

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Luan Gabriel dos Santos
Mikaely Queiroz de Sousa
Rebeca Ludmila Santos Cucato

PROJETO ARQUITETÔNICO EM LIGHT STEEL FRAME

São Paulo

2021

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Luan Gabriel dos Santos
Mikaely Queiroz de Sousa
Rebeca Ludmila Santos Cucato

PROJETO ARQUITETÔNICO EM LIGHT STEEL FRAME

Trabalho de Graduação apresentado por Luan Gabriel S., Mikaely Queiroz S., Rebeca Ludmila S. Cucato como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Obras, da Faculdade Tecnologia do Victor Civita - Tatuapé, elaborado sob a orientação do Prof. Dr. Gilder Nader.

São Paulo

2021

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Luan Gabriel dos Santos
Mikaely Queiroz de Sousa
Rebeca Ludmila Santos Cucato

PROJETO ARQUITETÔNICO EM LIGHT STEEL FRAME

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor (com titulação) - instituição

Nome do professor (com titulação) - instituição

Nome do professor orientador (com titulação) - instituição

DEDICATÓRIA

Aos nossos familiares e amigos que nos apoiaram e compreenderam o tempo que deixamos de passar ao seu lado.

“Os cientistas estudam o mundo tal como é; os engenheiros criam o que o mundo nunca foi”

Theodore Von Karman

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos professores que nos auxiliaram, disponibilizaram seu tempo e repassaram seu conhecimento, principalmente ao professor Gilder Nader pelas orientações dadas e com base nisso foi possível realizar o trabalho.

RESUMO

O visual externo de um comércio é o fator de maior importância para se ganhar um cliente, a fachada deve chamar a atenção de uma forma original e acolhedora, transmitindo o tipo de ambiente que o cliente encontrará internamente. No local de estudo foi observado a falta de restaurantes modernos, que oferecem conforto e atrativos, com base nisso, o presente trabalho tem a proposta de apresentar inovações ao local, analisando a melhor forma de atrair e atender o público-alvo. O diferencial do projeto para um simples restaurante é o *design* moderno, com novidades pouco exploradas no segmento, a atenção para atender públicos com deficiências físicas de acordo com as normas de acessibilidade e o uso do sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF), usado em abundância em diversos países, porém pouco conhecido no Brasil, método que promove diversas vantagens que serão abordadas em comparação com o tradicional concreto. Com o uso do *software* Revit, será apresentado o projeto estrutural de forma ilustrativa.

Palavras-chave: Projeto arquitetônico, Light Steel Frame, Restaurante, Software, Design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES –

Figura 1 – Desenho esquemático de uma estrutura em LSF.....	18
Figura 2 – Paredes de Steel Frame	20
Figura 3 – Laje de Steel Frame	21
Figura 4 – Telhado de Steel Frame	22
Figura 5 – Processo de fabricação dos painéis solares.....	29
Figura 6 – Composição do Painel solar	29
Figura 7 – Portal solar.....	30
Figura 8 – Planta de situação	32
Figura 9 – Detalhes do ligamento do LFS com Radier	34
Figura 10 – Forro de gesso tabicado	39
Figura 11 – Camadas do telhado verde.....	45
Figura 12 – Plantas subsolo e térreo	46
Figura 13 – Plantas 1º pavimento e 2º pavimento	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alvenaria X LSF	24
Quadro 2 – Parâmetros de ocupação	32
Quadro 3 – Revestimentos de paredes	37
Quadro 4 – Quantidade de revestimento de parede	38
Quadro 5 – Pisos	40
Quadro 6 – Quantidade de pisos	41
Quadro 7 – Pintura nas paredes	43
Quadro 8 – Quantidade de tinta	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Iluminação.....	41
Tabela 2 – Vãos.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ZEU	Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
LSF	Light Steel Frame
3D	Tridimensional
CO2	Dióxido de carbono
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
PCD	Pessoa com deficiência
COP24	Conferência das mudanças climáticas
ONU	Organização das Nações Unidas
Laser	Light Amplification by Stimulated Emission os Radiation
mm	Milímetro
cm	Centímetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	LIGHT STEEL FRAME.....	17
2.1	HISTÓRIA	17
2.2	MONTAGEM	18
2.3	LSF X Concreto.....	23
2.4	EXPECTATIVA DE CRESCIMENTO NO BRASIL	25
3	IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	27
3.1	TELHADO VERDE	27
3.2	ÁGUA DE REUSO	27
3.3	ENERGIA SOLAR	28
4	MEMORIAL DESCRITIVO.....	31
4.1	Dados do projeto	31
4.2	LAYOUT DO PROJETO.....	32
4.3	SERVIÇOS PRELIMINARES	33
4.3.1	Instalações preliminares	33
4.3.2	Limpeza e preparo do terreno.....	33
4.3.3	Escavações	33
4.4	FUNDAÇÃO	34

4.5	ESTRUTURA	34
4.6	IMPERMEABILIZAÇÕES	35
4.7	VEDAÇÃO	35
4.8	LÃ DE VIDRO OU LÃ DE PET	35
4.9	REVESTIMENTO DAS PAREDES	35
4.10	REVESTIMENTOS DE TETOS	38
4.11	PISOS	39
4.12	ESQUADRIAS	41
4.13	PINTURA	42
4.14	COBERTURA	44
4.14.1	Estrutura em <i>Steel Frame</i>	44
4.14.2	Telhado Verde	44
4.15	ENERGIA SOLAR	45
5	DETALHAMENTO DO PROJETO	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

No local escolhido, no bairro Vila Alabama, foi observado a falta de comércios com um *design* moderno, dentro das normas e planejado com a preocupação de acolher seus clientes da melhor forma. Um bom estabelecimento não vende apenas seus produtos, e sim uma experiência marcante, emoções e lembranças, fidelizando clientes de maneira que os mesmos acabam realizando o *marketing* do local.

O comércio apresentado será realizado na Zona Leste de São Paulo, localizado mais precisamente no cruzamento da Rua José Cardoso Pimentel com a Rua Pedro do Monte Santo, o terreno possui uma extensão de 920m², apresenta um perfil plano e está classificado na Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana (ZEU). Trata-se da execução de um estabelecimento comercial no segmento alimentício. Pensado em atender a diversos públicos, a construção conta com um restaurante e um bar projetados de forma acessível conforme a norma NBR 9050, o ambiente também traz um clima acolhedor para a família, contando com áreas como fraldário e uma área de recreação para o lazer das crianças, e contendo também um terraço verde que proporciona uma interação entre os clientes e a natureza.

De acordo com Vahan Agopyan (2012), professor e reitor da Universidade de São Paulo (USP), a construção civil é o setor que mais consome recursos naturais do mundo, além de poluir e gerar resíduos, sendo influente nos impactos ambientais, por esse motivo é de suma importância se atentar as consequências geradas pela construção. A falta de conscientização e conhecimento sobre os métodos construtivos menos prejudiciais a natureza, causa o uso excessivo dos materiais mais convencionais como o concreto, portanto o projeto tem como intuito comparar este sistema construtivo e destacar as vantagens do método *Light Steel Frame*.

Com o objetivo de trazer menos danos ao ambiente, o projeto conta com um estrutural de *Light Steel Frame*, sistema que traz a construção o aspecto sustentável pelo fato de não utilizar a água, ou seja, é uma construção a seco. É

um método construtivo muito utilizado em países como Austrália, Japão e Chile que tem o maior índice de utilização do sistema a seco da América Latina. De acordo com o Brasil Escola (2019), o método baseia-se na estruturação de quadros, colunas, vigas horizontais e verticais feitas de aço galvanizado, tem um baixo peso próprio e após a efetuação da montagem o mesmo fica com aspecto aramado. Blocos e argamassas não são utilizados, sendo assim, um sistema livre e distante da construção tradicional, porém na fundação será utilizado o concreto convencional, observado como o material mais adequado neste caso, como explica o blog do sistema *Light Steel Frame*. Por fim, será apresentado ilustrações do estrutural em LSF utilizando o *software* Revit.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como principal propósito projetar um restaurante moderno em um terreno existente e utilizar o sistema construtivo *Light Steel Frame* mostrando suas vantagens.

1.1.2 Objetivos Específicos

Dentre todos os objetivos específicos, se destacam, trazer *design* arquitetônicos fora dos padrões proporcionando conforto aos clientes e oferecendo a devida ergonomia, apresentar métodos construtivos sustentáveis e a interação com a natureza, e por fim representar o estrutural com um projeto tridimensional (3D) desenvolvido no *software* Revit para demonstrar a implantação dos painéis de LSF na edificação.

2 LIGHT STEEL FRAME

De acordo com Carregari (2018) em uma matéria para o AECWEB, o LSF é um sistema estrutural composto basicamente por perfis de aço galvanizado formados à frio proporcionando baixo peso a todo o conjunto edificado, como o nome já diz: é um esqueleto (*frame*) de aço (*steel*) leve (*light*). Por ser um sistema industrializado e possibilitar uma construção sem necessidade do uso da água, com grande agilidade e rapidez durante todo o processo de execução, o LSF passou a ser conhecido como sistema autoportante de construção à seco.

2.1 HISTÓRIA

Com uma grande demanda de novas casas em um curto período, baixo custo e com os materiais que estavam disponíveis, houve a necessidade de novos meios construtivos de edificações, foi então que o *Wood Frame* criou vida nos Estados Unidos (EUA) entre 1810 e 1860, conforme relata o artigo viabilidade da utilização do sistema Light Steel Frame para construções de habitações populares (Arquitetura (2020)).

Em 1991 o custo nas construções de moradias teve um acréscimo de 80% ao longo de quatro meses (BELIVAQUA, 2005), devido à grande utilização de madeira (*wood*), gerando um altíssimo desmatamento. Foi então que um novo material substituiu a madeira, o aço.

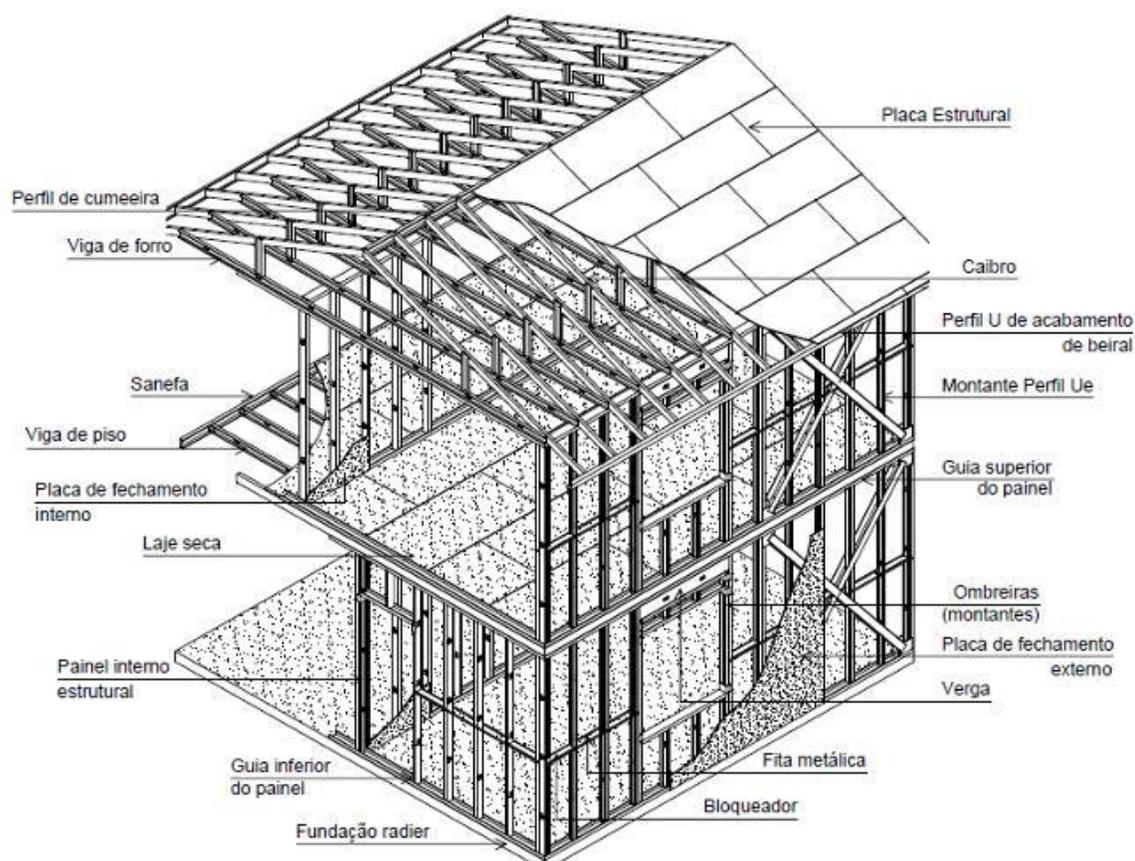
De acordo com Arquitetura (2020), com o fim da Segunda Guerra Mundial as indústrias siderúrgicas que ganharam grande força com a fabricação de armas, migraram para o ramo da construção de edificações. De início o aço passou a ser utilizado como divisórias dos edifícios com estruturas de ferro e só depois de tornarem os perfis mais leves diminuindo sua espessura, o aço passou a substituir a madeira.

Desde então países cujo a construção civil é predominantemente industrializada, como os Estados Unidos, Inglaterra, Austrália, Japão e o Canadá foram se destacando com a larga utilização do *Steel Frame*.

2.2 MONTAGEM

Conforme o Brasil Escola (2019), pelo motivo de ser um sistema construtivo muito mais leve que o convencional, não há necessidade de projetar uma fundação complexa, geralmente é utilizado fundação de Radier. A fundação de radier tem um aspecto de laje maciça de concreto, que abrange toda a área da construção, recebendo uniformemente a carga da edificação, ainda oferece algumas vantagens como baixo custo comparado a outros tipos de fundações superficiais ou rasas, promovendo uma economia em materiais (madeira, aço e concreto) e rapidez na execução. A montagem do sistema é composta por diversos elementos, como exemplificado na figura 1.

Figura 1: Desenho esquemático de uma estrutura em LSF

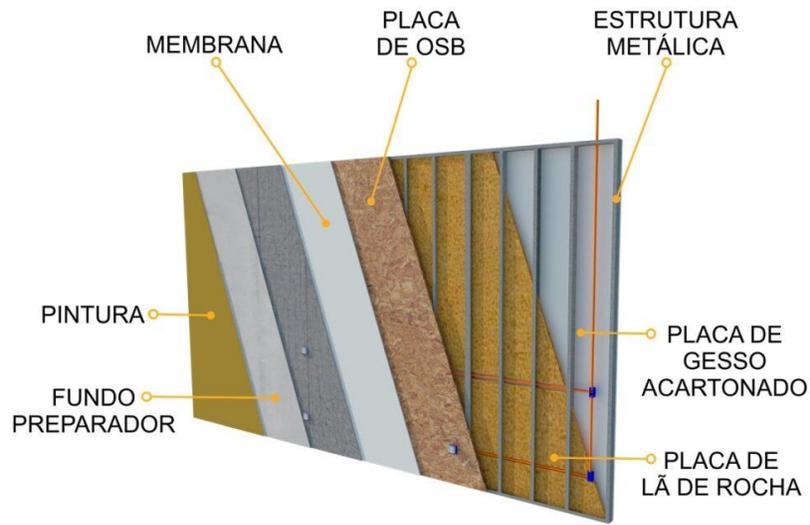


Fonte: BRASIL ESCOLA (2019)

Elementos utilizados no LSF e suas definições de acordo com o artigo do Brasil Escola (2019).

- Bloqueador: Tem a função de travar os montantes e vigas horizontais.
- Cantoneira: Utilizado para fazer conexões de elementos.
- Fita de aço Galvanizado: Utilizada com função de proteger a estrutura contra ações do vento em painéis de parede, piso e cobertura, também ações do vento horizontais em vigas de piso ou cobertura, e quando combinada com os bloqueadores e utilizadas na horizontal, diminuem a altura de flambagem dos montantes.
- Guia: Utilizada na base e topo dos montantes formando os painéis.
- Montante: Perfil vertical que compõe os painéis estruturais formando as paredes.
- Ombreira: Perfil vertical usado como apoio das vergas nas aberturas.
- Ripa: Perfil utilizado para apoio das telhas na cobertura.
- Sanefa: Perfil responsável por ligas as extremidades das vigas de piso.
- Viga: Perfis utilizados horizontalmente formando as lajes.
- Verga: Perfil estrutural utilizado na parte superior de aberturas como janelas e portas.

Uma das principais características desse sistema construtivo são paredes que consiste em diversas camadas para trazer um bom conforto acústico e térmico para a edificação que é composta pelos seguintes elementos mostrados na figura 2.

Figura 2 – Paredes de *Steel Frame*

Fonte: Construindo casas (2021)

Composição das paredes de acordo com o blog Construindo casas (2021).

Paredes externas:

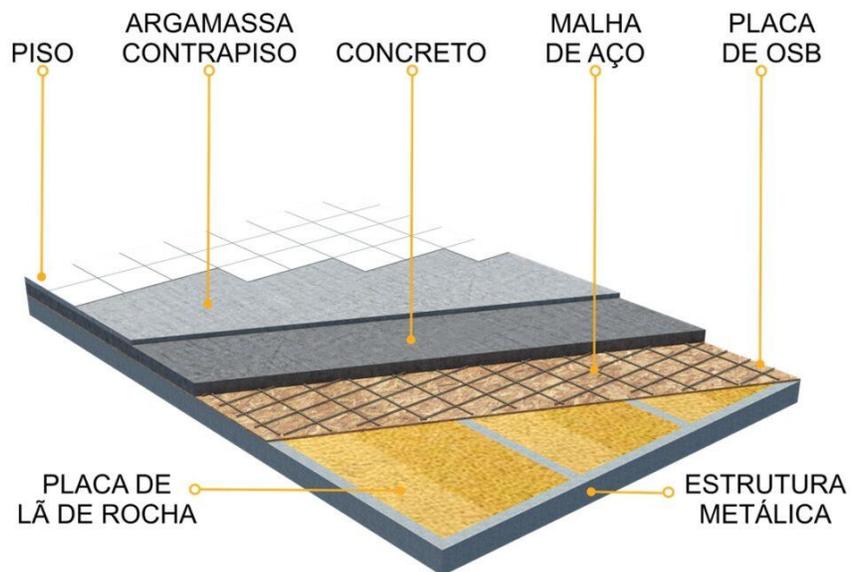
- a) Placa de *Oriented Strand Board* (OSB): Possui boa resistência mecânica e seu principal objetivo é ser um contraventamento para estrutura de aço.
- b) Membrana: Ela impede a formação de mofo e entrada de umidade.
- c) Placa cimentícia: Formada por uma massa de cimento reforçada com fibras de vidro.
- d) *Base coat*: Uma massa aplicada em toda parede garantindo uma boa impermeabilização.
- e) Revestimento: A parede pode ser tratada de forma convencional recebendo qualquer tipo de revestimento.

Paredes internas:

- a) Placa de gesso acartonado: Uma placa composta de gesso com o papel cartão.
- b) Massa niveladora: Acabamento para as placas de gesso, uma massa que é aplicada em toda a parede garantindo uma boa impermeabilização.
- c) Revestimento: A parede pode ser tratada de forma convencional recebendo qualquer tipo de revestimento.

A laje é composta por estrutura metálica revestida com placas de OSB e recebe uma camada de concreto, argamassa de acabamento e o revestimento, conforme o exemplo da figura 3.

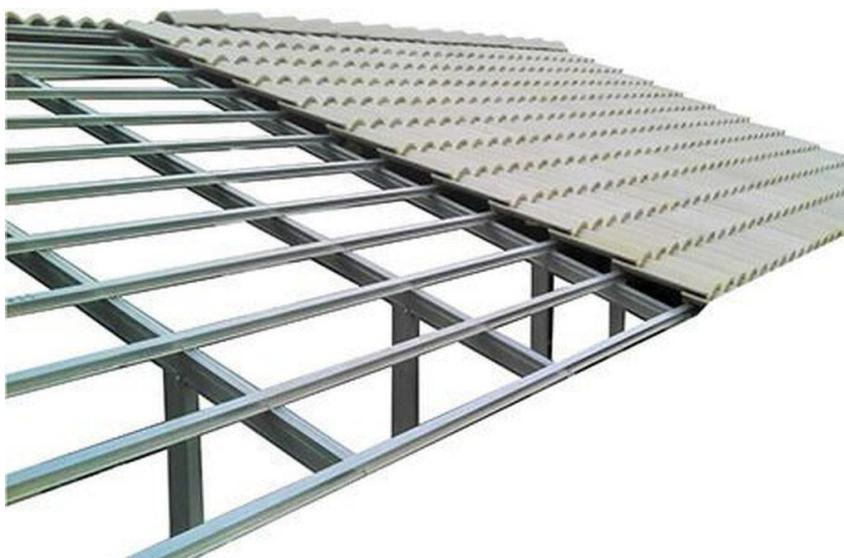
Figura 3 - Laje de *Steel Frame*



Fonte: Construindo casas (2021)

O telhado é montado com peças de aço galvanizado, nesse sistema o telhado pode ser tanto exposto quanto embutido e imune a ataques de cupins. A seguir a figura 4 mostra um exemplo de montagem.

Figura 4 - Telhado de *Steel Frame*



Fonte: LAFAETE (2020)

2.3 LSF X CONCRETO

O uso do concreto ainda é essencial para o Brasil, a maioria das obras ainda trabalham com o material, porém o mercado atual está bem avançado, há diversas tecnologias novas no segmento que oferecem muitas vantagens, mas a população brasileira ainda tem um receio para aderir sistemas construtivos alternativos como a estrutura metálica que possui muitos benefícios que são poucos conhecidos. O principal deles é a menor geração de resíduos, agredindo menos o meio ambiente.

Segundo Rodgers (2018), 8% das emissões globais de dióxido de carbono (CO²) vem do cimento. Essa notícia foi publicada junto à realização da conferência das mudanças climáticas (COP24) da Organização das Nações Unidas (ONU) na Polônia, requerendo que as emissões anuais que vem da produção de cimento devem ser reduzidas em 16% até 2030.

Se a indústria do cimento fosse um país, seria o terceiro maior emissor de CO² do mundo - atrás apenas da China e dos EUA. A indústria do cimento contribui com mais CO² do que a queima de combustíveis fósseis pela frota global de aviões (2,5%) e não ficando muito atrás da indústria do agronegócio (12%) (RODGERS, 2018, n.p).

Já o Light Steel Frame é um sistema que não emite tantos poluentes que causam danos ao meio ambiente e promove uma obra sem resíduos, proporcionando menos emissão de dióxido de carbono (CO²). Além disso por ser um material metálico é 100% reciclável e reaproveitável.

Sem contar a qualidade e o desempenho das edificações, que são seguras, fazem frente às intempéries da natureza e têm fácil manutenção. Além disso, a durabilidade é comprovada por construções norte-americanas com mais de 200 anos (CARREGARI, 2018, n.p)

A economia de água chega a 80%, se comparada com a quantidade utilizada em projetos em alvenaria. O LSF ainda oferece muitas outras vantagens quando comparado ao concreto convencional, como menciona o quadro 1

Quadro 1 - Alvenaria X LSF

Alvenaria	Light Steel Frame
Pouco usado por outros países, por ser muito rígido, ter menor resistência á ações da natureza e execução mais demorada.	Um dos sistemas utilizados no mundo para edificações comerciais e residenciais.
Sua utilização está constantemente abaixando nos outros países.	A tendência mundial é continuar crescendo a demanda para este sistema.
Pouco adaptável às modernidades e evoluções.	Facilmente adaptável a diversas arquiteturas e modernidades.
Sua fundação corresponde entre 10% e 15% do custo total da obra.	É um sistema até 5x mais leve, de acordo com a Angullar Arq. e Construção, há uma economia em sua fundação entre 5% e 7% do custo total da obra.
Maiores chances do surgimento de fissuras.	Muito difícil o surgimento de fissuras.
Precisão de centímetros.	Precisão de milímetros.
Alguns produtos utilizados degradam o meio ambiente, como areia, tijolo e brita.	Seus perfis de aço são um dos produtos mais recicláveis do mundo.
Durabilidade acima de 300 anos.	Durabilidade acima de 300 anos.
Mesma garantia do sistema <i>Steel Frame</i> .	Mesma garantia do sistema convencional em alvenaria.
A qualidade depende de fatores como mão de obra, umidade do ar, matéria-prima e temperatura.	Os aços galvanizados possuem certificação internacional, seguindo um mesmo padrão de qualidade.
Precisa quebrar a parede para fazer as instalações elétricas e hidráulicas, e depois preencher o espaço novamente.	Instalações podem ser feitas na fabrica, com precisão milimétrica e mínimo desperdício possível.
Sua construção gera bastante resíduos ao canteiro de obras.	Canteiro de obra limpo, organizado, maior velocidade e baixa geração de entulhos.
Estrutura pesando aproximadamente 225 kg/m ² (com paredes de 15 cm).	Estrutura leve, pesando aproximadamente 80 kg/m ² construído.

Continua

Conclusão

Isolamento acústico é menor que o do sistema <i>Light Steel Framing</i> .	O isolamento acústico é maior do que no sistema convencional.
Processo construtivo demanda muita água.	Utiliza água apenas na fase da fundação. É considerado um sistema construtivo a seco.
É comum o aparecimento de umidades na parede, é necessários cuidados especiais para não ter este problema.	É incomum o surgimento de infiltrações nesse sistema.
A manutenção é complexa, pois seus defeitos geralmente são ocultos, como vazamentos, problemas elétricos e infiltrações, portanto normalmente é necessário quebrar paredes que se torna um trabalho demorado, pois é necessário quebrar, consertar, preencher o espaço aberto, esperar secar a massa, retocar com massa corrida, lixar, pintar ou rejuntar).	Já o sistema de LSF é de simples manutenção, basta retirar as placas de revestimento, consertar o problema e recolocar as placas.
O telhado não tem tanta resistência a ventos fortes.	Resistência para ventos de até 200km/h. A norma brasileira pede resistência de até 144km/h.
Para ter uma resistência a ação do raio é necessário fazer o aterramento.	Sistema resistente a raios sem a necessidade de aterramento. O aço utilizado é excelente condutor para descarga elétrica.
Resistência ao fogo semelhante ao LSF	Resistência ao fogo semelhante ao método convencional.

Fonte: CARREGARI

2.4 EXPECTATIVA DE CRESCIMENTO NO BRASIL

A china é a maior produtora mundial de cimento, produzindo em média, 1,3 bilhões de toneladas entre os anos 2019 e 2020, ainda considerado um volume baixo se comparado aos anos anteriores que sua média de produção é 1,8 bilhões

de toneladas, isso significa que a China é responsável por 60% do abastecimento mundial de Cimento. A média de consumo no Brasil é 54,8 milhões de toneladas por ano, ou seja, mesmo sendo um material essencial no Brasil, seu consumo ainda tem pouca relevância mundial. Porém o novo método construtivo LSF vem ganhando destaque mundial e daqui uns anos pode substituir grande parte do mercado de cimento, a tendência é que o mesmo ocorra no Brasil, que já vem mostrando um grande crescimento nos 5 anos consecutivos, ainda é importante ressaltar a crise que o país enfrenta no setor construtivo, e mesmo assim a demanda de estruturas metálicas vem se destacando, portanto a tendência é continuar seu crescimento, visto ainda que o país já está se recuperando de uma pandemia que afetou diretamente as empresas da construção civil e que o setor já demonstrou capacidade de superar crises passadas (CIMENTO.ORG, 2020).

Segundo (DC, Diário do comércio, 2021), as expectativas são boas, de acordo com o estudo de Desempenho Econômico da Indústria da Construção realizado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Cbic) a projeção é de que o Brasil finalize o ano de 2021 com um crescimento de 5%, a maior alta nos últimos 10 anos. Com essa perspectiva, se imagina que o crescimento no mercado das estruturas metálicas siga o setor e continue se destacando, a tendência é que as empresas aceitem a tecnologia de LSF, que oferece tantas vantagens em comparação com o concreto, também é importante ressaltar que a inovação é de suma importância, ela que mantém um negócio em constante processo de evolução.

3 IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente o tema sustentabilidade vem sendo motivo de muita discussão para que os impactos ambientais sejam reduzidos em todo o planeta, tornando o tema indispensável em todos os setores da sociedade inclusive a construção civil.

Garantir que a obra gere menos resíduos antes, durante e depois da mesma é um dos pontos-chaves para a construção civil diminuir o impacto ao meio ambiente.

3.1 TELHADO VERDE

De acordo com Santana de Jesus, L. M. (2018), o telhado verde, conhecido também como cobertura vegetal, é uma técnica usada em arquitetura com o objetivo do plantio de plantas e árvores nas coberturas de edifícios e residências. Impermeabilizando e drenando a cobertura da edificação, dando condições para a implantação do telhado verde. Além de deixar a edificação mais atraente o telhado verde apresenta vantagens como a diminuição da poluição melhorando a qualidade do ar, diminuição do efeito de ilhas de calor, trazer um melhor isolamento térmico para edificação e além disso ajuda a aumentar e biodiversidade, atraindo borboletas, pássaros e etc. O telhado verde envolve todas as vantagens de um jardim suspenso, como a captação de água da chuva, o tratamento de efluentes (esgoto sanitário), a captação da energia solar e outros benefícios.

3.2 ÁGUA DE REUSO

Segundo o consultor Jack Sickermann, a água de reuso vem de resíduos, ou seja, descartadas pela atividade humana com impurezas provenientes de descargas de várias origens e que ainda apresenta características que permitem sua reutilização para algum fim específico. O objetivo do método é reduzir o consumo do abastecimento público, trazendo benefícios econômicos e sustentáveis, ainda oferecendo recursos de qualidade que podem ser usados para

atividades como irrigação de áreas verdes, descarga de vaso, lavagem de pisos, combate a incêndios e toda atividade que não necessita do uso da água potável.

Jack Sickermann explica que o processo de funcionamento do sistema se inicia com a captação da água residual pelo telhado ou calhas, em seguida água é transportada para um pré-filtro, onde é retido sujeiras brutas como galhos e folhas. Após esse processo de filtragem a água é conduzida para o reservatório do sistema. E por fim, no reservatório a água passa por mais um filtro com o auxílio de uma bomba, e depois ela retorna para o reservatório, já tratada e com a cloração feita pelo dissolvidor de pastilhas. Esse processo é realizado em circuito fechado, recirculando a água entre o filtro e o reservatório.

Segundo o engenheiro de desenvolvimento Renato Rossato (2015), trata-se de um sistema de alto investimento, mas que traz resultados mensais e deve se obter um retorno financeiro em cerca de 36 meses. É uma tecnologia de simples instalação e manutenção, muito recomendado principalmente em lugares que sofrem a escassez de água, pois viabiliza o uso sustentável de recursos hídricos, reduz a quantidade de esgoto e aumenta a disponibilidade para fins em que há necessidade da água potável. É um método que vem ganhando mais importância a cada dia em todas as regiões, conforme a escassez de água também ganha relevância.

3.3 ENERGIA SOLAR

Segundo o Portal Solar, a energia solar é uma energia renovável e sustentável proveniente da luz solar como fonte de energia, pode ser usada de forma fotovoltaica (Energia elétrica) ou térmica, são captadas através de placas solares, feitas 90% das vezes de cristal de silício ultrapuro. Por utilizar o sol como fonte de energia, se torna uma forma 100% limpa, que não gera resíduos, poluentes e não oferece nenhum dano a natureza. Seu processo de fabricação vai desde a matéria prima ao produto acabado, como mostra a figura 5.

Figura 5 - Processo de fabricação dos painéis solares



Fonte: Portal Solar

Os **wafers** são tratados quimicamente e transformados nas células fotovoltaicas que compõem os painéis. Nesta etapa o silício se transforma em condutor de elétrons que são despreendidos com a luz do sol e se acumulam em corrente elétrica. É um material de fabricação e montagem complexa, como mostra a figura 6, o equipamento acabado para instalação depende de alguns elementos em sua composição (PLOTER).

Figura 6 - Composição do Painel solar

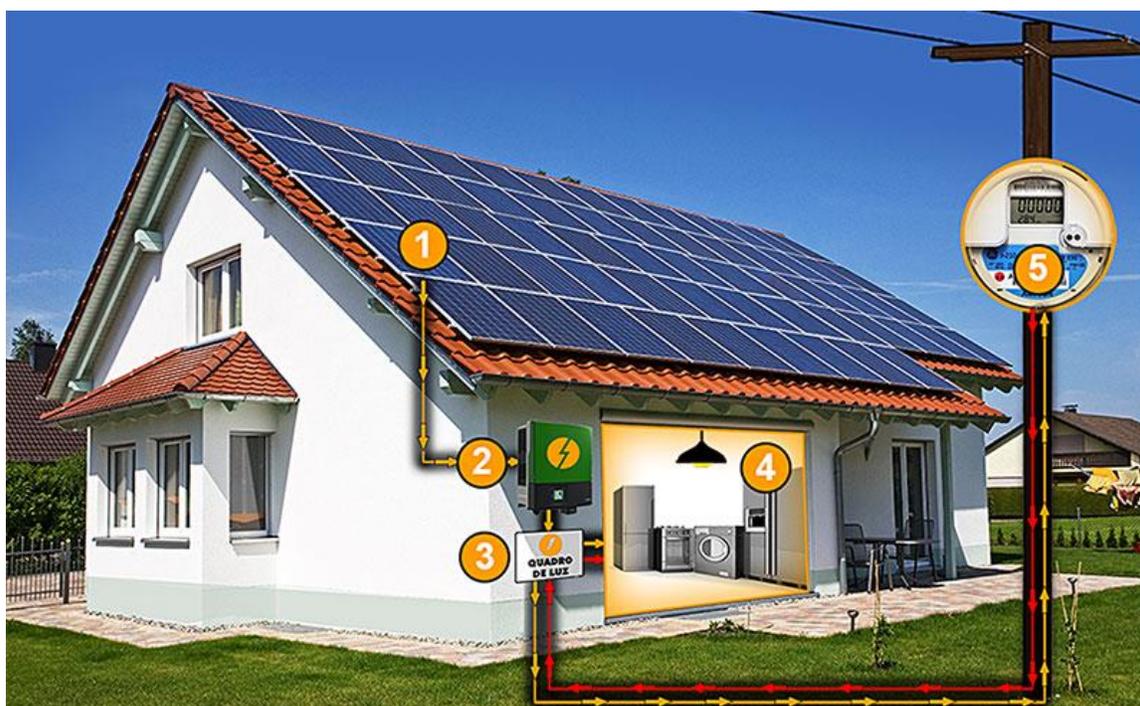


Fonte: Portal Solar

Há várias razões para se investir neste sistema, dentre suas diversas vantagens se descartam o impacto econômico e ambiental, o uso da energia solar promove uma economia de até 95% na conta de luz por um tempo de no mínimo

25 anos, oferecendo um retorno de curto prazo do investimento, com o período que se paga os custos e a partir daí se tem lucro *Payback* entre 5 a 10 anos e ainda uma rentabilidade de 24% a.a, que é até seis vezes mais que a poupança, além disso o sistema ainda oferece uma segurança contra o aumento das tarifas de energia que vem aumentando constantemente a anos. Sendo um recurso com tantas vantagens, o sistema promove uma valorização de até 6% ao imóvel. Sua instalação não é simples, sendo necessário mão de obra especializada, um projeto de elaboração e a documentação do sistema. A Figura 7 mostra como fica a instalação do equipamento em uma residência. BlueSol (2021).

Figura 7 – Etapas para a energia solar



Fonte: Portal Solar

O sistema funciona da seguinte forma: Primeiramente os painéis solares que são todos conectados juntos ao seu inversor solar reagem com a luz do sol, produzindo a energia fotovoltaica, em seguida o inversor solar transforma a energia para energia elétrica, que vai para o quadro de luz e é distribuída pela casa, para tudo aquilo que é conectado na tomada (Portal Solar).

4 MEMORIAL DESCRITIVO

O memorial descritivo tem função de apresentar e orientar o uso dos materiais utilizados. O projeto terá o sistema construtivo de estrutura metálica do tipo LSF e será executado de acordo com as normas técnicas e os projetos, composto por uma planta de situação, plantas baixas, cortes, fachada, cobertura e estrutural ilustrativo devidamente assinadas pelos autores e executadas na íntegra.

A obra respeitará aos projetos e seus detalhes estabelecido pela Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), a mesma será realizada com mão de obra especializada e materiais de primeira qualidade.

4.1 DADOS DO PROJETO

Obra: Projeto de um restaurante sustentável.

Local: Rua José Cardoso Pimentel, Nº 101 Itaim Paulista, São Paulo, SP

Área existente: 920 m²

Área Construída: 616,58 m²

Proprietário: MRL Steel Ltda.

Zoneamento: Zona ZEU (Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana) Setor 133, Quadra F072, Lote F0030 S/N

Terreno: O terreno em questão tem o perfil plano, não possuindo árvores.

A planta de situação é mostrada na Figura 8.

Figura 8 - Planta de situação



Fonte: GeoSampa (2021)

Quadro de parâmetros de ocupação mostrado no quadro 2.

Quadro 2 - Parâmetros de ocupação

Descrição	Valor
Zona de Uso	ZEU
Coeficiente de aproveitamento mínimo	0,50
Coeficiente de aproveitamento básico	1
Coeficiente de aproveitamento máximo (m)	4
Taxa de ocupação - para lotes até 500m ²	0,85
Taxa de ocupação - para lotes igual ou superior a 500m ²	0,70
Gabarito de altura máxima (metros)	NA
Recuo mínimo - Frente (i)	NA
Recuo mínimo - Fundos e laterais: Altura menor igual a 10m	NA
Recuo mínimo - Fundos e laterais: Altura superior 10m	3 (j)
Cota parte máxima de terreno por unidade (m ²)	20

Fonte: GEOSAMPA (2021)

4.2 LAYOUT DO PROJETO

Subsolo: Estacionamento com acesso a escada; Elevador e rampas;

Térreo: Salão principal com acesso a escada e elevador; Escritório; Cozinha de preparo I; Cozinha de preparo II; Cozinha III; Despensa; Câmara fria; Banheiro masculino; Banheiro feminino; Banheiro para pessoa com deficiência (PCD); Jardim de inverno; Recreação;

1º Pavimento: Vestiários; Bar, Cozinha; Banheiro masculino; Banheiro feminino; Banheiro PCD; Salão II com acesso a escada e elevador; Área aberta:

Terraço: Acesso a caixa d'água; Elevador; Sala de máquinas; Telhado verde;

4.3 SERVIÇOS PRELIMINARES

4.3.1 Instalações preliminares

Serão instalados provisoriamente água, esgoto e energia elétrica, será de responsabilidade da contratada.

As instalações sanitárias serão dimensionadas de acordo com o número de funcionários, assim como os vestiários e refeitório, seu *layout* será de acordo com projeto que deve ser elaborado.

Após a execução da obra, não poderá haver nenhum resíduo das instalações acima.

4.3.2 Limpeza e preparo do terreno

A área construída deve estar limpa, sem qualquer material ou obstáculo que prejudique a execução da obra, tais como camada vegetal, troncos, resíduos de outra edificação e etc.

4.3.3 Escavações

Para a execução da fundação inicialmente será necessário abrir uma vala com fundo nivelado e fortemente compactado até a profundidade que o solo apresentar resistência de acordo com o projetado, a escavação será feita de forma mecânica, com uso de máquinas do tipo escavadeira. Os resíduos resultantes deverão ser reaproveitados ao máximo como aterro e reaterro para o próprio terreno ou áreas próximas ao local.

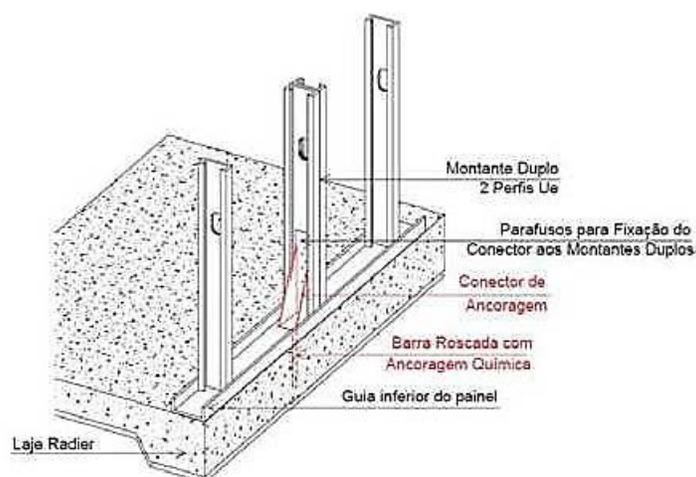
4.4 FUNDAÇÃO

Deverá ser feito sondagens em todo o terreno, conforme orienta a norma ABNT, a fim de proporcionar uma fundação adequada. De acordo com as normas a fundação sugerida pelo projeto arquitetônico, considerando características do terreno e a total segurança da obra é a do tipo radier, recomendada para solos de baixa resistência, é semelhante a uma laje de concreto armado, abrange toda a área da edificação recebendo de forma uniforme toda a carga da estrutura. (ABNT NBR 8036, 1983; ABNT NBR 6122, 2019; ABNT NBR 6484, 2020).

4.5 ESTRUTURA

Será utilizado o sistema construtivo em *Light Steel Frame*, composto por metais leves de aço galvanizado em sua estrutura, a fim de sustentar a edificação de forma estável e de baixo impacto ao meio ambiente. A estrutura deve ser fixada de forma que fique ancorada ao Radier, evitando que ocorra deslocamento e permitindo que haja a transmissão de esforços corretamente por toda sua extensão, para garantir essa estabilidade, será executado usando barra rosca com ancoragem química e guia horizontal fixando os montantes no Radier. A figura 9 detalha como será executado a estrutura.

Figura 9 - Detalhes do ligamento do LFS com Radier



Fonte: CARREGARI

As paredes serão constituídas por painéis de metais semelhantes, montados paralelamente e fixados nas extremidades entre eles, sustentando a carga e estabilizando o conjunto (NBR 15253, 2014; NBR 6355, 2012).

4.6 IMPERMEABILIZAÇÕES

A impermeabilização deverá ser executada de acordo com a norma. A impermeabilização do Radier será feita de lona plástica 150 μ em cima de lastro de concreto e também será misturado aditivos hidrofugante ao concreto. Já na estrutura de LSF, a impermeabilização ocorrerá por meio do uso de uma faixa de mante asfáltica na base das paredes (NBR 9952, 2014).

4.7 VEDAÇÃO

Nas vedações internas e externas das paredes será utilizado Placas Cimentícias fixadas na estrutura de LSF por meio de juntas. As placas terão 8mm de espessura e serão ligadas entre suas extremidades. Para garantir a qualidade da vedação, deverá ser usado rejunte feito com argamassa acrílica flexível e reforçada com fita de fibra de vidro.

4.8 LÃ DE VIDRO OU LÃ DE PET

Para um maior conforto termoacústico deverá ser aplicado dentro das paredes uma manta de Lã de vidro ou Lã de poli tereftalato de etila (PET) com função de isolamento, ambas com espessura de 7cm.

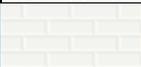
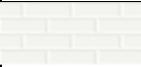
4.9 REVESTIMENTO DAS PAREDES

As peças cerâmicas do modelo Royal Gres branco serão assentadas com argamassa colante de forma alinhada e com rejunte branco com 2mm de espessura. Deverá se atentar as indicações do fabricante ao manusear e aplicar as peças.

Os revestimentos em papel de parede devem ser aplicados somente após a limpeza e secagem da parede, a superfície deve estar totalmente lisa, ou será necessária uma mão de massa corrida e em seguida lixar e limpar. A aplicação

deve ser feita por um profissional especializado neste tipo de revestimento. Em sequência no quadro 3 é mostrado os tipos de revestimentos a serem usados em cada ambiente do projeto.

Quadro 3 - Revestimentos de paredes

Ambiente	Material	Amostra
Armazem	Royal Gres Lagos Plus brilhante bold branco 32x57cm	
Armazem congelados	Royal Gres Lagos Plus brilhante bold branco 32x57cm	
Armazem limpeza	Royal Gres Lagos Plus brilhante bold branco 32x57cm	
Banheiro feminino	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Banheiro masculino	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Banheiro PCD	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Cozinhas	Royal Gres Lagos Plus brilhante bold branco 32x57cm	
Fraldário	Papel de parede Arabesco Vicky	
Banheiro feminino II	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Banheiro masculino II	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Banheiro PCD II	Papel de parede texturizado verde militar	
	Papel de parede Hexágono de Marmoré	
Bar	Papel de parede pedra tijolo cinza	
	Papel de parede pedra tijolo vinho	
Salão II	Papel de parede Granito São Gabriel	
Jardim de inverno	Filetão de pedras canjiquinha cinza	
Muro	Muro verde	
	Vidro	
Paredes externas	Filetão de pedras canjiquinha	

Fonte: PRÓPRIA e REVIT (2021)

No quadro 4 é a quantidade em área a ser utilizada de cada material.

Quadro 4 - Quantidade de revestimento de parede

Revestimentos	Qnt m²
Royal Gres Lagos Plus brilhante bold branco 32x57cm	321,27m ²
Papel de parede texturizado verde militar	158,00m ²
Papel de parede Hexágono de Marmoré	51,08m ²
Papel de parede Arabesco Vicky	6,42m ²
Papel de parede pedra tijolo cinza	36,92m ²
Papel de parede pedra tijolo vinho	15,54m ²
Papel de parede Granito São Gabriel	124,36m ²
Filetão de pedras canjiquinha	209,14m ²
Filetão de pedras canjiquinha cinza	42,17m ²
Muro verde	5,38m ²

Fonte: PRÓPRIA (2021)

4.10 REVESTIMENTOS DE TETOS

Para o revestimento de todos os tetos será utilizado forros de gesso do tipo tabica acartonado estruturado com 2700x1200x35mm de dimensão. A instalação deve ser feita somente por profissionais especializados para garantir a qualidade e durabilidade, a fábrica também disponibiliza especificações de instalação que devem ser seguidas.

Em sua aplicação primeiramente será feito a marcação de nível com o auxílio de um nível a *Light Amplification by Stimulated Emission os Radiation* (laser), em seguida será marcado os pontos de fixação dos tirantes, suas distâncias e modulação dos perfis.

Será usado a estrutura de *Steel Frame* como suporte para o revestimento, as chapas serão suspensas por meio de tirantes fixados na laje superior e parafusadas nas estruturas. Por fim será feito o acabamento utilizando massa que deve ficar totalmente liso e instalado pontos de iluminação nas bordas do revestimento com distância de 1 metro entre eles. O resultado deve ser semelhante a figura 10.

Figura 10 - Forro de gesso tabicado

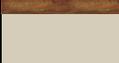


Fonte: Gesso Modelo

4.11 PISOS

Todas as peças de cerâmica e porcelanato serão assentadas com argamassa colante. Nas áreas molhadas deverá ser feito um caimento no contrapiso de 2% em direção aos ralos. Não poderá ter circulação de pessoas ou objetos pesados durante as primeiras 48 horas da aplicação dos pisos. Toda a aplicação deve respeitar as especificações dos fabricantes. Nas escadas de madeira será aplicado um verniz para evitar a absorção de umidade. Os modelos de pisos a serem utilizados em cada ambiente é apresentado no quadro 5.

Quadro 5 - Pisos

Pisos		
Ambiente	Material	Amostra
Administração	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Arm. de ferramentas	Piso cerâmico bege 43x43cm	
Armazem	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Armazem congelados	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Armazem limpeza	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro feminino	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro feminino II	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro masculino	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro masculino II	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro PCD	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Banheiro PCD II	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Bar	Porcelanato de Madeira 104x25cm	
Caixa d'água	Piso cerâmico bege 43x43cm	
Circulação	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Circulação escada	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Cozinhas	Piso porcelanato hexa black	
Escada	Porcelanato de Madeira 104x25cm	
Estacionamento	Epóxi	
Fraldário	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Fraldário	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Sala de maquinas	Piso cerâmico bege 43x43cm	
Salão	Porcelanato de Madeira 104x25cm	
Salão II	Porcelanato de Madeira 104x25cm	
Terraço	Porcelanato de Madeira 104x25cm	
Vestiário Feminino	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	
Vestiário Masculino	Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	

Fonte: PRÓPRIA e REVIT (2021)

Em seguida no quadro 6 é apresentado a quantidade em área de cada material a ser utilizado nos pisos.

Quadro 6 - Quantidade de pisos

Pisos	Qnt m²
Piso porcelanato de madeira branca 106x26cm	216,25m ²
Piso cerâmico bege 43x43cm	16,02m ²
Porcelanato de Madeira 104x25cm	461,42m ²
Piso porcelanato hexa black	106,08m ²
Epóxi	520,58m ²

Fonte: PRÓPRIA (2021)

4.12 ESQUADRIAS

Serão utilizadas as seguintes portas e janelas mostradas na tabela 1.

Tabela 1 – Iluminação

AMBIENTE	ÁREA (m ²)	INSOL. (mín.)	INSOL. (máx.)	INSOL. (M ²)	VENT. (MIN. 50%)	VENT. (M ²)
ADMINISTRAÇÃO	16,59	2,49	4,15	2,60	1,24	1,30
ARMAZÉM	9,00	1,35	2,25	1,80	0,68	0,90
ARM. LIMPEZA	4,80	0,72	1,20	0,90	0,36	0,45
BANHEIRO F	19,30	2,90	4,83	2,90	1,45	1,45
BANHEIRO M	19,30	2,90	4,83	2,90	1,45	1,45
BANHEIRO PCD	4,41	0,66	1,10	0,72	0,33	0,36
COZINHA A	19,05	2,86	4,76	6,00	1,43	3,00
COZINHA I	18,90	2,84	4,73	3,25	1,42	1,63
COZINHA II	29,30	4,40	7,33	4,54	2,20	2,27
CIRCUL. ESCADA	13,95	2,09	3,49	2,10	1,05	1,05
FRALDÁRIO	3,80	0,57	0,95	0,90	0,29	0,45
SALÃO	196,3	29,45	49,08	32,40	14,72	16,20
BANHEIRO F. II	6,05	0,91	1,51	0,90	0,45	0,45
BANHEIRO M. II	6,05	0,91	1,51	0,90	0,45	0,45
BANHEIRO PCD II	4,62	0,69	1,16	0,70	0,35	0,35
CIRCULAÇÃO	13,06	1,96	3,27	2,60	0,98	1,30
COZINHA B	40,12	6,02	10,03	5,20	3,01	2,60
SALÃO II	220,69	33,10	55,17	51,94	16,55	25,97
VESTIÁRIO F.	22,12	3,32	5,53	3,60	1,66	1,80
VESTIÁRIO M.	20,3	3,05	5,08	3,60	1,52	1,80
ARMAZÉM DE MAT.	4,00	0,60	1,00	0,90	0,30	0,45
CAIXA D'ÁGUA	6,05	0,91	1,51	0,90	0,45	0,45
SALA DE MAQ.	5,06	0,76	1,27	0,90	0,38	0,45

Fonte: PRÓPRIA (2021)

A tabela 2 mostra os modelos e dimensões de cada porta e janela conforme o projeto.

Tabela 2 - Vãos

TIPO	QNT.	MATERIAL	MODELO	LARGURA	ALTURA	ÁREA (M ²)
J1	7	PVC	4 FOLHAS DE CORRER	2,0	1,3	2,60
J2	12	PVC	2 FOLHAS DE CORRER	1,5	0,6	0,90
J3	4	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	1,8	0,8	1,44'
J4	2	PVC	2 FOLHAS DE CORRER	1,0	0,7	0,70
J5	1	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	1,0	1,5	1,50
J6	1	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	2,8	1,3	3,64
J7	1	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	2,5	1,3	3,25
J8	1	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	1,5	1,4	2,10
J9	13	PVC	PAREDE CORTINA	1,0	3,0	3,00
J10	4	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	2,0	0,9	1,80
J11	1	PVC	3 FOLHAS DE CORRER	3,0	2,1	6,30
J12	10	PVC	PIVOTANTE	0,3	1,2	0,36
J13	6	PVC	FIXO	0,4	0,6	0,24
P1	2	PVC	2 FOLHAS DE ABRIR	4,0	2,4	9,60
P2	2	PVC	2 FOLHAS DE ABRIR	2,0	2,4	4,80
P3	15	MADEIRA	ABRIR	0,8	2,1	-
P4	6	PVC	COWBOY	2,0	2,1	-
P5	1	PVC	COWBOY	1,5	2,1	-
P5	3	ALUMÍNIO	PALHETA VENTILADA	0,8	2,1	-

Fonte: PRÓPRIA (2021)

4.13 PINTURA

A aplicação da pintura deverá ser feita apenas depois da preparação das superfícies que as receberão. Deve ser seguido rigorosamente as instruções do fabricante para alcançar a tonalidade desejada. Todas as paredes receberão no mínimo duas demãos. No quadro 7 é demonstrado o tipo de tinta a ser usada em cada ambiente.

Quadro 7 - Pintura nas paredes

Ambiente	Material	Amostra
Administração	Tinta Acrílica Super Lavável Coral Turquesa	
	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	
Circulação	Tinta Acrílica Acetinada Suvinil Quartzo Azul	
Circulação escada	Tinta Acrílica Acetinada Suvinil Quartzo Azul	
Estacionamento	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	
Fraldário	Tinta Suvinil Clássica Premium Maxx PVA Pêssego	
Salão	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	
Vestiário Feminino	Tinta Super Lavável Suvinil Camurça	
Vestiário Masculino	Tinta Super Lavável Suvinil Camurça	
Arm. de ferramentas	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	
Caixa d'água	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	
Sala de maquinas	Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	

Fonte: PRÓPRIA e REVIT (2021)

Em sequência o quadro 8 mostra a quantidade em área a ser utilizada por cada tipo de material.

Quadro 8 - Quantidade de tinta

Pintura	Qnt m ²
Tinta Acrílica Super Lavável Coral Turquesa	31,61m ²
Tinta Fosco Econômico Coralar Branco	690,92m ²
Tinta Acrílica Acetinada Suvinil Quartzo Azul	207,38m ²
Tinta Suvinil Clássica Premium Maxx PVA Pêssego	15,21m ²
Tinta Super Lavável Suvinil Camurça	69,35m ²

Fonte: PRÓPRIA (2021)

4.14 COBERTURA

A estrutura da cobertura será feita em *Steel Frame*, tendo em vista a economia de aço e uma carga maior a ser suportada, pois sobre a estrutura da laje tem um jardim/telhado verde.

4.14.1 Estrutura em *Steel Frame*

Na estrutura será utilizado o *Steel Frame*, o mesmo aço usado na estrutura de LSF, porém mais pesado e de maior largura, seus montantes serão dimensionados no formato de tesouras.

Acima da estrutura poderá ser instalado painéis *Wall* de 40mm de espessura, material composto por miolo de madeira laminada ou sarrafeada que suportam até 500kg por m², porém se feita com a estrutura correta pode sustentar até de veículos, sendo então uma sugestão de laje para o telhado verde.

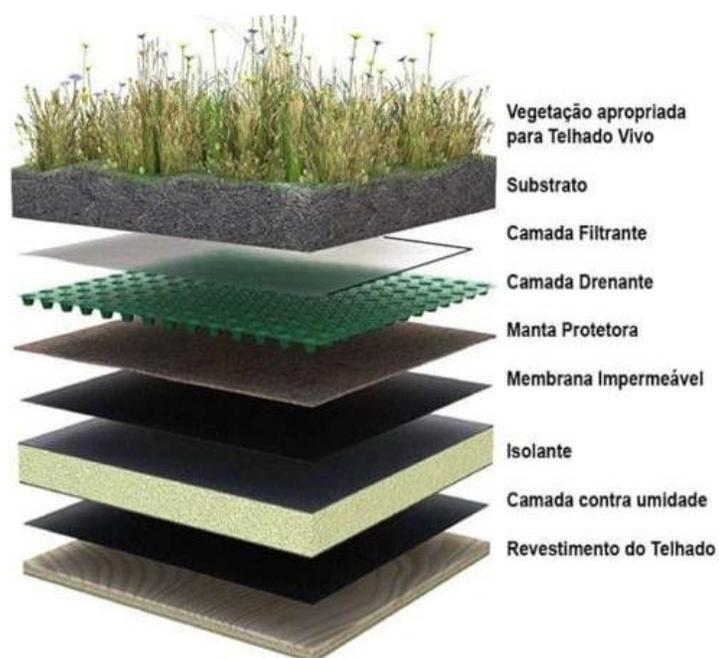
4.14.2 Telhado Verde

Com intuito de atender um dos objetivos do projeto de aproximar os clientes com a natureza, será implantado um jardim/telhado verde, onde os clientes poderão sentir a sensação de ar puro, apreciar a paisagem e descansar em um local planejado para seu conforto. Será usado o tipo de telhado verde intensivo, no qual sua espessura é maior de 20cm e suporta plantas maiores e até mesmo pequenas árvores. A execução deverá ser feita apenas por especialistas, pois é uma técnica complexa de bioarquitetura. O jardim também conta uma plantação sem agrotóxicos própria do restaurante, que será usado para o preparo das refeições.

Deverá ter uma inclinação de 2%, garantindo uma drenagem adequada e evitando acúmulo de água.

O telhado verde é composto por várias camadas que proporcionam uma vegetação de qualidade que cresça corretamente, evitando danos a estrutura como infiltrações. As camadas deverão ser executadas conforme a figura 11.

Figura 11 - Camadas do telhado verde



Fonte: MAGALHÃES (2021)

4.15 ENERGIA SOLAR

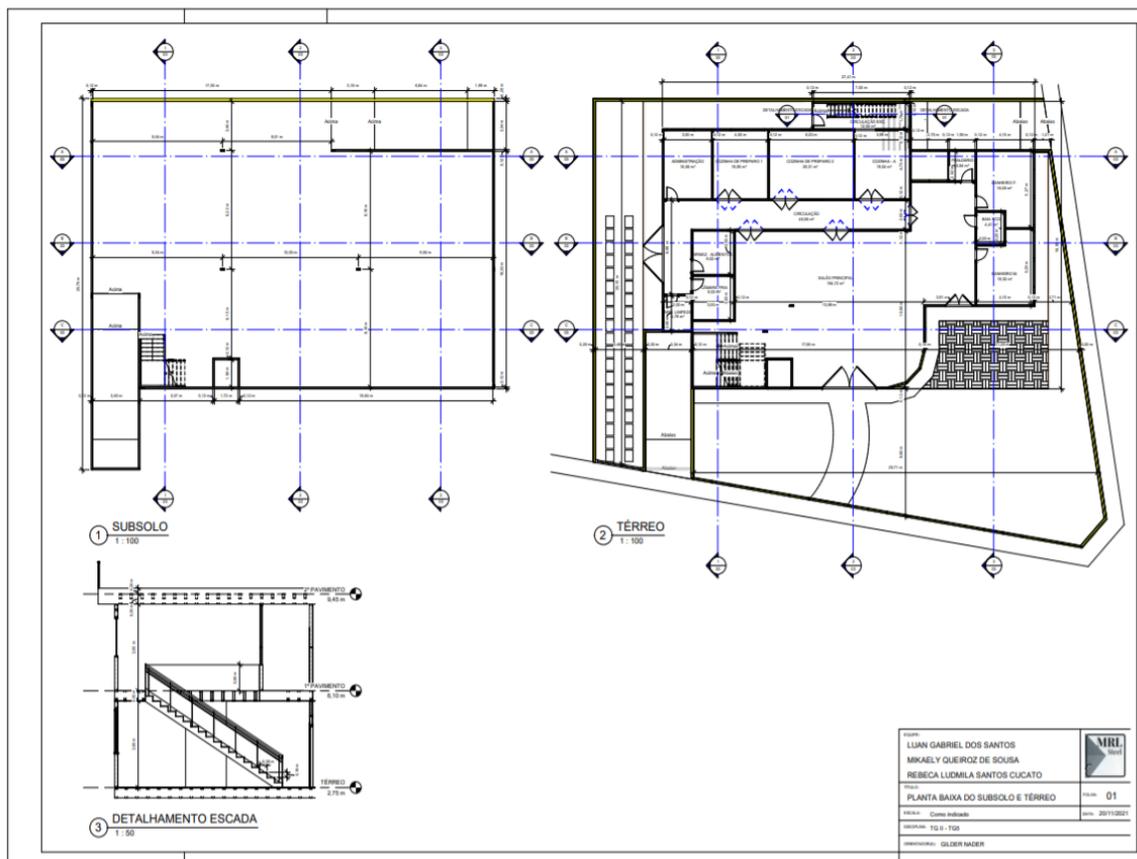
A instalação dos painéis fotovoltaicos é complexa, exige mão de obra especializada, um projeto de elaboração e a documentação do sistema.

Primeiramente será preparado o local de instalação com base no *layout* que deve ser feito, em seguida é feita a instalação dos suportes que serão fixados no solo e receberão os trilhos pré-fabricados de alumínio, sobre eles serão prendidos os painéis solares que logo após devem ser conectados ao inversor solar, que deverá ser ligado na rede elétrica da edificação.

5 DETALHAMENTO DO PROJETO

A figura 12 apresenta as plantas baixas do subsolo e térreo.

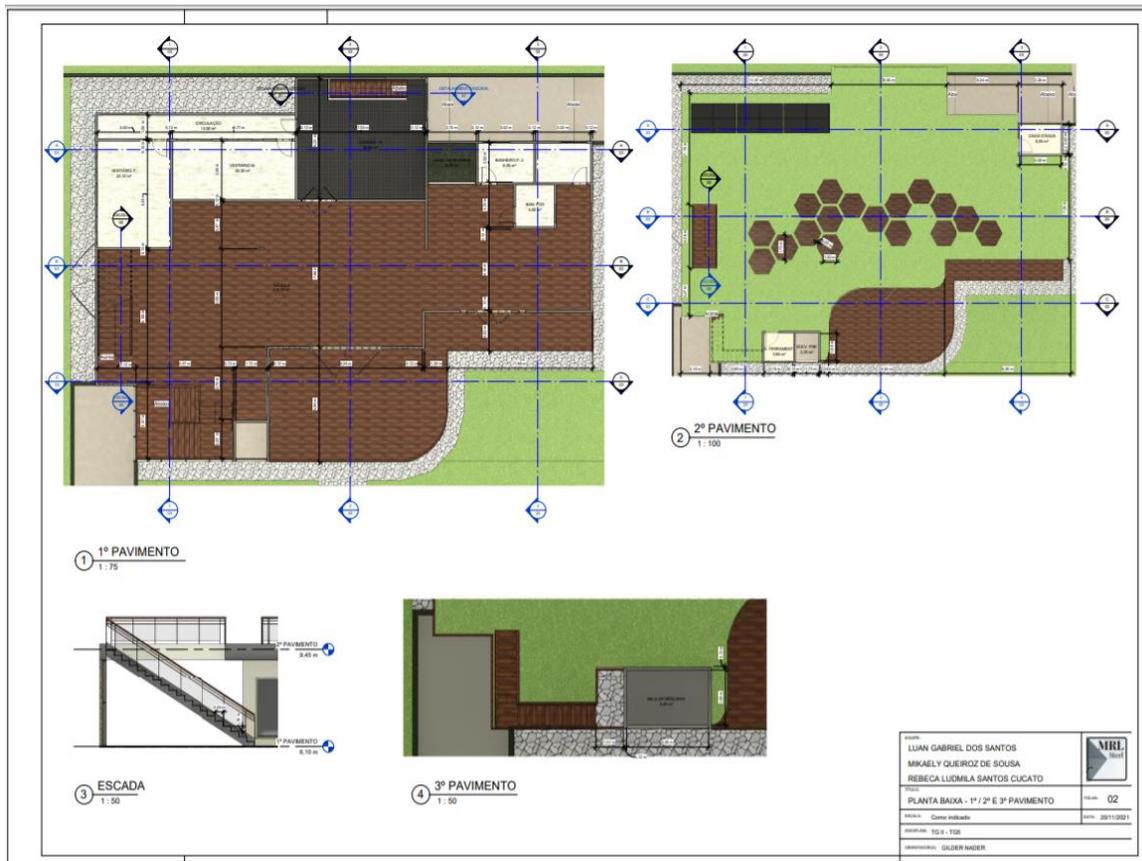
Figura 12 - Plantas subsolo e térreo



Fonte: PRÓPRIA (2021)

A figura 13 apresenta as plantas baixas do 1º e 2º pavimento.

Figura 13 - Plantas 1º pavimento e 2º pavimento



Fonte: PRÓPRIA (2021)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de todo o conteúdo apresentado neste trabalho, demonstrando ampla visão sobre as etapas construtivas e com maior atenção para o método construtivo *Light Steel Frame*, é notório o alcance de todos os objetivos iniciais.

Quando comparado ao sistema construtivo convencional em concreto, o *Light Steel Frame* demonstrou destaque ao oferecer diversas vantagens, como a redução da carga nas fundações sem comprometer a resistência, mais agilidade na execução da obra, menor geração de resíduos, alto tempo de durabilidade, menor impacto ao meio ambiente, entre outras vantagens que constata o quanto o método poderia proporcionar mais inovação se tivesse maior reconhecimento no Brasil.

O trabalho também tinha como objetivo oferecer um *design* arquitetônico moderno e confortável, o que foi alcançado por meio de iluminação natural oferecida por clarabóias localizadas no teto do salão principal, jardim de inverno também recebendo a iluminação natural, fachada de vidro e revestimentos modernos. Com a preocupação naqueles com maior dificuldade de mobilidade, o projeto segue orientações da norma, possibilitando fácil acesso em todos os locais destinados aos clientes, assim como banheiros para Pessoas com Necessidades Especiais (PNE), com suas devidas ferragens, medidas e segurança (NBR 9050, 2020).

Outro objetivo alcançado foi a utilização de métodos de menor impacto ao meio ambiente, através de pesquisas foi concluído que as melhores opções seriam a estrutura de LSF e Steel Frame (SF) que é um sistema executado a seco, gera pouco resíduos, é 100% reutilizável e causa pouco impacto ao meio ambiente, o telhado verde que melhora a qualidade do ar absorvendo as substâncias tóxicas, melhora o isolamento térmico da edificação reduzindo o uso de equipamentos como ar condicionado, atrai a biodiversidade, pode ser conectado a um sistema de reuso da água e ainda oferece uma interação entre os clientes e a natureza, e por fim, a energia solar que por meio das placas

fotovoltaicas promovem uma grande redução do uso da energia elétrica de forma 100% limpa, sem gerar resíduos, poluentes e nenhum dano à natureza.

Por fim o último objetivo alcançado foi representar o sistema estrutural através de um projeto 3D com o uso do *software* Revit, com propósito de demonstrar da melhor forma a funcionalidade do LSF.

O presente trabalho de graduação foi limitado ao que foi apresentado, com o maior foco no projeto arquitetônico e representações estruturais com o sistema construtivo em Light Steel Frame. É autorizado e proposto a conclusão do projeto por outros grupos que futuramente se interessem pelo tema, o desfecho segue a indicação da elaboração dos cálculos e projetos faltantes, como os estruturais, hidráulicos, elétricos, energia solar e água de reuso, a fim de mostrar como o projeto pode ser realmente executado. Também há outros pontos a serem revistos e desenvolvido estudos mais aprofundados para sua real execução, como o telhado verde sobre a estrutura de Steel Frame e as curvas de *Light Steel Frame* vistas no salão principal do restaurante. É importante que se mantenha os objetivos iniciais do projeto. O grupo está a disposição para maiores informações e esclarecimentos para a evolução do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 6484**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 8036**: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações. Rio de Janeiro, 1983.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais . Rio de Janeiro, 2014a.

_____. **NBR 9952**: Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014b.

_____. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização. Rio de Janeiro, 2012.

PUGLIESI, Nataly. **Passo a passo: forros de gesso**. *Revista AECweb*, [s. l.], **c2021a**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/passo-a-passo-forros-de-gesso/12155>. Acesso em: 13 nov. 2021.

AECWEB. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas/13620>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ARQUITETURA. **Viabilidade da utiliz. do Sistema Light Steel Frame p/ constr. de habit. populares**. Disponível em: <https://www.arquitetura.com.br/2020/05/23/VIABILIDADE-DA-UTILIZACAO-DO-SISTEMA-LIGHT-STEEL-FRAME-PARA-CONSTRUCAO-DE-HABITACOES-POPULARES-2/#:~:TEXT=EM%201991%2C%20DEVIDO%20%20C3%A0%20LARGA,ENT%20>

A30%20CONHECIDO%20SISTEMA%20CONSTRUTIVO%20LSF.. Acesso em: 2 nov. 2021.

AECWEB. **Aproveitar água da chuva é solução para economia e redução de enchentes.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/aproveitar-agua-da-chuva-e-solucao-para-economia-e-reducao-de-enchentes/12313..> Acesso em: 5 set. 2021.

AUN USP. **Construção civil é um ramo que mais consome materiais no mundo, afirma professor da Poli.** Disponível em: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=4848&ed=853&f=2>. Acesso em: 23 out. 2021.

BBC NEWS. **Aquecimento global: a gigantesca fonte de CO2 que está por toda parte, mas você talvez não saiba.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46591753>. Acesso em: 5 nov. 2021.

BLOG DO LIGHT STEEL FRAME. **Tire as dúvidas de todas as etapas da obra em Steel Frame: passo a passo definitivo.** Disponível em: <https://lightsteelframe.eng.br/etapas-da-obra-light-steel-frame/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

BLUESOL ENERGIA SOLAR. **5 Motivos para Investir em Energia Solar na Sua Casa ou Empresa [+ Cálculo do Seu Payback]..** Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/investir-em-energia-solar/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL ESCOLA. **SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING: VANTAGENS E DESVANTAGENS.** Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/sistema-construtivo-light-steel-framing-vantagens-desvantagens.htm..> Acesso em: 7 out. 2021.

BUSSCONSTRUÇÃO. **A Importância da sustentabilidade na Construção Civil.** Disponível em: <https://seconci-rio.com.br/wp/a-importancia-da-sustentabilidade-na-construcao-civil/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

CIMENTO.ORG. **China: Produção de Cimento.** Disponível em: <https://cimento.org/china-producao-de-cimento-pos-pandemia/>. Acesso em: 9 out. 2021.

CONSTRUINDO CASAS. **Steel frame: o que é e como fazer?.** Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/steel-frame/>. Acesso em: 16 out. 2021.

CONSUMIDOR MODERNO. **Tratamento e reuso da água: um investimento recompensador.** Disponível em: <https://www.consumidormoderno.com.br/2015/07/03/tratamento-e-reuso-da-agua-um-investimento-recompensador/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DIÁRIO DO COMERCIO. **O cenário da construção civil para 2022.** Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/opiniaio/o-cenario-da-construcao-civil-para-2022/>. Acesso em: 27 set. 2021.

ECONOMIC NEWS BRASIL. **Setor de estruturas metálicas tem crescimento de 25% e impulsiona empresas a baterem recorde de produção.** Disponível em: <https://www.economicnewsbrasil.com.br/2021/06/29/setor-de-estruturas-metalicas-tem-crescimento-de-25-e-impulsiona-empresas-a-baterem-recorde-de-producao/>. Acesso em: 12 set. 2021.

ESPAÇO SMART. **CONSTRUÇÃO A SECO: O QUE É, OS TIPOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS.** Disponível em: <https://www.espacosmart.com.br/construcao-a-seco-o-que-e-os-tipos-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 22 out. 2021.

GESSO MODELO. **Quanto Custa Forro de Gesso Sala Caieras.** Disponível em: <https://materiais.gessomodelo.com.br/forro-de-gesso/forro-de-gesso-tabicado/quanto-custa-forro-de-gesso-sala-caieras>. Acesso em: 13 nov. 2021.

GOOGLE. **Gesso.** Disponível em: https://lh3.googleusercontent.com/qpVLXvgvhtsnASNyeY2qI16L9YHVawdqmDoOJ4-ff4ZI0_phC-9OMP-UG6QdLNqCTgPufcA=s146. Acesso em: 23 out. 2021.

LAFIETE. **Porque fazer o uso de estrutura de telhado em Steel Frame.** Disponível em: <https://www.lafietelocacao.com.br/artigos/estrutura-telhado-steel-frame/>. Acesso em: 2 out. 2021.

MALAR, J. P. **Associação eleva previsão de crescimento da construção em 2021 para 5%.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/associacao-eleva-previsao-de-crescimento-da-construcao-em-2021-para-5/>. Acesso em: 16 out. 2021.

MASSA CIZENTA. **Construção civil busca consolidar crescimento no 4º trimestre.** Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/construcao-civil-busca-consolidar-crescimento-no-4o-trimestre/>. Acesso em: 10 set. 2021.

PLOTTER. **Como funciona o painel solar fotovoltaico – placas fotovoltaicas..** Disponível em: <http://www.plotter.eng.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico-placas-fotovoltaicas>. Acesso em: 8 out. 2021.

SOLARVOLT. **O retorno do investimento em energia solar.** Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/retorno-do-investimento-em-energia-solar/>. Acesso em: 4 set. 2021.

STATISTA. **Major countries in worldwide cement production 2015-2019.** Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>. Acesso em: 30 ago. 2021.