAS	Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivo	14
1.2. Metodologia	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Indústria da Construção Civil	15
2.2 Construção em Alvenaria.....	15
2.2.1 Alvenaria não armada.....	16
2.2.2 Alvenaria Armada	17
2.2.3 Materiais para Construção em Alvenaria	18
2.2.3.1 Areia e Brita.....	20
2.2.3.2 Cimento	22
2.2.3.3 Aço - Ferro	22
2.3 Light Steel Frame.....	24
2.3.1 Vantagens do Light Steel Frame	29
2.4 Drywall	30
2.4.1 Processo de Fabricação e Tipos de Placas de Gesso Acartonado	31
2.4.2 Especificações das Placas de Drywall.....	33
2.4.3 Vantagens do Drywall.....	35
2.5 Resíduos Sólidos na Construção em alvenaria	36
2.6 Resíduos da construção do Light Steel Frame	38
2.7 Resíduos da construção com drywall.....	38
2.8 Comparação entre resíduos construção alvenaria LSF e Drywall	42
2.8.1 Alvenaria	42
2.8.2 Drywall.....	42
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil apresentou crescentes resultados no século XXI, o que alavancou a economia em várias cidades brasileiras, com os chamados programas de construção de habitações populares. Mas, em contrapartida, originou uma grande quantidade de resíduos sólidos gerados nas construções. A partir dessa questão, órgãos governamentais criaram leis determinando o destino correto desses materiais, tanto de materiais originados de construções novas como os resíduos de reformas residenciais.

No Brasil, existem vários métodos construtivos, que utilizam materiais como areia, cal, cimento e água, no caso das construções em alvenaria, ou as madeiras próprias às residências. Em todos esses sistemas, o resultado de um canteiro de obras é sempre com muito material de sobra de construção que deverá ser encaminhada para locais adequados para reciclagem ou para descarte correto, não prejudicando, assim, o meio ambiente.

Na Europa e Estados Unidos existe outra técnica construtiva, e que está começando a ser utilizada no Brasil, que é *Light Steel Frame* (Perfis de aço livre) com a utilização de *drywall* para as vedações internas e externas que, por serem feitos de materiais de gesso acartonado, possuem, em sua composição, outros materiais.

Desta forma, o presente estudo visa responder ao questionamento sobre qual sistema construtivo ocasiona maior quantidade de resíduos na construção civil, se o LSF ou a Alvenaria.

1.1. Objetivo

Comparar os sistemas construtivos do tipo *drywall* e alvenaria no que diz respeito a quantidade de resíduos sólidos gerados, partindo inicialmente pela definição da construção de alvenaria, bem como os materiais utilizados e quais os resíduos das construções nesse sistema, além de definir o LSF e o *drywall*, apresentar a construção de residência feita com esse material e os resíduos de construção utilizando esse método construtivo.

1.2. Metodologia

Assim, por meio de revisão bibliográfica, com busca de artigos científicos, monografias e revistas especializadas,

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria da Construção Civil

A indústria da construção civil provoca impactos ambientais, uma vez que é um grande consumidor de recursos naturais e por contribuir com a geração de resíduos sólidos de construção civil (RCC). A preocupação com desperdícios de materiais, custos, prazos e o meio ambiente tem tomado novo rumo quanto ao modelo de gestão das construtoras, que buscam a manutenção de posição competitiva e a sustentabilidade das construções. Atualmente, ela é tida como um processo construtivo eficiente e racional (SANTOS et al., 2015).

Nas três últimas décadas, a indústria da construção civil atentou para significativas mudanças de postura no que se refere à sua relação com o meio ambiente, impulsionando a busca de novos conceitos e soluções técnicas que visem a sustentabilidade de suas atividades (SANTOS et al., 2015).

Segundo Furtado (2005) apud Oliveira (2015), a construção civil contribui com uma grande parcela da deterioração ambiental nos países desenvolvidos, pois o setor utiliza, no ponto de vista global, aproximadamente 30% das matérias-primas, 42% do consumo de energia, 25% do uso de água e 16% do uso de terra. Em relação à degradação ambiental, a construção civil é responsável por 40% das emissões atmosféricas, 20% dos efluentes líquidos, 25% dos sólidos e 13% de outras liberações.

2.2 Construção em Alvenaria

A indústria da construção civil é geradora de mão de obra, direta e indireta, e possibilita um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país, mas, em contrapartida, é também essa indústria responsável por uma grande quantidade de resíduos sólidos que são descartados irregularmente no meio ambiente todos os anos, tanto por grandes construtoras como por moradores de habitações populares.

As políticas públicas voltadas ao gerenciamento de RCC buscam impulsionar as empresas geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura gerencial e adotar medidas que visem a redução da quantidade de resíduos produzidos.

No Brasil, a alvenaria estrutural foi introduzida na década de 60 com a construção de alguns edifícios em São Paulo. Sua disseminação se deu com a construção dos conjuntos habitacionais na década de 80 e surgimento das fábricas de blocos sílico-calcários e cerâmicos (ROMAN, 2015).

Nas duas últimas décadas, com o surgimento de novos centros de pesquisa, a alvenaria estrutural vem se normalizando e ampliando sua abrangência nos setores habitacional, comercial e industrial. Atualmente, ela é tida como um processo construtivo eficiente e racional e as construções brasileiras são, em grande maioria, feitas em alvenaria que, por definição, é toda obra constituída de elementos como pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por argamassa (TAUIL e NESSE, 2010).

Tauil e Nese (2010) definem alvenaria como o conjunto de peças justapostas, coladas em sua interface por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso, podendo ser do tipo não armada e armada.

2.2.1 Alvenaria não armada

A alvenaria não armada é aquela que não recebe graute. Utilizam armadura apenas por aspectos construtivos tais como vergas e contravergas, para evitar patologias como trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura (TAUIL e NESSE, 2010).

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10837, item 3.4, alvenaria estrutural não armada de blocos vazados de concreto é “aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que contém armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, não sendo esta última considerada na absorção dos esforços calculados” (ABNT, 1989).

Segundo Campos (2007), a alvenaria estrutural não armada foi inaugurada no Brasil no ano de 1977, com a construção, em São Paulo, de um edifício de nove pavimentos em blocos sílico-calcário, apresentada na Figura 1.



Figura 1: Conjunto de prédios com 8 pavimentos construídos em alvenaria não armada
Fonte: Campos (2007)

2.2.2 Alvenaria Armada

Alvenaria armada é aquela que recebe reforços de aços em determinadas regiões devido às exigências estruturais. São utilizadas armaduras passivas dentro dos vazios dos blocos para posterior grauteamento, sendo também preenchidas todas as juntas (TAUIL e NESSE, 2010).

No item 3.5 da NBR 10837 (ABNT, 1989), “alvenaria estrutural armada de blocos vazados de concreto, segundo a mesma referência, é a construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuamente com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração.”

As paredes de alvenaria armada não podem ter espessura inferior a $1/20$ de sua altura efetiva e, para os dois casos (armada e não armada), não podem ser inferiores a 14 cm. Para determinar a altura efetiva da parede, consideram-se os seguintes critérios: se a parede é apoiada na base e no topo, segundo a direção normal de seu plano médio, a sua altura efetiva deve ser a altura real da parede; se não há apoio no topo, a sua altura efetiva será duas vezes a

altura da parede acima de sua base (CAMPOS, 2011). Na Figura 2 está apresentado o Central Parque da Lapa, na cidade de São Paulo, construído em 1966.



Figura 2: Conjunto Residencial da Lapa - 1966
Fonte: Campos (2007)

2.2.3 Materiais para Construção em Alvenaria

Os materiais de construção podem ser simples ou compostos, obtido diretamente da natureza ou resultado de trabalho industrial. O seu conhecimento é que permite a escolha dos mais adequados à cada situação do seu correto uso e depende, em grande parte, da solidez, durabilidade, custo e beleza (acabamento) das obras (BUENO, 2000).

A alvenaria convencional é formada por pilares, vigas e lajes de concreto, sendo que os vãos são preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação. Neste caso, o peso da construção é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundações e, por isso, as paredes são conhecidas como “não-portantes” (SOUZA, 2014a).

Para a construção de elementos como pilares e vigas são usados aço estrutural e formas de madeira. Depois da construção das paredes, é preciso “rasgá-las” para embutir as instalações hidráulicas e elétricas. Em seguida, deve ser iniciada a etapa de revestimento, caracterizada pela aplicação do chapisco, massa grossa, massa fina e pintura (SOUZA, 2014a).

O termo “agregados para a construção civil” é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. São basicamente a areia e a rocha britada (VALVERDE, 2001).

O United States Geological Survey (USGS) afirma que os agregados são os recursos minerais mais acessíveis à humanidade e as matérias-primas mais importantes usadas na indústria da construção civil, sendo o concreto o segundo material mais consumido em volume, depois da água. A areia e a brita são abundantes na natureza e apresentam baixo valor unitário. No entanto, seu consumo constitui um importante indicador do perfil socioeconômico de um país (FERREIRA e FONSECA JUNIOR, 2013)

Utiliza-se a argamassa de assentamento para solidarizar a ligação entre os blocos pertencentes a uma alvenaria (Figura 3). Geralmente, a argamassa de assentamento é composta por areia, cal, cimento e água, e tem, como uma de suas finalidades, distribuir uniformemente as cargas atuantes da parede e absorver pequenas deformações. Dependendo dos requisitos específicos, pode-se também adicionar aditivos, pigmentos e outras adições minerais (SILVA, 2013).



Figura 3: Argamassa de assentamento.

Fonte: Silva (2014)

2.2.3.1 Areia e Brita

A areia tem a sua extração feita no leito de rios, várzeas, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, pegmatitos e arenitos decompostos. No Brasil, 70% da areia é produzida em leito de rios. No Estado de São Paulo, a relação é diferente: 45% da areia produzida é proveniente de várzeas; 35%, de leito de rios, e o restante, de outras fontes (BRASIL, 2009).

A exploração de areia realizada em rios e outros ambientes de sedimentação, causa sérios impactos sobre o meio ambiente, em consequência da retirada da cobertura vegetal nas áreas a serem lavradas, causando assoreamento nos rios e, conseqüentemente, a degradação do curso d'água. Por isso, esta atividade extrativa tem sido cada vez mais coibida pelos órgãos responsáveis pela fiscalização do meio ambiente (FERREIRA e FONSECA JUNIOR, 2013).

A NBR 7211 (ABNT, 2009) fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultante da britagem de rochas. Dessa forma, define areia ou agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm (abertura de malha) e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm. Define ainda agregado graúdo como pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 4,8 mm (VALVERDE, 2001).

Segundo a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC), a produção de pedras britadas encontra-se espalhada por todos as unidades da federação, envolvendo, em 2012, oficialmente, cerca de 600 empresas as quais geram mais de 21.000 empregos diretos (FERREIRA e FONSECA JUNIOR., 2013).

Estudos realizados pelo Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo (SINDIPEDRAS) revelam que a brita representa, em média, 2% do custo global de uma edificação e 60% do seu volume. Em obras de pavimentação, sua participação no custo é de 30% (FERREIRA e PEREIRA, 2007).

Há dois grupos distintos de produtores de brita. O primeiro é constituído de produtores que têm como finalidade produzir brita e vender os produtos da britagem. O segundo, ligados a empresas de construção civil, além de produzir e vender brita, destina-a também para obras próprias ou empreitadas, sendo, muitas vezes, produtores também de concreto, asfalto e produtos de cimento (BRASIL, 2009).

A brita pode ser classificada em vários tipos, como pode ser observado no Quadro 1:

Quadro 1: Classificação da brita em função da granulometria, sua disposição e aplicações na Construção Civil

Faixa Granulométrica	Denominação Aplicação	Imagem
0,5 a 4,8 mm	Pó de Pedra - para colchão de pavimentos rígidos e flexíveis, fábricas de blocos, manilhas e na confecção de pré-fabricados.	
4,8 a 6 mm	Pedrisco limpo – Brita 00 - para colchão de pavimentos rígidos e flexíveis, fábricas de blocos, manilhas e na confecção de pré-fabricados.	
6 a 9,5 mm	Brita 0 - Fábrica de bloco, usinas de asfalto e de concreto e lajes pré-fabricadas.	
9,5 a 12,5 mm	Brita 1 - Fabricação de concreto para qualquer tipo de edificação de colunas, vigas e laje.	
12,5 a 25 mm	Brita 2 - Brita especial aplicada, principalmente, em lajes pré-fabricadas	
25 a 38 mm	Brita 3 - Concreto para fundações, lastros e pavimentações	
38 a 76 mm	Brita 4 - Usado na construção civil para confecção de filtros de decantação de dejetos sanitários, drenagem, estabilização de solo e concreto.	
Pedra de Mão	Brita 5 -Com peso de 10kg, por exemplo, usada para calçamento, gabiões de contenção, muro de construção e drenagens.	

Fonte: Sahara (2016)

2.2.3.2 Cimento

Considerado como produto básico da indústria da construção civil, o concreto de cimento *portland* utiliza, em média, por metro cúbico, 42% de agregado graúdo (brita), 40% de areia, 10% de cimento, 7% de água e 1% de aditivos químicos. Desta forma, é possível observar que cerca de 82% do concreto é constituído de agregados (brita + areia) (VALVERDE, 2001).

O cimento possibilita mais resistência para que as argamassas fiquem mais resistentes, com o aumento da aderência, permitindo um menor esforço necessário para manipular a argamassa fresca e, também, retendo água. A utilização de cimento em quantidade excessiva, resulta no aumento da contração da argamassa e assim pode prejudicar a aderência, pois quanto maior a quantidade de cimento maior o calor de hidratação na argamassa (KALIL, 2007).

Esse excesso de calor de hidratação causa a retração da argamassa, ocasionando trincas e fissuras. Os cimentos com maior superfície específica tornam as argamassas mais trabalháveis e com maior retenção de água. (TAVARES, 2011; ARRUDA, 2014).

2.2.3.3 Aço - Ferro

No Brasil, as maiores empresas produtoras do minério são a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), sendo que Minas Gerais é o maior produtor, com 67% (cerca de 263 milhões de toneladas), seguido pelo estado do Pará, com 29,3%, sendo que, neste, o ferro é extraído principalmente da hematita (cerca de 60% de ferro) e, em Minas Gerais, predominantemente do itabirito (cerca de 50% de ferro) (IBRAM, 2010).

O Brasil se destaca mundialmente como o maior produtor mundial de minério de ferro, e, quanto à produção de aço, está na oitava posição mundial. Esse fato se dá em virtude de no Brasil não existir a prática da utilização do aço na construção civil, diferentemente do que ocorre nos Estados Unidos e Europa. Segundo a Companhia Siderúrgica Nacional (CNS, 2014), o país busca reverter essa diferença, mesmo com atraso de alguns anos, e tem sido um caminho que o país começou a trilhar não faz muito tempo.

Ainda de acordo com a CNS (2014), com a utilização do aço na construção existe facilidade na adaptação de reformas e de ampliações e, referente ao projeto de construção,

proporciona também maior flexibilidade para a obtenção de espaços internos mais amplos como, por exemplo, no caso de garagens.

As estruturas em aço apresentam inúmeras vantagens quando comparadas com o sistema construtivo convencional (concreto armado), de acordo com o Catálogo da CSN (2014), tais como:

- ✓ Simplicidade e praticidade da construção, o que garante a otimização do uso de insumos e mão de obra;
- ✓ Redução de prazos, uma vez que é possível estar trabalhando na fundação e, ao mesmo tempo, fabricar a estrutura;
- ✓ Rapidez e organização durante a montagem;
- ✓ Facilidade de se adaptar com outros materiais, permitindo variada utilização de produtos no fechamento, cobertura e acabamento da obra;
- ✓ Maior organização do canteiro de obras e menor utilização de espaço disponível para a obra, uma vez que se têm painéis organizados e uma significativa redução de geração de resíduos;
- ✓ Maior segurança devido à organização do canteiro, o que reduz os riscos de acidente;
- ✓ Potencial de reciclabilidade acima de 90%, o que garante que os possíveis resíduos gerados poderão, quase na totalidade ser reciclados, preservando assim o meio ambiente;
- ✓ Fácil adaptação no caso de reformas e ampliações;
- ✓ Maior flexibilidade no projeto, através da possibilidade de obtenção de espaços internos mais amplos, uma vez que as propriedades mecânicas que possibilitam maiores vãos livres e também estruturas mais esbeltas;
- ✓ Elevada resistência mecânica, o que permite estruturas mais leves e, conseqüentemente, reduz o custo de logística e de equipamentos de movimentação, além da redução de cargas na fundação;
- ✓ Retrabalho e desperdício reduzidos pelo uso de projetos mais elaborados que antecipam-se a possíveis problemas de sequência de montagem, ou seja, por ser um processo mais industrializado do que o sistema convencional, tem-se economia nesses quesitos;
- ✓ Apresenta precisão milimétrica, o que garante a precisão de níveis e prumos, facilitando a montagem de esquadrias;
- ✓ Garantia de qualidade do material pelo rigoroso controle dentro da usina siderúrgica, qualidade essa que é repassada ao projeto e à obra.

2.3 Light Steel Frame

Light Steel Frame (LSF), ou estrutura em aço leve, faz parte do sistema de Construção Energética Sustentável (CES) (Figura 4). É uma denominação empregada internacionalmente para definir o material construtivo que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural, gerando elementos de baixo peso. A inclusão do ‘*Light*’, traduzida para o português, significa leve, que serve para expressar a estrutura de aço; ‘*Steel*’ que permite à edificação possuir o peso reduzido. A designação em inglês ‘*Framing*’ é usada para definir o esqueleto estrutural composto pelo aço e outros elementos que ligados entre si funcionam para suportar a obra (PEDROSO et al., 2014). Na figura 4, observa-se uma obra feita com o sistema light steel frame.



Figura 4: Light Steel Frame (LSF)
Fonte: Freitas e Crasto (2006)

O LSF, assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, e com a principal característica de utilizar perfis formados a frio de aço galvanizado. Os perfis servem para funções estruturais e não estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes (FREITAS e CRASTO, 2006).

As normas para a construção no Sistema Light Steel Frame no Brasil são as:

- ABNT NBR 15.575; 2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho;
- ABNT NBR 14.762; 2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio; e
- ABNT NBR 6355; 2012 – Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização.

De acordo com Cichinelli (2017), no LSF, a estrutura das construções é composta por um esqueleto de perfis leves de aço galvanizado, fabricados dentro de uma linha de produção já com encaixes, cortes precisos e nas dimensões exatas exigidas no projeto. Quando bem projetado e executado, o sistema imprime rapidez construtiva e aumenta a produtividade da obra.

O sistema construtivo a seco, LSF, é constituído por paredes com função estrutural. Elas são formadas por quadros de perfis leves de aço zincado com fechamento em placas cimentícias na face externa, chapa de gesso para *drywall* na face interna e núcleo com manta de lã de vidro (SILVA, 2013).

Informa Cichinelli (2017) que a vida útil de uma edificação construída em LSF apresenta longevidade de 80 a 200 anos, dependendo da qualidade da execução e dos materiais utilizados. A recomendação é utilizar somente componentes certificados em todas as etapas da obra, desde a estrutura até os revestimentos, o que impedirá o surgimento de futuras patologias que poderão comprometer a longevidade do edifício ou da residência.

Segundo as informações de Cichinelli (2017), no LSF a edificação é apoiada em uma laje do tipo radier, formando uma estrutura monolítica que dispensa os grandes pilares empregados na construção convencional. As lajes, paredes e cobertura trabalham em conjunto para garantir a rigidez do sistema. O esqueleto de aço pode receber fechamentos externos e internos, executados com placas cimentícias e de gesso acartonado, e a cobertura pode ser em telhas cerâmicas, de concreto ou metálicas.

Na Figura 5 pode-se observar o desenho esquematizado das partes que compõe uma construção com o LSF, enquanto a Figura 6 ilustra a estrutura do LSF em destaque.

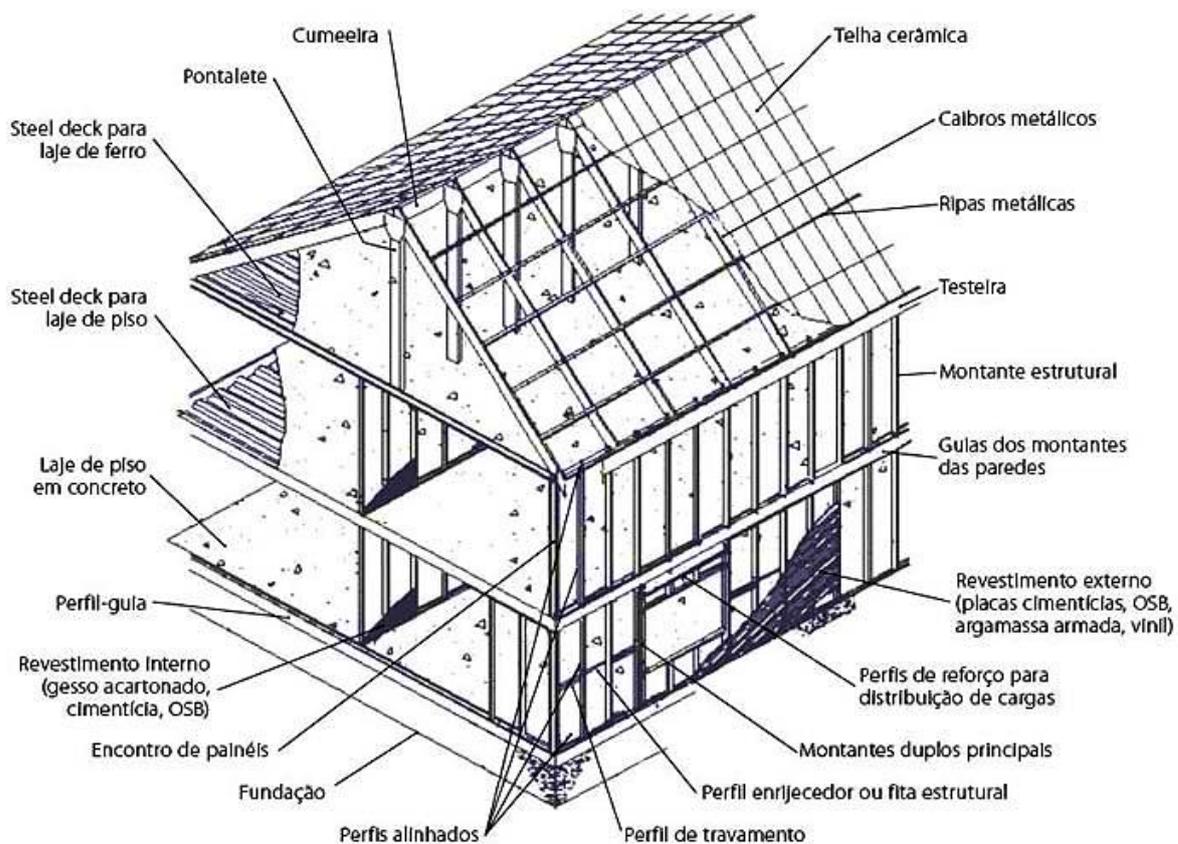


Figura 5: Desenho esquemático do Sistema *Steel Frame*

Fonte: Pedroso et al. (2014)

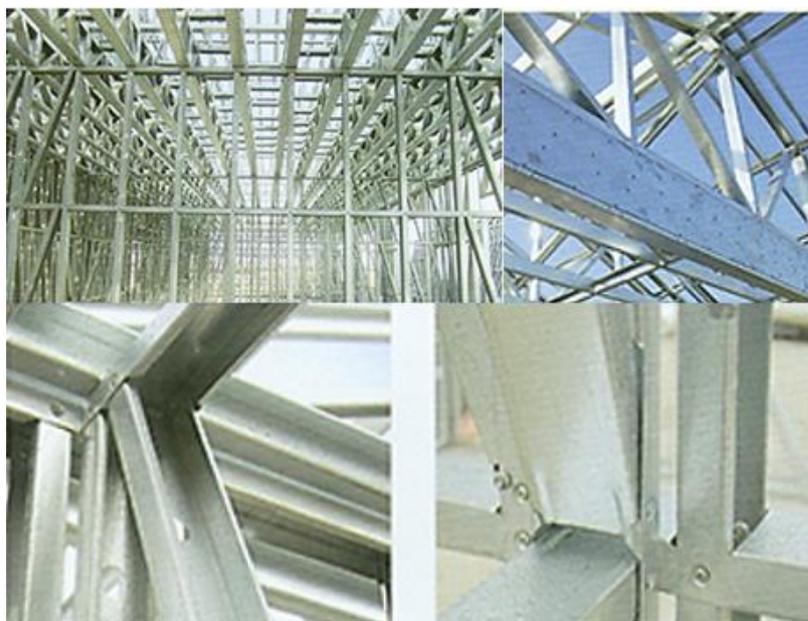


Figura 6: Detalhe do Sistema *Light Steel Frame*

Fonte: Cichinelli (2017)

A cobertura é constituída de estrutura em perfis leves de aço zincado, telhas de fibrocimento, forro em chapas de gesso para *drywall* e manta de lã de vidro posicionada sobre o forro. Os perfis de aço das tabeiras são pintados com fundo preparador para superfície zincada. O fechamento do forro do beiral é feito com chapa cimentícia. O sistema construtivo é destinado à construção de casas térreas isoladas ou geminadas (SILVA, 2013). Na figura 7, uma residência com processo construtivo de LSF.



Figura 7: Casa Construída com o sistema LSF
Fonte: Pedroso et al. (2014)

O LSF é um sistema construtivo considerado ainda novo em boa parte do Brasil. De acordo com Valim (2014), há uma cultura muito conservadora, que não aceita o emprego de novos sistemas, e isso se deve à falta de confiança com relação à parte técnica, que abrange desde o projeto, passa pela execução da estrutura e pela posterior utilização da edificação.

Apesar de ser uma inovação em construção no Brasil, o sistema LSF tem a origem nas construções de madeira; nas residências feitas pelos colonizadores americanos no início do século XIX e teve seu apogeu com o crescimento populacional, sendo que os construtores da época utilizavam o material disponível da região que, no caso, era a madeira. Essas construções de madeira eram denominadas de *wood frame* (Figura 8).



Figura 8: Sistema construtivo *wood frame*
Fonte: Valim (2014)

Segundo Domarascki (2009) apud Bertolini (2013, p. 33), no LSF, a vedação das construções ocorre em três partes. A primeira parte corresponde aos fechamentos externos, que delimitam as áreas molháveis. As placas cimentícias e de OSB são as mais comuns nessas vedações externas. A segunda diz respeito aos isolamentos acústicos e térmicos que são colocados entre as placas e entre os perfis, como lã de vidro, lã de rocha e EPS. O tipo utilizado e a espessura dependem do nível de isolamento, geralmente estabelecidos em projeto. Por último, a terceira parte da vedação corresponde aos fechamentos internos das áreas secas ou úmidas, mas não molháveis (Figura 9).

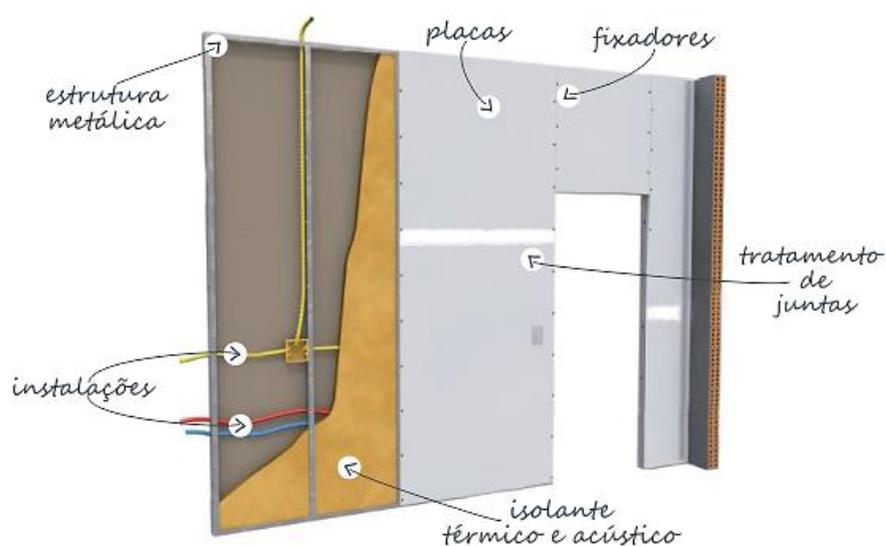


Figura 9: Fechamento paredes com *Drywall*
Fonte: <http://www.globalplac.com.br/noticias/como-e-a-parede-drywall/>

De acordo com as informações de Freitas e Crasto (2010), Silva, (2013), Gomes e Lacerda (2014), Pedroso et al. (2014), Cichinelli (2017), Rossi (2017), para as paredes internas e externas do LSF é necessário a utilização das chapas de gesso, conhecidas como *Drywall*, tema que será apresentado posteriormente.

2.3.1 Vantagens do Light Steel Frame

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN, 2014) e diversos estudos apontam as principais vantagens do Light Steel Frame (PETERSEN, 2012; PAGHDAR et al., 2013; GOMES e LACERDA, 2014; ROSSI, 2017).

As construções feitas com o LSF são consideradas obras rápidas e limpas, com uma construção a seco, apresentando maior organização do canteiro de obras e menor utilização de espaço disponível para a obra, uma vez que se têm painéis organizados e uma significativa redução de geração de resíduos com maior segurança devido à organização do canteiro, o que reduz os riscos de acidente (PETERSEN, 2012).

Quanto à questão da praticidade apresenta facilidade de montagem e manuseio, com simplicidade e praticidade da construção, o que garante a otimização do uso de insumos e mão-de-obra, com uma redução de prazos (se for comparada às construções com alvenaria), uma vez que é possível trabalhar na fundação e, ao mesmo tempo, fabricar a estrutura, apresentando também uma grande rapidez e organização durante a montagem (PAGHDAR et al., 2013).

A estrutura metálica tem se mostrado muito indicada nos casos em que há necessidade de adaptações, ampliações, reformas e mudança de ocupação de edifícios. Além disso, torna mais fácil a passagem de utilidades como água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, telefonia, informática, etc, apresentando um baixo custo e facilidade de manutenção do sistema hidráulico, elétrico e de gás (GONZALEZ, 2003).

As construções com esse sistema apresentam uma vantagem no espaço de área de 4% a 5% (se comparado com uma mesma planta de edificação em alvenaria). Isso se deve em virtude de as paredes internas de uma edificação em Steel Frame apresentarem menor espessura que as confeccionadas com os tijolos/blocos (PAGHDAR et al., 2013).

No que se refere à sustentabilidade, o LSF apresenta uma redução de desperdícios devido ao processo ser industrializado; as etapas de obra são atividades de montagem. Diferente de uma construção convencional onde há muitas atividades moldadas “*in loco*”,

como chapisco, reboco, corte de tijolos/blocos para paginar uma parede de vedação. Outra vantagem é de apresentar potencial para ser reciclado acima de 90%, o que garante que os possíveis resíduos gerados poderão, quase em sua totalidade, serem reciclados, preservando assim o meio ambiente (VIVAN et al., 2010).

Gomes e Lacerda (2014) acrescentam que esse é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando a funcionar como um conjunto (entre eles: fundação, isolamento termo-acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas), resistindo às cargas solicitadas na edificação que dão forma final à edificação, não apresentando restrições arquitetônicas.

O sistema permite que ocorra a separação dos diferentes materiais em um processo de desmontagem como aço, parafusos e placas cimentícias. Os resíduos do *steel frame* são classificados como materiais de Classe A; e as placas cimentícias e o aço (guias, montantes e parafusos) como Classe B (GOMES e LACERDA, 2014).

2.4 Drywall

Drywall é uma placa de gesso revestida de papel acartonado; as chapas de gesso para *drywall* é uma tecnologia que substitui as vedações internas convencionais (paredes, tetos e revestimentos) de edifícios de quaisquer tipos, consistindo de chapas de gesso aparafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado (ABNT, 2009)

De acordo com as informações de Duarte (2014), Augustine Sackett criou em 1895, a placa constituída de quatro camadas de gesso dentro de quatro folhas de papel, lã e camurça, que ficou conhecida como Placa Scakett. Essa placa tinha as medidas de 91x91 cm e 3 cm de espessura com bordas sem acabamentos. Entre 1910 e 1930, com a evolução do processo de fabricação, foram utilizadas bordas encapadas e eliminando duas camadas de papel camurça em favor do suporte do papel das faces, passando então a ser chamada de *Gypsum Board* ou Placa de Gesso.

Este é um sistema muito utilizado em países como Dinamarca, Suécia, Noruega, Holanda, Portugal e Estados Unidos da América, onde as placas de gesso para *drywall* são feitas a partir de mistura de gesso puro (gipsita) com material sintético, diferente do Brasil que utiliza apenas o material puro. Nestes países a preocupação com os resíduos do gesso acartonado os fizeram desenvolver técnicas de reciclagem e de gestão de resíduos que fossem viáveis economicamente e que fossem capazes de minimizar os impactos ao meio ambiente,

reinscrito o resíduo em produto semelhante ao de sua origem (COSTA e NASCIMENTO, 2015).

O sistema *drywall*, de placas de gesso acartonado, teve seu início no Brasil em meados da década de 1990, como um sistema construtivo de vedações internas, um sistema construtivo a seco, de construção limpa, rápida e com mínima geração de resíduos (COSTA e NASCIMENTO, 2015).

O sistema de *drywall* é uma edificação de paredes de gesso mais leves e de menor espessura quando comparado às tradicionais paredes de alvenaria comum (MACHADO et al., 2014), são de alta resistência mecânica e acústica, fixadas por meio de parafusos especiais com tratamento de juntas e arestas. A formação desses elementos resulta em um conjunto com espessura de 9 cm (BERNARDI, 2014). São pré-fabricadas a partir da gipsita natural, distanciados ao longo de um plano vertical conforme medida do painel (BARBOSA, 2015).

O minério gipsita é extraído de jazidas selecionadas que garantem alto grau de pureza mínima adequada ao padrão de qualidade. Essa estrutura é revestida em ambas as faces com painéis de gesso acartonado, sendo o espaço modular entre os montantes preenchido com material que assegura, à parede, melhor desempenho acústico, térmico e antichamas (em geral, mantas de lã de vidro ou de lã de rocha) (BARBOSA, 2015).

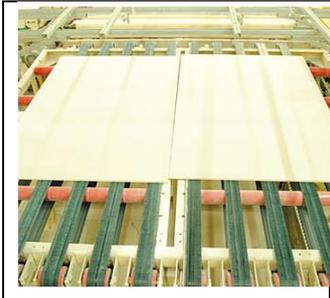
2.4.1 Processo de Fabricação e Tipos de Placas de Gesso Acartonado

De acordo com Gerolla (2012), a pasta de gesso e papel cartão são as principais matérias-primas do processo de fabricação das placas usadas no sistema de paredes secas. No quadro 2 estão apresentados o processo de fabricação do *drywall*, em doze imagens explicativas

Quadro 2: Processo de fabricação de *drywall*.

	<p>1 - A gipsita é um minério extraído da natureza, que passa por processo de moagem até se transformar em pó bem fino, como um talco.</p>
	<p>2 - Esse pó é submetido a altas temperaturas para que vire gesso - procedimento denominado calcinação. O gesso será a base de todo o processo de produção das placas de <i>drywall</i>.</p>

	<p>3 - A primeira etapa da linha de produção é o estiramento da bobina de papel cartão. Este é o material que envolve a placa de <i>drywall</i>.</p>
	<p>4 - No misturador, o gesso calcinado, ainda em pó, recebe aditivos e água, gerando uma pasta. A mistura é então lançada sobre o papel cartão, estirado na esteira.</p>
	<p>5 - A extrusora define a espessura da placa de gesso, que ainda está em estado de pasta. Ainda na extrusora, uma segunda folha de cartão é adicionada, formando a placa de duas faces de papel.</p>
	<p>6 - Sobre a correia de formação, o gesso reage com a água, provocando o endurecimento da placa antes que seja cortada.</p>
	<p>7 - Na guilhotina, com o gesso já endurecido, as placas são cortadas conforme padrões de normas técnicas e a necessidade do mercado.</p>
	<p>8 - Em etapa de transferência antes da secagem, grupos de placas que seguirão para o secador são preparados.</p>
	<p>9 - O secador retira toda a água livre das placas de <i>drywall</i>, que ainda estão úmidas, secando-as por completo.</p>

	<p>10 - Na transferência seca, formam-se os estoques. A máquina faz acabamentos finais de corte e agrupa placas em pares, de forma a deixar suas faces protegidas para estoque e para manuseio durante o transporte.</p>
	<p>11 - Prontos, os paletes são o fim do processo de fabricação. Depois, eles serão embalados e encaminhados aos centros de distribuição</p>
	<p>12 - Ao serem empilhadas, as placas são posicionadas com precisão, formando pilhas paletizadas.</p>

Fonte: Adaptado de Gerolla (2012)

2.4.2 Especificações das Placas de *Drywall*

No mercado as placas de gesso acartonado são fabricadas com espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm, e, quanto às dimensões, com largura de 1200 mm e comprimentos entre 1800 mm e 3600 mm.

As chapas de gesso devem ser produzidas de acordo com as Normas da ABNT: NBR 14715:2001, NBR 14716:2001 e NBR 14717:2001. Assim, especificações das chapas de gesso devem respeitar os seguintes valores (Tabela 1):

Tabela 1: especificações das chapas de gessos acartonado.

CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA			TOLERÂNCIA	LIMITE
Espessura	9.5 mm		±0.5 mm	-
	12.5 mm			-
	15 mm			-
Largura			+0 / -4 mm	Máximo de 1200 mm
Comprimento			+0 / -5 mm	Máximo de 3600 mm
Esquadro			≤2.5 mm / m de largura	-
Rebaixo	Largura	Mínimo	-	40 mm
		Máximo	-	80 mm
	Profundidade	Mínimo	-	0.6 mm
		Máximo	-	2.5 mm

¹ A borda rebaixada deve estar situada na face de frente da chapa e sua largura e profundidade devem ser medidas de acordo com a NBR 14716.

CARACTERÍSTICA FÍSICA		LIMITES		
		Espessura da chapa (mm)		
		9.5	12.5	15.0
Densidade superficial da massa (kg/m ²)	Mínimo	6.5	8.0	10.0
	Máximo	8.5	12.0	14.0
	Varição máxima em relação à média das amostras de um lote	±0.5		
Resistência mínima à ruptura na flexão (N)	Longitudinal ¹	400	550	650
	Transversal ²	160	210	250
Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo (mm)		20		
Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – (%)		5		
Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – tanto para face da frente quanto para a face do verso – característica facultativa – (g/m ²)		160		

¹ Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada na face do verso.

² Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente.

Fonte: Luca et al. (2006).

Quanto as cores são disponibilizadas em três tipos diferentes, que facilitam a melhor e mais rápida identificação na obra, como pode ser observado na Figura 10.

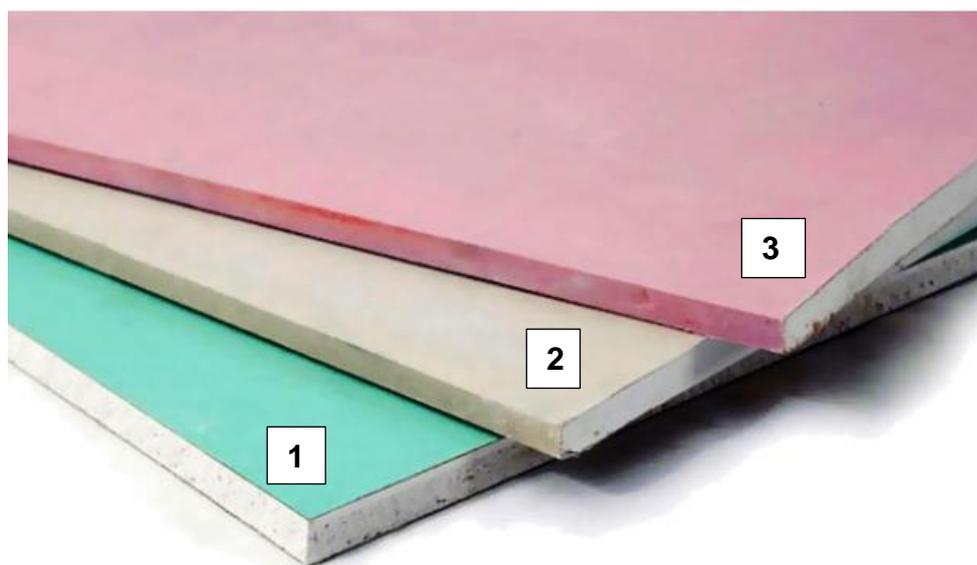


Figura 10: Placas de *drywall*: 1 – Resistente à umidade (RU) cor verde; 2 – Standard (ST, padrão) cor branca; 3 – Resistência ao Fogo (RF) cor rosa

Fonte: <http://engenheironocanteiro.com.br/gesso-acartonado-progresso-incrivel-ou-problema-oculto/>

As placas resistentes á umidade (RU), também denominadas de placas verdes são disponibilizadas para paredes que recebem umidade, empregadas em áreas de serviço, banheiros e cozinhas. Cabe ressaltar que sua adoção exige a impermeabilização flexível na base das paredes e nos encontros com o piso.

As placas standard (ST), também denominadas padrão, são disponibilizadas no mercado na cor branca, sendo utilizadas nas áreas secas; sendo a variedade mais básica amplamente empregada em forros e paredes de ambientes secos.

As placas resistentes ao fogo (RF) são disponibilizadas na cor rosa, sendo utilizada em áreas secas que necessitem de um maior desempenho contrafogo. A resistência ao fogo é devida a presença de fibra de vidro na fórmula. Por isso, pode ser aplicada ao redor de lareiras e na bancada do *cooktop*, sendo, assim, utilizadas normalmente em ambientes que buscam a proteção humana.

2.4.3 Vantagens do *Drywall*

No campo das vantagens do *Drywall*, Lessa (2005) apresenta algumas características do sistema no intuito de as comparar com as vedações convencionais e analisar a viabilidade do uso.

- a) Versatilidade para diferentes formas geométricas das paredes;
- b) Capacidade de atender a diferentes níveis de desempenho acústico, quando utilizados os preenchimentos das chapas duplas com os materiais isolantes;
- c) Acabamentos perfeitos e sem trincas ou imperfeições, bem comuns na alvenaria convencional;
- d) Alívio nas estruturas e fundações por conta do peso reduzido do sistema, e consequente simplificação da estrutura, bem como maior espaçamento entre pilares e possível adoção de lajes planas de concreto armado ou protendido;
- e) Consequente redução dos custos da construção em cerca de 20 a 30% quando comparado com a alvenaria convencional, por conta da redução do peso da estrutura;
- f) Eliminação de entulhos e desperdícios por conta de quebras e retrabalhos decorrentes;
- g) Redução de volume e de peso, com consequente economia no transporte vertical e horizontal de material na obra;

- h) Proporciona melhores soluções para os demais subsistemas, como facilidades das manutenções nas instalações elétricas e hidráulicas;
- i) Produtividade elevada gerada pela continuidade do trabalho, operações de montagens, elementos com dimensões maiores quando comparados com os blocos cerâmicos, repetição de operações e eliminação de perdas de materiais e tempo não produtivo de mão de obra;
- j) Possibilidade de redução de custos pela redução dos prazos da obra;
- k) Possibilidade de controle de qualidade, reduzindo o retrabalho na obra.

Paghdar et al. (2013), informam que a construção de paredes de *drywall* tem as seguintes vantagens em comparação com a construção da parede da convenção:

- Sistemas de peso leve - oito a dez vezes mais leves que os sistemas convencionais.
- Construção mais rápida - cinco a oito vezes mais rápido,
- Sistemas testados e certificados para dar entre ½ a 4 horas de classificação de incêndio;
- Revestimento liso, superfícies livres de rachaduras e esteticamente bonitas;
- Flexibilidade em termos de modificações e remodelação em algum momento;
- Produto verde e reciclável.

2.5 Resíduos Sólidos na Construção em alvenaria

A quantidade de resíduos de construção gerada nas cidades é igual ou maior que a quantidade de resíduo domiciliar. De acordo com Teixeira (2010), estima-se que em cidades brasileiras de médio e grande porte, a massa de resíduos gerados varia entre 41 a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos.

Resíduos da construção Civil (RCC) são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica e outros, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CUNHA JUNIOR, 2005).

Segundo Ribeiro (2013), a cadeia produtiva do setor da construção civil vem se modificando devido a problemática dos resíduos, uma vez que a resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) atribuíram responsabilidades compartilhadas aos gestores públicos, geradores e transportadores quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados.

A Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), estabelece “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”, classificando esses resíduos como:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios e etc.) produzidas nos canteiros de obras.

De acordo com a Resolução 431, de 24 de maio de 2011 (CONAMA, 2011), altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, informando que “II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação”.

Na classe D são considerados os materiais nocivos tais como: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (CONAMA, 2002).

A Lei nº12305, do Ministério do Meio ambiente (MMA) instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que se baseia em responsabilidade compartilhada entre os geradores diretos e indiretos: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. E se utiliza de ferramentas como Planos de Resíduos Sólidos, Inventários e sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos, Coleta Seletiva, Logística Reversa, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) entre outras, visando minimizar a produção de resíduos, com vista dos ciclos de vidas de produtos e serviços (BRASIL, 2010).

Lachimpadi et al. (2012) afirmam que, em 2003, aproximadamente 323 milhões de toneladas de RCC foram geradas nos Estados Unidos e 70 milhões de toneladas na Inglaterra, além disso, em Hong Kong, estima-se que os aterros receberam 3.158 toneladas de resíduos de construção por dia, em 2007. Segundo Corte et al. (2015), em 2013, mais de 117 mil toneladas de resíduos de construção e demolição foram coletadas por dia nos municípios brasileiros, representando um aumento de 4,6% em relação ao ano anterior. Os autores ainda ressaltam que estes valores são na realidade ainda maiores, pois usualmente são coletados pelos municípios e apenas os RCD lançados em vias públicas.

2.6 Resíduos da construção do Light Steel Frame

O LSF é um material que pode ser reciclado no mesmo material ou outro material ou energia. Reutilização significa usar o produto desmontado novamente com ou sem qualquer remodelação. O aço é o único material de construção que pode ser totalmente reciclado uma ou outra vez sem qualidade de perdas. Outros materiais de construção frequentemente utilizados em combinação com aço, e com alto grau de reciclagem são o gesso, outros metais e lãs minerais. O conteúdo reciclado de qualquer produto de aço para construção é na prática entre 12% e de 100%. A taxa de recuperação de produtos de aço incorporados na construção é hoje cerca de 94% a 97%, o que é um argumento de sustentabilidade muito forte para a construção de aço. A taxa de recuperação total, incluindo o aço em engenharia civil foi aproximado em torno de 85%. A reutilização oferece vantagens ambientais ainda maiores do que a reciclagem. A reutilização ainda não é comum, uma vez que pode ser necessária alguma padronização, sendo que atualmente, cerca de 14% da construção de aço, são reutilizados em certos mercados. Os produtos reutilizados são por exemplo: armações de aço, componentes de revestimento, pontes para pedestres, pilhas de chapa, elementos de parede e estruturas temporárias (STEEL FRAME, 2016).

Mass (2017), afirma que na produção acadêmica brasileira, existem estudos sobre a redução na geração de resíduos que o uso do LSF pode proporcionar, porém poucas são as pesquisas que quantificam esses resíduos sólidos de construção, principalmente no cenário nacional.

2.7 Resíduos da construção com *drywall*

De acordo com a Associação Brasileira do *Drywall* (2012, p. 15), os fabricantes de chapas de gesso para *drywall*, assim como os de placas de gesso e outros artefatos produzidos com esse material, podem reincorporar seus resíduos, em certa proporção, em seus processos industriais. Essa opção ainda é pouco utilizada na prática, mas é igualmente viável dos pontos de vista técnico e econômico, em especial quando a geração de resíduos ocorre em local próximo a essas unidades fabris.

Informações da Associação Brasileira do *Drywall* (2012), em 2010, a produção nacional de cimento era de aproximadamente 80 milhões de toneladas anuais, em cuja fabricação podia entrar até 5% de gesso. Ou seja, existe um potencial de consumo de gesso de até 4 milhões de toneladas por ano, parte dos quais podem ser supridos integralmente com resíduos da construção. Ainda de acordo com a associação, a indústria do cimento consome cerca de 1 milhão de toneladas anuais de gipsita (minério do qual se extrai o gesso), volume que pode ser parcialmente substituído por resíduos do gesso da construção, com efeitos positivos sobre o meio ambiente e a longevidade das jazidas brasileiras desse minério.

A Associação Brasileira do *Drywall* (2012) informa por meio de seu manual sobre “Resíduos de gesso na construção civil; coleta, armazenagem e reciclagem”, que no texto inicial da Resolução no 307, o gesso aparecia na classe C. A partir de um dos estudos desenvolvidos pela associação, os quais demonstraram que os resíduos desse material podem ser reaproveitados de diferentes formas, o CONAMA publicou a Resolução nº 431, por meio da qual o gesso passou a ser enquadrado na classe B. Na opinião da associação, “isso representou uma importante vitória, além de tirar das construtoras um grande peso, pois até então estas enfrentavam dificuldades para efetuar a destinação final dos resíduos desse material” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2012, p. 11).

Ainda de acordo com a Associação Brasileira do *Drywall* (2012) em especial no que se refere ao resíduo de gesso, a Resolução o classifica na classe B, abrangendo os materiais considerados como passíveis de serem reciclados, sem que seja na forma de agregado. Assim

Considera-se como agregado o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresente características técnicas para aplicação em obras de edificação, infraestrutura, aterros sanitários ou outras obras de engenharia (Associação Brasileira de *Drywall*, 2012).

Em outras palavras, estar na classe B determina que o resíduo de gesso deve ser reutilizado, reciclado ou encaminhado a áreas de armazenamento temporário, permitindo, assim, sua reutilização ou reciclagem futura.

O gesso é muito utilizado como aditivo em adubos; no controle da acidez do solo e depende porém das condições desses resíduos (puro, misturado, etc.). Pode ser destinado,

alternativamente, para usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, que produzem os agregados reciclados. Também pode ser usado na fabricação de cimento e como aditivo na produção de sínter em usinas siderúrgicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*, 2012).

Associação Brasileira do *Drywall* (2012, p. 17) ressalta que “não há na legislação uma possibilidade de reciclagem e sim um dever/obrigação. Isto significa que o resíduo de gesso não poderá ser mais enviado para os aterros e deverá necessariamente ser reciclado”.

Assim, a Associação Brasileira do *Drywall* (2012) afirma que a construtora, o prestador de serviços ou até mesmo o próprio fabricante do gesso, se for ele o gerador do resíduo de gesso, será o responsável pela correta destinação desse resíduo. Entende-se por gerador qualquer pessoa, seja ela física ou jurídica, que gera resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído aqui o consumo. Portanto, para os resíduos da construção civil, entre eles o resíduo de gesso, se aplica a responsabilidade do gerador do resíduo.

Na visão da Associação, a tecnologia *drywall* tem apresentado maior interesse por parte dos arquitetos, engenheiros e construtoras brasileiras, em função de trazer um mínimo impacto no meio ambiente, comparando com os sistemas construtivos tradicionais, como as construções feitas em alvenaria. Destacam que, a geração de entulho apresenta uma quantidade muito menor; cerca de 5% de seu peso contra 30% da alvenaria convencional, facilitando assim o processo de coleta e de transporte.

Outro fator que tem trazido interesse é o que se refere aos resíduos, onde os restos de chapas e de perfis estruturais de aço podem ser totalmente reciclados. Inclusive, os restos de perfis de aço galvanizado já têm soluções de reciclagem consagradas no mercado, a exemplo do que ocorre com a maioria dos metais que podem ser facilmente reaproveitados pela indústria metalúrgica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*, 2012).

No caso específico das chapas para *drywall*, que são produzidas à base de gesso, testes efetuados em indústrias de cimento comprovaram que são 100% aproveitáveis no processo de produção do cimento, pois este requer uma certa quantidade de gesso quando originário das chapas para *drywall*; apresenta um grau de pureza superior ao de outros componentes desse material utilizados no mercado, em razão do apuro tecnológico que cerca sua produção industrial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*, 2012).

De acordo com as informações de Souza (2013, p. 36)

os resíduos de *drywall* podem ser reutilizados na fabricação de novas chapas de gesso acartonado. Atualmente, a prática é adotada por muitas fábricas, que utilizam os resíduos provenientes do próprio processo de fabricação [...] No Brasil a empresa Placo do Brasil, pertencente ao grupo Saint-Gobain adota a prática, entretanto é ainda a única fabricante no país a possuir uma unidade recicladora.

Na figura 11 é apresentado o fluxograma da reciclagem do gesso.

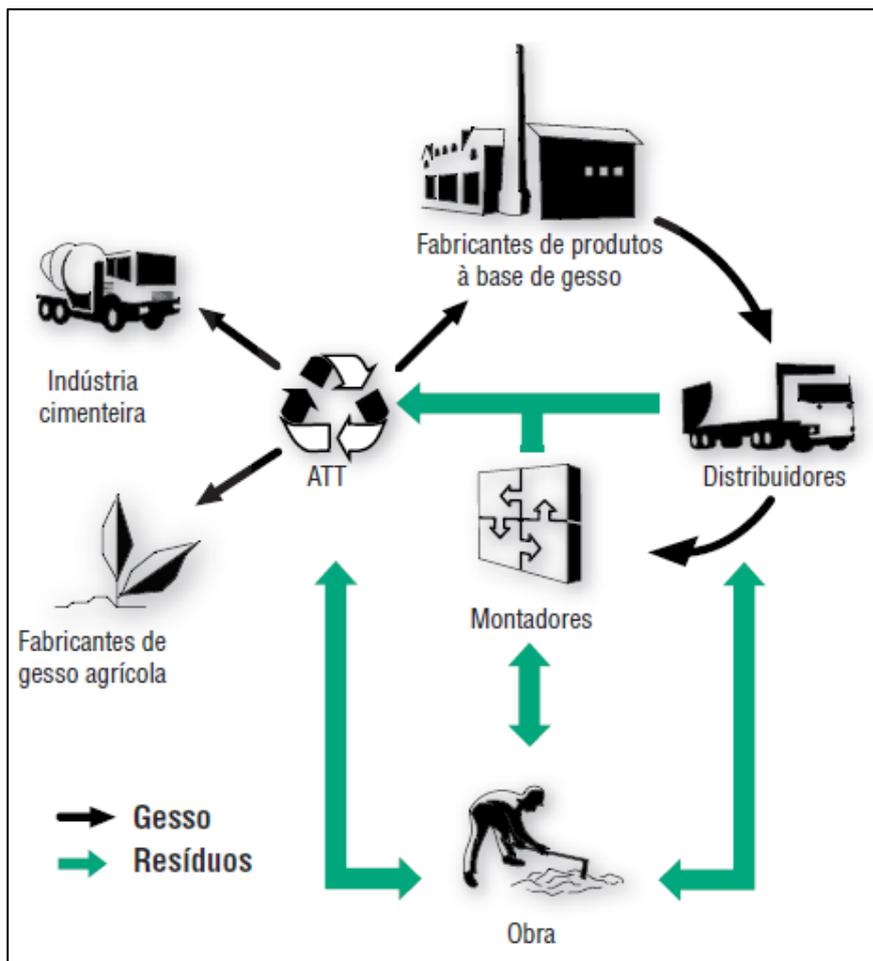


Figura 11: Fluxograma da reciclagem do gesso.
Fonte: Associação Brasileira do *Drywall* (2012)

Segundo informações da *Construction & Demolition Recycling Association* (CDRA, 2017), o gesso mineral tem muitos usos na sociedade de hoje. Além do fabrico de *drywall* para a construção de edifícios, o gesso também é amplamente utilizado como uma alteração do solo, na produção de cimento e como ingrediente no fabrico de muitos tipos de produtos comerciais. O gesso compõe aproximadamente 90% do peso de um pedaço de *drywall* e se o gesso pode ser recuperado da *drywall*, a maior parte do material pode ser reciclado. O *drywall* de sucata de gesso está atualmente sendo reciclado em vários locais na América do Norte. Exemplos incluem:

- A fabricação de *drywall* novo;
- Uso como ingrediente na produção de cimento;
- Na aplicação a solos e culturas para melhorar a drenagem do solo e o crescimento das plantas;
- Como ingrediente principal na produção de produtos fertilizantes e aditivo às operações de compostagem.

2.8 Comparação entre resíduos na construção com alvenaria LSF e *Drywall*

O alvo de identificar quais são os pontos críticos que existe no ciclo de vida da alvenaria não estrutural e do *drywall*, assim como os desperdícios de energia, o desperdício de matéria prima, gestão de resíduos Condeixa, (2013 *apud* BIANCHI, 2016), obtendo assim as conclusões.

2.8.1 Alvenaria

- ✓ O sistema de vedação em alvenaria tem produção semi-artesanal e pouco padronizada na fase pré-construção (extração, beneficiamento e produção de produtos primários), com grande perda na produção e no transporte dos produtos.
- ✓ Na execução de paredes, em que se produzem as argamassas no canteiro e se aplica as argamassas de forma manual, dando margem a erros técnicos que provocam patologias construtivas.
- ✓ Na fase de manutenção e principalmente de demolição há geração de grande quantidade de resíduos, de particulados e de ruídos. Portanto esse sistema se destaca pelo desperdício de matéria-prima e pela grande produção de resíduos.

2.8.2 Drywall

- ✓ Destacado por ser de aplicação rápida e limpa, com produção de pouca quantidade de resíduo na construção e na manutenção.
- ✓ O uso da matéria-prima gipsita na produção de placas de gesso acartonado, sem inserir nenhum material reciclado na produção recorre em extração de recursos naturais, contribuindo para o esgotamento deste recurso,
- ✓ A importação de papel cartão e de aditivos apresenta problemas, visto que o papel cartão é produzido através do uso de papel reciclado; caso fosse produzido no Brasil, evitaria não só a queima de combustível, como daria destino à parte dos resíduos de celulose produzidos nacionalmente.

Mass (2017), em seu trabalho, quantifica os resíduos da construção civil gerados durante uma obra de edificação padrão arquitetada em LSF em comparação entre a alvenaria

convencional, escolhido os materiais mais expressivos e relevantes para a análise, como mostra o quadro 4.

Quadro 3 - Materiais escolhidos para a análise.

TÉCNICA CONSTRUTIVA	APLICAÇÃO	DESCRIÇÃO	
		PRODUTO	MATERIAL
LIGHT STEEL FRAMING	Estrutura - radier e calçada externa	Lastro	Brita
		Fôrmas (m ²)	Madeira serrada
		Armadura	Aço
		Concreto usinado	Cimento
			Areia
	Painéis verticais	Perfil de aço galvan.	Aço galvanizado
		Fechamento externo	Pael h-smartside
		Fechamento interno	Gesso acartonado
			Osب
	Cobertura	Isolamento	Lã de vidro
		Perfil de aço galvan.	Aço galvanizado
		Subcobertura	Osب techshield
	Cobertura	Telha shingle	
ALVENARIA CONVENCIONAL	Superestrutura - estacas	Concreto	Cimento
			Areia
		Brita	
		Armadura	Aço
	Estrutura	Concreto	Cimento
			Areia
		Brita	
		Armadura	Aço
		Fôrmas	Madeira serrada
			Madeira compensada
	Paredes de vedação	Alvenaria de tijolo	Tijolo 9x14x19cm
		Argamassa de assentamento	Cimento
			Areia
	Revestimentos	Chapisco	Cimento
			Areia
		Emboço externo	Cimento
			Areia
			Cal hidratada
		Emboço interno	Cimento
			Areia
		Cal hidratada	
Reboco		Areia	
		Cal hidratada	
Cobertura	Madeiramento	Madeira serrada	
	Telhas	Telha de fibrocimento	

Fonte: Adaptado de Mass (2017).

Com a apresentação de Bernardi (2014) é possível se observar na Figura 12, a qual traga diferenças entre a alvenaria e o *drywall* no que se refere ao volume de material, mão de obra, quantidade de material, entre outras comparações.

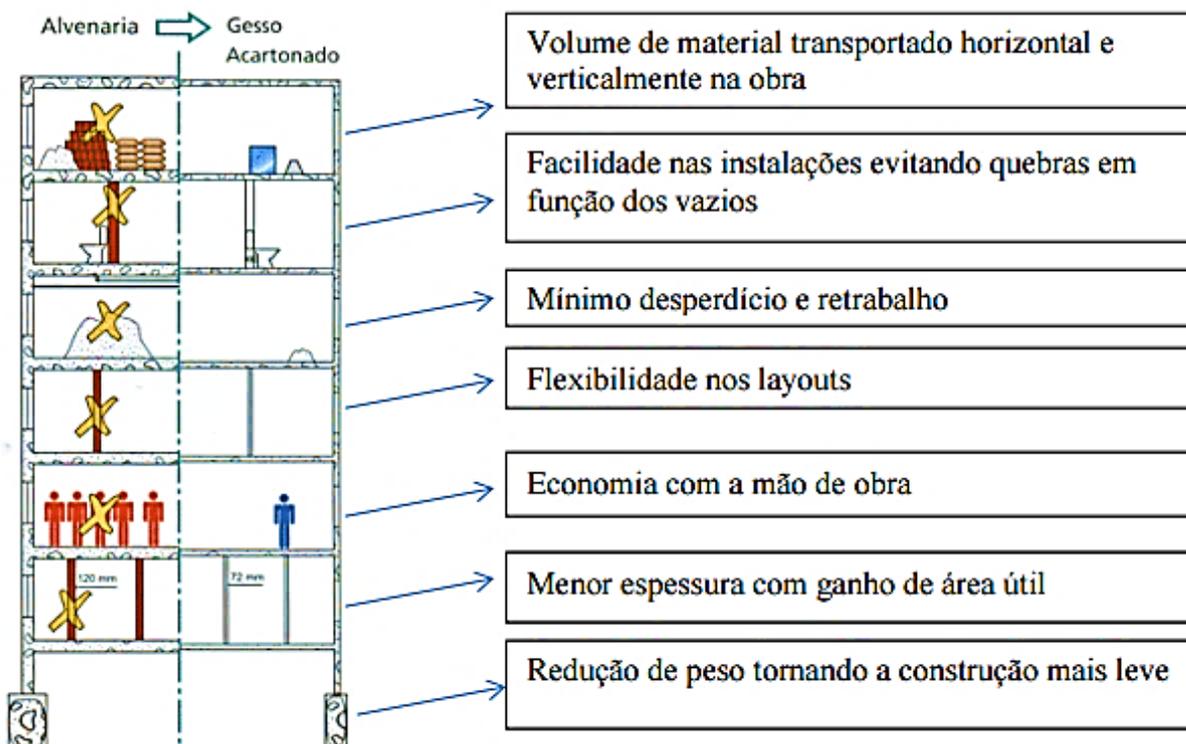


Figura 12: Diferenças entre alvenaria e *drywall*
Fonte: Bernardi (2014).

Concluiu Bernardi (2014), que três diferenças são as principais:

- O *drywall* comparado com a alvenaria é um método que gera menos entulhos e mais rapidez na obra;
- Não se pode utilizar o *drywall* em locais que estão propícios a intemperes, pois pode danificá-lo;
- Substituindo a alvenaria pelo *drywall* é possível ter uma redução de 87,91% de carga sobre a estrutura no caso estudado, podendo assim dimensionar as lajes, vigas, pilares, e sapatas de uma forma mais esbelta, gerando economia na obra.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema resíduos sólidos é atual, e quando se fala sobre os resíduos dos materiais provenientes da construção civil com Light Steel Frame e *drywall*, ainda muito recente no Brasil, onde há poucos textos acadêmicos publicados, nos levou a busca sobre uma comparação da quantidade de resíduos dessas construções e as de alvenaria convencional.

A revisão bibliográfica, com análise de textos publicados em língua inglesa, juntamente com os artigos científicos brasileiros, definiu primeiramente a construção em alvenaria e os seus materiais, como também apresentar a definição do sistema construtivo LSF com as placas de gesso e *drywall* e desta forma, afirma que os objetivos propostos foram atingidos.

A expectativa inicial para o tema era de conhecimento prático, pois a quantidade de material para a construção civil em alvenaria é muito grande e, ao visualizar as leis para os resíduos dessa construção, em comparação com a construção com o sistema LSF, percebeu-se que a diferença é bem acentuada.

Outro fator a ser salientado é a questão que em alguns anos atrás não havia determinação legal para a reutilização do gesso, e que a construção com o *drywall* no Brasil não era um processo atrativo; mas após a Resolução no 431, ficou estabelecido que esse material tem meios legais aprovados para a sua utilização.

Outra diferença apontada no estudo é a facilidade das alterações nas obras feitas com o sistema LSF e *drywall*, pois esse material tem mais flexibilidade quando se necessita realizar alguma reforma ou alteração das paredes internas, além de que, numa reforma a quantidade de material gerado como entulho é muito grande, e com o *drywall* não há produção de resíduos.

A sugestão para estudos futuros é uma análise dos resíduos gerados pelo *drywall*, pois o fato de ser recente as regras e a verificação de qual seria a reutilização os resíduos gerados nas construções civis, com esse material, se as obras com o aço e as placas de gesso foram aceitas pela população brasileira

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10837: **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 15758-1 – **Sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* – Projeto e procedimentos executivos para montagem Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes**. 2009

ALVES, L.P. Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro/2015

ARRUDA, G.S. **Estudo da influência da área de assentamento da argamassa na resistência à compressão de blocos de concreto**. Universidade do Planalto Catarinense. Departamento de Engenharia Civil. Lages, 2014. Disponível em <<http://revista.uniplac.net/ojs/index.php/engcivil/article/view/1404>>. Acesso em agosto 2017.

Associação Brasileira do Drywall. **Nova resolução do Conama define que gesso é totalmente reciclável. 04/06/2011**. Disponível em <http://www.drywall.org.br/imprensa.php/1/686/nova-resolucao-do-conama-define-que-gesso-e-totalmente-reciclavavel>>. Acesso em julho de 2017.

Associação Brasileira do Drywall. **Resíduos de gesso na construção civil, coleta, armazenagem e reciclagem**. SindusCon e Sindusgesso. Agns Gráfica e Editora, 2012.

BARBOSA, E.M.L. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro/2015.

BERNARDI, V.B. **Análise do Método Construtivo de Vedação Vertical Interna em Drywall em Comparação com a Alvenaria. Relatório de estágio** - Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2014. 41p.

BERTOLINI, H.O.L. **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013

BIANCHI, G. **Avaliação do conforto térmico de estruturas com fechamento em sistemas de drywall e alvenaria.** Apresentado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Cível, Universidade Brasil. 2016. Acesso em outubro de 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia- MME. **Agregados para Construção Civil. Relatório Técnico 31. Perfil de areia para construção civil.** 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P22_RT31_Perfil_de_areia_para_construcao_civil.pdf/9745127c-6fdc-4b9f-9eda-13fa0146d27d>. Acesso em agosto de 2017.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **"Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências."** - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010

BUENO, C.F.H. **Tecnologia de materiais de construções.** Universidade Federal de Viçosa. 2000. Disponível em <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/materiais_construcao.pdf > Acesso em agosto de 2017

CAMPOS, F. H.A. **Análise do ciclo de vida na construção civil: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto.** Dissertação de Mestrado à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2011.

CAMPOS, J.C. **Alvenaria Estrutural. Especialização em Engenharia de Estruturas.** 2007 <<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Alvenaria%20Estrutural%20-%20JC%20Campos.pdf>> Acesso em agosto de 2017.

CDRA, Construction & Demolition Recycling Association. **Drywall Recycling.** 2017. Disponível em <<http://www.cdrecycling.org/drywall-recycling-home>>. Acesso em julho de 2017.

CICHINELLI, G. **Obras com sistema light steel frame.** Revista Finestra - Edição 104 – Maio/Junho de 2017. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7409&bsc=&orig=noticias>>. Acesso em julho de 2017.

CSN Companhia Siderúrgica Nacional. **CNS Aço na construção civil**. 2014. Disponível <http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Aco_na_Construcao_Civil_CSN.pdf>.

Acesso em agosto de 2017.

COSTA, A.T. NASCIMENTO, F.B.C. **Uso de gesso acartonado em vedações internas. Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 2, n.3, p. 99-106, Maio 2015. Disponível em <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/download/2139/1264>> Acesso em agosto de 2017.

CUNHA JUNIOR, N.B. (coord.) **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. SINDUSCON-MG, 2005

DUARTE, E.F. **Diagnóstico da geração de resíduos de gesso acartonado na construção civil - obras comerciais em Curitiba**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Especialização em construções sustentáveis. Curitiba, 2014. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3423/1/CT_CECONS_III%20_2014_06.pdf> Acesso em agosto de 2017.

ELGIZAWY, S.M.; EL-HAGGAR, S.M.; NASSAR, K. **Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. Low Carbon Economy**, 2016, 7, 1-11

FERREIRA, G.E.; FONSECA JUNIOR, C.A.F. **XXV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa & VIII Meeting of the Southern Hemisphere on Mineral Technology**, Goiânia - GO, 20 a 24 de outubro 2013. Disponível em <<http://searchentmme.yang.art.br/download/2013/eletrometalurgiaelectrometallurgy/2351%20%20FERREIRA,%20G.E.%20MERCADO%20DE%20AGREGADOS%20NO%20BRASIL.pdf>>. Acesso em maio de 2017.

FERREIRA, G.E.; PEREIRA, L.S. **Mercados de agregados no Brasil. Manual de Agregados para Construção Civil – CETEM**. 2007.

FREITAS, A.M.S.; CRASTO, R.C.M. **Construções de light steel frame. Revista Técnica**, São Paulo, n. 112, jul. 2006. Disponível <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31819-1.asp>>. Acesso em julho de 2017.

GEROLLA, G. **Materiais e Ferramentas - Drywall**. Ed. 42. Jan. 2012. Disponível em <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/43/drywall-pasta-de-gesso-e-papel-cartao-sao-as-243469-1.aspx>>. Acesso em julho de 2017.

GOMES, J.O.; LACERDA, J.F.S.B. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014. Disponível em <<http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/viewFile/469/357>>. Acesso em julho de 2017.

GONZALEZ, M.S. **Uso de alvenaria de vedação em estrutura metálica**. Especialista em Tecnologia e Gestão de Produção à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/364e5c4d7c7cbc251004622b64f861e5.pdf>>. Acesso em agosto de 2017.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Produção mineral brasileira – 2010**. Disponível em <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001157.pdf>> Acesso em julho de 2017.

KALIL, S.M.B. **Alvenaria estrutural**. PUCRS. 2007. Disponível em <http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf>. Acesso em julho de 2017

LACHIMPADI, S.K.; PEREIRA, J.J.; TAHA, M.R.; MOKHTAR, M. Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: **A Malaysia case study. Resources, Conservation and Recycling**, v. 68, p. 96-103, 2012,

LESSA, G. A. D. T. **Drywall em Edificações Residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005, 64p.

LUCA, C.R.; GONÇALVES, J.L. ZORZI, O.; DUARTE, S. **Manual de projeto de Sistemas Drywall: paredes, forros e revestimentos**. — São Paulo: Pini, 2006.

MASS, B. H.; **Resíduos de Construção Civil na obra de uma edificação e seus impactos: estudo de caso de uma residência em *light steel framing* e simulação de uma em**

alvenaria. Mestre em Engenharia de Construção Civil ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Área de Concentração Ambiente Construído e Gestão, Departamento de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

MACHADO, A.F.L.; FINHOLDT, B.F.; SOUSA, L.S.; FREITAS, M.R.; DUQUE JR.V.C. **Viabilidade do Gesso Acartonado na Construção Civil.** 8º Entec- Encontro de tecnologia da Uniube, 28 a 30 de outubro de 2014.

NUNES, H.P. **Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

OLIVEIRA, B.T. **Uso de resíduos de construção e demolição em argamassas para revestimento de alvenaria.** Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014872.pdf>

PAGHDAR. D.K.; SHARMA. N.D.; RATHOD. H.A. A. Review on Dry Wall Construction Technique in Reference of Sustainable Development. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, Vol. 2 Issue 11, November - 2013

PEDROSO, S.P.; FRANCO, G.A.; BASSO, G.L.; BOMBONATO, F.A. **Steel Frame na construção civil.** Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional - 2014. Disponível em <http://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>

PETERSEN, R.L. **Sistema Light Steel Framing: comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços.** Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, RS, 2012. Disponível em <http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2012/TCC_Robson%20Lassen%20Petersen.pdf> Acesso em agosto de 2017

RIBEIRO, G.C. **Avaliação do gerenciamento de resíduos de construção e demolição (RCD no município de Torres, Rio Grande do Sul.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013. Disponível em

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/125094/TCC%20Guilherme%20A5...pdf?sequence=1>

ROMAN, H. **Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 2015. Disponível em <http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/materiais-de-construcao/apostilla-de-materiais-de-construcao/view>

ROSSI, F. **Steel Frame: Vantagens e desvantagens. Aprenda Agora!** 2017. Disponível em <<http://pedreiro.com.br/steel-frame-vantagens-e-desvantagens-passo-a-passo/>> Acesso em julho de 2017.

SAHARA. **Tipos de britas**. 2016. Disponível em: <http://www.sahara.com.br/imgs/conteudo_thumb/Tipos-de-Brita-1.pdf>.

SANTOS, D.R.; BEZERRA, J.S.; SILVA, D.S.; LORDSLEEM, A.C.; MELHADO, S.B. **Impacto do projeto de alvenaria na geração de resíduos de construção civil: estudo de caso**. Universidade Federal de Viçosa. Trabalho apresentado no IV SBQP. 2015. Disponível em <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6051/76.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

STEEL FRAME. **Sustainability - Green Building**. 2016. Disponível em <<http://www.steel framing.org/sustainability.html>>. Acesso em setembro de 2017.

SILVA, F.B. Sistema construtivo a seco - Light Steel Frame. **Revista Técnica on line**. Edição 195. junho/2013. Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/195/artigo294078-1.aspx>

SILVA, L.B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnósticos**. Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014

SOUZA, E.L. **Construção civil e tecnologia: estudo do sistema construtivo light steel framing**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. – 2014 a. Disponível em <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/135.pdf>>. Acesso em julho de 2017.

SOUZA, L.G. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame, **Especialize Revista On line**,

janeiro/2014 b Disponível em
<<http://www.especializandovencedores.com.br/uploads/arquivos/80c5f1f09008d87d427f2c446ae349e7.pdf>> . Acesso em julho em 2017.

SOUZA, L.L.F. **Reciclagem de placas de gesso acartonado**. Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, 2013

TANIGUTI, E.K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. Mestrado em Engenharia à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1999. 2963p.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2010. 183 p.

TAVARES, J H. **Alvenaria Estrutural: Estudo Bibliográfico e Definições**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011. Disponível em <http://ebiblio.ufersa.edu.br/Download/20640.pdf>

TEIXEIRA, C. A. G. **Jogando Limpo: estudo das destinações finais dos resíduos finais dos resíduos sólidos da construção civil no contexto urbano de Montes Claros**. Montes Claros, 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2010. Disponível em <http://www.ppgds.unimontes.br/index.php/component/edocman/?task=document.download&id=71&Itemid=0>.

VALIM, V.G. **Light Steel Framing: viabilidade técnica da utilização de um sistema inovador na construção civil**. Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110040/000952057.pdf?sequence=1>

VALVERDE, F.M. **Agregados para construção civil. Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção – ANEPAC**. Balanço Mineral Brasileiro 2001. Disponível em http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-agregados-para-construcao-civil/@@download/file/BALANCO_MINERAL_002_2001.pdf.

VIVAN, A. L. ; PALIARI, J. C. ; NOVAES, C. C. . Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. In: **ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2010. Canela-RS. ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. Disponível em <<https://www.aea.com.br/blog/vantagem-produtiva-do-sistema-light-steel-framing-da-construcao-enxuta-a-racionalizacao-construtiva/>>. Acesso em agosto de 2017.