

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
BRUNA SCANAGATTA BASSO

LIGHT STEEL FRAMING: A VIABILIDADE DE SUA UTILIZAÇÃO EM
OBRAS PÚBLICAS.

CASCABEL

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
BRUNA SCANAGATTA BASSO

**LIGHT STEEL FRAMING: A VIABILIDADE DE SUA UTILIZAÇÃO EM
OBRAS PÚBLICAS.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da FAG, apresentado na modalidade Teórico-Conceitual, como requisito parcial para a aprovação na disciplina: Trabalho de Curso: Qualificação.

Professor Orientador: Marcelo França Dos Anjos.

CASCADEL

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
BRUNA SCANAGATTA BASSO

STEEL FRAME: A VIABILIDADE DE SUA UTILIZAÇÃO EM OBRAS PÚBLICAS.

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Professor Mestre em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo pelo PPU UEM/UEL Marcelo França dos Anjos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Arq. Me. Marcelo França dos Anjos
Professor Orientador
Centro Universitário Assis Gurgacz – Cascavel /Pr
Mestre em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo pelo PPU
UEM/UEL

Prof.^a Arq. Me. Sirlei Maria Oldoni
Professora Avaliadora
Centro Universitário Assis Gurgacz
Mestre em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo pelo PPU
UEM/UEL

Cascavel/PR, 29 de maio de 2018

RESUMO

Este trabalho se insere na linha de pesquisa “Tecnologia na Arquitetura”, do curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. A pesquisa tem como princípio um estudo, a viabilidade da utilização de outro método construtivo, que não a estrutura convencional, em obras públicas, e dentro desse assunto, o tema é o método construtivo Steel Frame. Pretende-se através desta pesquisa responder o questionamento: quais as vantagens e desvantagens do uso do Steel Frame como um substituto da Estrutura Convencional em obras públicas? A hipótese inicial propõe que o *Light Steel Framing*, mesmo sendo um método construtivo caro (se comparado com a estrutura convencional) acaba sendo viável por ser mais rápido, limpo e de baixa manutenção. O objetivo geral da pesquisa é avaliar o uso do *Light Steel Framing* como um possível substituto do concreto convencional, para verificar a viabilidade de sua utilização em obras públicas, a partir de estudos e de avaliações de custos e cronograma de uma creche na cidade de Cascavel-PR. Através de referências bibliográficas, como Francisco Paulo Graziano (ANO) e Yopanan Conrado Pereira Rebello (ANO), o trabalho apresenta a utilização das estruturas convencional e metálica, comparando-as, além de fazer uma simulação da utilização da estrutura metálica em uma obra que foi executada em estrutura convencional, para avaliar a viabilidade perante os custos da obra.

Palavras chave: Edifícios Públicos. Light Steel Frame. Estrutura Metálica. Estrutura Convencional.

ABSTRACT

This work is part of the research line "Technology in Architecture", of the Architecture and Urbanism graduation course, in the Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz. The research is based on a study of the feasibility of using another constructive method, other than the conventional structure, in public constructions. Want through this research to answer the question: what are the advantages and disadvantages of using the Steel Frame as a substitute for the Conventional Structure in public constructions? The initial hypothesis proposes that Light Steel Framing, even though it is na expensive constructive method (compared to the conventional structure), is viable as a fastest, cleaner and lower maintenance method. The general objective of the research is to evaluate the use of Light Steel Framing as a possible substitute for conventional concrete, verifying the feasibility of its use in public works, based on studies and evaluations of costs and schedule of a day care center in the city of Cascavel-PR. Through bibliographical references, such as Francisco Paulo Graziano and Yopanan Conrado Pereira Rebello, the work presents the use of the conventional and metallic structures, comparing them, besides making a simulation of the use of the metallic structure in a construction that was executed in conventional structure, to evaluate the feasibility to the costs of the work.

Keywords: Public Buildings. Light Steel Frame. Metal Structure. Conventional Structure.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Muro Romano	13
Figura 2 - Vedação em Alvenaria.....	14
Figura 3 - Armazenamento de areia e brita, próximo à betoneira	16
Figura 4 - Armazenamento de Cimento conforme PBQP-H.....	16
Figura 5 - Separação de Resíduos em Classes (PBQP-H).....	17
Figura 6 - Caçamba de entulho.....	17
Figura 7 - Processo de Bessemer	18
Figura 8 - Ponte Eads – St. Louis, EUA.....	19
Figura 9 - Drywall	21
Figura 10 - Montagem da Estrutura em LSF	23
Figura 11- Placas de Gesso Acartonado	26
Figura 12 - Placa OSB.....	26
Figura 13 - Camadas - Externo.....	27
Figura 14 - Siding Vinílico.....	27
Figura 15 - Canteiro de Obra LSF	30
Figura 16 - Escola do Bairro, integração entre interno e externo.....	31
Figura 17 - Fachada original.....	32
Figura 18 - Anexo em LSF	33
Figura 19 - Montagem da Estrutura Mista.....	34
Figura 20 - Preenchimento parcial da estrutura metálica com concreto.....	34
Figura 21- Fechamento em Placa Cimentícia.....	35
Figura 22 - Hotel Ibis - Canoas, RS	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado.....	15
Tabela 2 - Perfis Catálogo ArcelorMittal	22
Tabela 3 - Diretrizes do Sinat.....	24
Tabela 4 - Placas de vedação.....	25
Tabela 5 - Vantagens e Desvantagens do LSF	28
Tabela 6 - Ficha Técnica - Escola do Bairro	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NR – Norma Regulamentadora

EUA – Estados Unidos da América

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

FEM - Fábrica de Estruturas Metálicas

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

LSF – *Light Steel Framing*

AISI - American Iron and Steel Institute

SINAT – Sistema Nacional de Avaliação Técnica

OBS - Oriented Strand Board

CMEI – Centro Municipal de Educação Infantil

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PME – **CVEL** – Plano Municipal de Educação de Cascavel/PR

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABELAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2. FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 ESTRUTURA CONVENCIONAL	13
2.1.1 História do Concreto Armado.....	13
2.1.2 Vedação	14
2.1.3 Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado.....	15
2.2 ESTRUTURA METÁLICA	17
2.2.1 História do Aço.....	17
2.2.2 Aço Galvanizado	19
2.2.3 Light Steel Framing	20
2.2.4 Light Steel Framing no Brasil	21
2.2.5 Perfis	21
2.2.6 Modulação	22
2.2.7 Diretrizes.....	23
2.2.8 Vedação	24
2.2.9 Vantagens e Desvantagens do LSF.....	28
3. CORRELATOS	31
3.1 A ESCOLA DO BAIRRO – VILA MARIANA, SÃO PAULO.....	31
3.2 HOTEL IBIS, EM CANOAS – RS	33
4. ESTUDO DE CASO	37
4.1 CASCAVEL	37
4.1.1 Lei Municipal, Licitação e Orçamento	37
4.2 CMEI PROFESSORA MIRIAM ANA DAVLONTA BOSCHETTO	38
5. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

ANEXO I – LISTAGEM DE DIRETRIZES DISPONIBILIZADAS PELO SINAT (PBQP-H)	45
ANEXO II – PRANCHAS DO ARQUITETO GABRIEL GRINSPUM - ESCOLA DO BAIRRO – VILA MARIANA, SÃO PAULO	49

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas encontrados na área da construção civil no Brasil, é o tempo. Muitas construções demoram para se consolidarem, ou até mesmo embargam por falta de verba, enquanto a população necessita da edificação a ser construída.

Desta forma seria de grande importância o Poder Público incentivar e conscientizar as construtoras a utilizarem métodos construtivos diferenciados que possam agilizar o processo construtivo, fazendo com que as pessoas tenham acesso à edificação em um curto espaço de tempo.

Assim, esta monografia intitulada de “Steel Frame: a viabilidade de sua utilização em obras públicas”, possui como **assunto** a viabilidade da utilização de outro método construtivo, que não a estrutura convencional, em obras públicas, e dentro desse assunto, o **tema** é o método construtivo LSF, que será avaliado através de um estudo de casos no CMEI Prof.^a Miriam Ana Davlonta Boschetto.

A **justificativa** parte de evidenciar a importância do LSF, como método construtivo alternativo, utilizando-o com o intuito de agilizar as construções públicas, para proporcionar à população as edificações necessárias em um curto período de tempo.

O **problema** condutor da pesquisa foi: quais as vantagens e desvantagens do uso do Steel Frame como um substituto da Estrutura Convencional em obras públicas?

Parte-se da **hipótese** inicial de que de que o *Light Steel Framing*, mesmo sendo um método construtivo caro (se comparado com a estrutura convencional) acaba sendo viável por ser um método rápido, limpo e de baixa manutenção. O **objetivo geral** da pesquisa é avaliar o uso do *Light Steel Framing* como um possível substituto do concreto convencional, para verificar a viabilidade de sua implementação, e sua utilização em obras públicas, a partir de estudos e de avaliações de custos e cronograma de uma creche na cidade de Cascavel-PR. Partindo disso, elaboraram-se os **objetivos específicos**: I - Apresentar e comparar o uso da Estrutura Convencional em âmbito internacional e nacional; II - Apresentar e comparar o uso da Estrutura Metálica (*Light Steel Framing*) em âmbito internacional e nacional; III - Comparar os dois métodos construtivos citados anteriormente para avaliar os principais pontos positivos e negativos de ambas as estruturas; IV - Simular, em um estudo de caso, a utilização do *Light Steel Framing* em uma obra pré-definida, que foi executada em Estrutura Convencional; V - Avaliar a viabilidade do objetivo IV perante os custos da obra. O **marco teórico** desta monografia é:

“A estrutura metálica, por ser pré-fabricada com componentes industrializados, pode ser fabricada e montada muito rapidamente. Uma estrutura de

aço consome aproximadamente 60% do tempo necessário para a execução de uma estrutura equivalente de concreto armado.

Ao contrário da estrutura de concreto armado, a estrutura metálica não necessita de tempo de cura. Assim, diversas atividades de construção, tais como fundações, podem ser executadas simultaneamente à fabricação da estrutura. ” (REBELLO, 2007 p 21)

A **metodologia** adotada foi um estudo de caso com pesquisas bibliográficas, em monografias publicadas, artigos de internet, livros de engenharia e arquitetura (citados ao longo do texto e encontrados nas referências), e informações conseguidas através da Prefeitura Municipal de Cascavel.

Pesquisa bibliográfica segundo Severino (2007), é aquela que é realizada utilizando dados já trabalhados por outros pesquisadores, utilizando contribuições dos autores contidos no texto.

Um estudo de caso por definição é, conforme Gil (2002), o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo responder o problema proposto. Dito isso, o estudo de caso será executado através de uma edificação com intuito educacional na cidade de Cascavel-PR, e através de informações coletadas ao longo do trabalho, para verificar as vantagens e desvantagens da implementação do Light Steel Framing.

De acordo com GIL (2002), as principais etapas para serem seguidas em um estudo de casos é a formulação do problema, a definição da unidade-caso, a determinação do número de casos, a elaboração do protocolo, a coleta de dados, a avaliação e a análise de dados, e, por último, a preparação do relatório.

1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho divide-se em 5 Capítulos, conforme relatado a seguir.

O Capítulo 1, como já pôde ser observado, trata-se da introdução do presente trabalho.

Por sua vez, o Capítulo 2 tem como objetivo de relatar a história da arquitetura e dos métodos construtivos da estrutura convencional e metálica, assim como relatar um estudo mais aprofundado sobre o sistema construtivo Light Steel Framing, que é o principal tema deste trabalho.

O Capítulo 3 pretende demonstrar algumas obras correlatas encontradas no Brasil.

O Capítulo 4 é destinado a apresentação do estudo de caso, que será essencial para conclusão deste trabalho.

Já o Capítulo 5 apresenta as conclusões finais sobre a pesquisa, propondo assim questionamentos para pesquisas futuras relacionadas com o tema.

2. FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é composto por uma apresentação de pensamentos dos autores por meio de embasamento bibliográfico, teses e dissertações que se associam ao conteúdo em estudo. A seleção foi realizada a partir de uma leitura cautelosa de livros, artigos, monografias e dissertações, sendo selecionada apenas a leitura que atendia aos critérios definidos nesta pesquisa, tendo como principal, o pilar de Tecnologias da Construção, onde encontra-se o foco desta pesquisa.

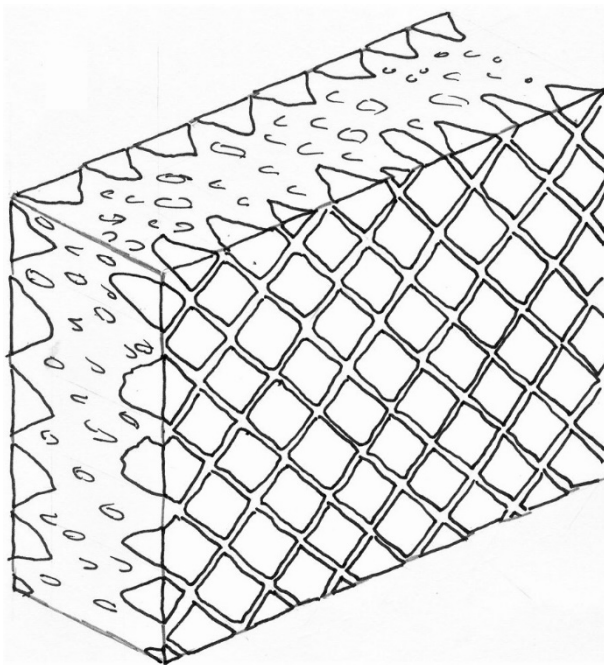
2.1 ESTRUTURA CONVENCIONAL

A pesquisa é constituída por uma introdução histórica concisa sobre a arquitetura convencional, além de um breve apontamento de vantagens e desvantagens que esse sistema construtivo possui.

2.1.1 História do Concreto Armado

Segundo Carvalho (1964, p 171), os romanos foram os pioneiros do concreto quando ao preencher o vazio entre dois muros, criaram uma mistura com argamassa de pedra, saibro ou areia e cimento vulcânico conhecido como “*pazolana*”, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Muro Romano



Fonte – Pinterest (2018)

Graziano (2005 p.15) afirma que as origens do concreto, em sua forma mais primitiva, retomam ao império romano. Sua história funde-se com a do cimento, que, adicionado de água, atua como aglomerante necessário para a união dos materiais constituintes do concreto, com pedra e areia.

O cimento, em sua forma moderna, foi patenteado em 1824, por James Parker e Joseph Aspdin, com denominação de Cimento Portland. (GRAZIANO, 2005 p. 15)

Segundo Mehta; Monteiro (1994 p. 2) o concreto é o melhor material para fundação pois possui excelente resistência à água, ao contrário da madeira e do aço comum, que possuem grande probabilidade de deterioração em contato com água.

Conforme Graziano (2005, p 15) o concreto armado é atribuído à Lambot, após ter exibido em uma feira de exposição em Paris, no ano de 1850, um barco executado em concreto armado de sua autoria, que foi patenteado em 1855. Entretanto, foi Joseph Monier que, em 1867, fez o primeiro uso do concreto.

2.1.2 Vedação

O elemento de vedação mais utilizado com o Concreto Armado é a Alvenaria. Em suas formas primitivas a alvenaria foi construída tipicamente com tijolos de barro de baixa resistência, sendo o projeto passado por métodos empíricos. Após os anos, foram desenvolvidas unidades de cerâmica cozida e de outros materiais de alta resistência, até desenvolver o tijolo que se conhece hoje (Figura 2). (RAMALHO; CORRÊA, 2003 p 11)

Figura 2 - Vedação em Alvenaria



Fonte – Acervo pessoal do autor (2017)

O Brasil possui uma cultura bastante difundida para o uso da alvenaria tradicional como principal componente de vedação interna e externa das edificações. Segundo Nascimento (2004, p. 6) a execução da alvenaria de vedação corresponde ao emprego de elementos com

dimensões reduzidas de diversos materiais unidos entre si, destinados a fechar um ambiente, dentro de um sistema estruturado.

2.1.3 Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado

VANTAGENS	DESVANTAGENS
1. Para a elaboração do concreto, é necessário o uso de apenas 4 componentes que podem ser facilmente encontrados, sendo eles a água, a pedra brita, a areia lavada e o cimento. (ABNT NBR 12655, 2015)	1. O concreto é resultado da mistura de cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e água. É efetuado em obra e deve ser minuciosamente elaborado pois a mistura deve ser uniforme. (PETRUCCI, 1998)
2. O concreto aguenta bem a compressão. Consegue trabalhar com tensão de compressão de 1.500 tf/m². (BOTELHO; MARCHETTI, 2002, p. 131)	2. Após o adensamento do concreto no local desejado, a hidratação do cimento continua por um longo tempo e é preciso que as relações ambientes favoreçam a cura do concreto. (PETRUCCI, 1998)
3. Adaptabilidade. Por ser um material facilmente moldado, o concreto é muito versátil quanto a forma que ele pode empregar.	3. Para execução de projetos que utilizam concreto, o canteiro de obras deverá ser suficiente para atender as normas de armazenamento de materiais, sendo algumas delas encontradas na NBR 1367 e na NR 18.
4. Não exige mão de obra especializada.	4. Baixa precisão orçamentária. (FASTCON, 2018)
5. O concreto é o melhor material para fundação pois possui excelente resistência à água, ao contrário da madeira e do aço comum (Mehta; Monteiro, 1994 p. 2)	5. Fundações profundas e caras. Com custo de 10 a 15% do total da obra. (FASTCON, 2018)
6. O concreto, por ser mais utilizado no Brasil, possui mais orientações e normativas, como pode ser observado no ANEXO I.	6. Alto índice de desperdício e geração de resíduos que pode chegar a 25% facilmente. (FASTCON, 2018)

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

Como pôde ser observado na Tabela 1, a construção em concreto armado possui suas vantagens, bem como as desvantagens, sendo de suma importância o armazenamento separado de cada componente do concreto, como pode ser observado na Figura 3 e na Figura 4. (ABNT NBR 12655, 2015)

Figura 3 - Armazenamento de areia e brita, próximo à betoneira



Fonte - Acervo pessoal do autor (2018)

Figura 4 - Armazenamento de Cimento conforme PBQP-H



Fonte – Acervo pessoal do autor (2018)

Além disso, pode-se ressaltar como desvantagem também, o desperdício em obras convencionais, que podem ser observados na Figura 5 e na Figura 6, que mostram os resíduos separados em classes, como determina as normas do SINAT e do PBQP-H.

Figura 5 - Separação de Resíduos em Classes (PBQP-H)



Fonte - Acervo pessoal do autor (2018)

Figura 6 - Caçamba de entulho



Fonte - Acervo pessoal do autor (2018)

2.2 ESTRUTURA METÁLICA

2.2.1 História do Aço

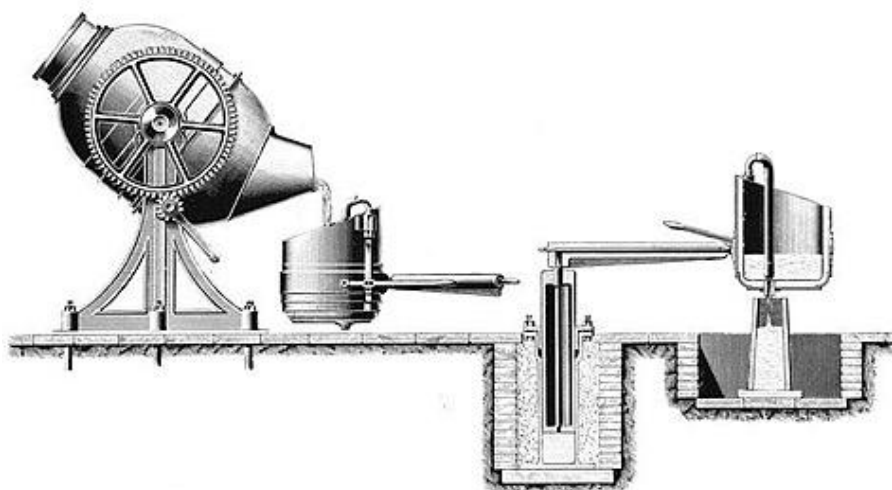
De acordo com Pfeil (1992, p. 17), no início das construções usuais de metais ferrosos, os mais utilizados eram o aço, o ferro fundido e o ferro laminado, sendo os dois primeiras ligas de ferro e carbono, com outros elementos adicionais.

Conforme Pfeil (1992), o aço (steel) é o mais importante dentre os três, já que sua liga de carbono varia dentre 0% e 1,7%, tornando-o um material com baixa resistência à tração, porém mais maleável.

A história do aço, por sua vez, está associada à do ferro, que já era tecnicamente utilizado na China no século VI a.C., porém é no século XVIII que a sua utilização ganhou escala e métodos industriais de fabricação. (GRAZIANO, 2005 p.15)

O ferro fundido, que era utilizado em obras de grande magnitude, estava em decadência pois a patente precisou de estudos mais aprofundados devido ao grande número de acidentes computados nessas obras. O aço veio para substituir o ferro fundido, que só não era muito utilizado pela demora no tempo de fabricação das peças. Em 1856, o engenheiro inglês Henry Bessemer inventou um método para a produção de aço em larga escala (Figura 7), se tornando um dos propulsores da Revolução Industrial. (PFEIL, 1992 p.20)

Figura 7 - Processo de Bessemer



Fonte – Sutori (2018)

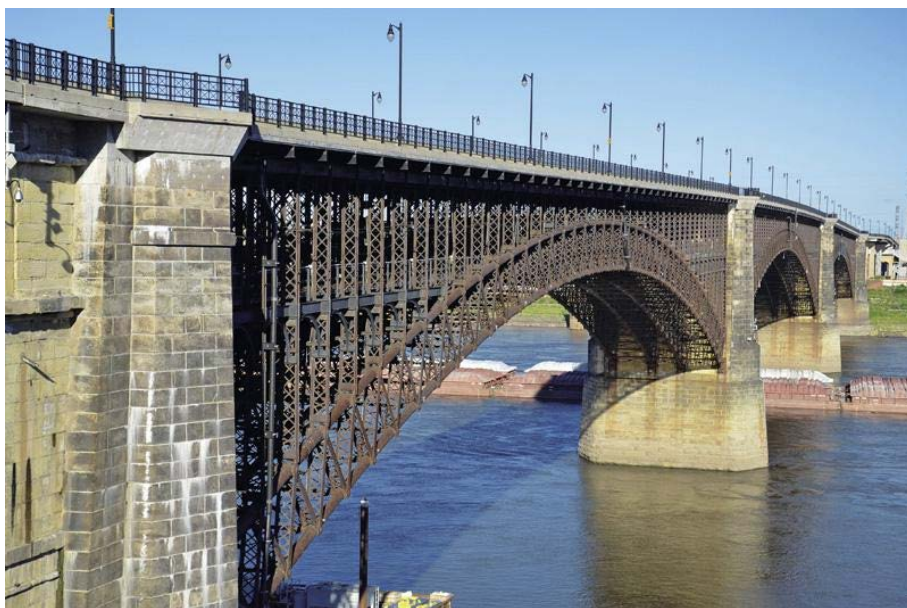
Em 1864, os irmãos Martin desenvolveram um outro tipo de forno, de maior capacidade. (PFEIL, 1992 p.20)

Rebello (2007, p.15) diz que é apenas no século XIX que a ciência dos metais, entendida como método, passa a ser desenvolvida. Surge a Metalurgia, arte e ciência que estuda os metais e suas ligas a partir de seus minerais, de sua elaboração e seu tratamento.

A primeira utilização estrutural do aço acontece em 1867, na Ponte Eads (Figura 8), sobre o rio Mississippi, em St. Louis (Estados Unidos América). Desde então, o aço passou a substituir o ferro fundido e o ferro laminado nas estruturas. (REBELLO, 2007 p 17)

Conforme Bellei (2004) a utilização do aço em grande escala deu-se por volta de 1880, principalmente em Chicago, nos Estados Unidos.

Figura 8 - Ponte Eads – St. Louis, EUA



Fonte - @Mitchell Schultheis

No Brasil, a primeira corrida do aço em uma usina siderúrgica de grande porte ocorreu em 22 de junho de 1946, na usina da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Presidente Vargas, em Volta Redonda – RJ. (DIAS, 2002 p. 9)

O país importava praticamente todo o aço de que necessitava, tanto que as instalações industriais da própria CSN foram construídas com estruturas fornecidas por empresas estrangeiras. De acordo com Dias (2002 p. 9) o material importado vinha das escolas europeias, que eram estruturas leves compostas por elementos em formato de treliças.

De acordo com Pinheiro (2005, p. 1) no Brasil, com o grande avanço na fabricação de perfis em larga escala ocorreu a implantação das grandes siderúrgicas.

Conforme Dias (2002, p. 9) a United States Steel¹, recomendou à CSN a instalação de uma fábrica de estruturas com o objetivo de consumir a produção de laminados e de incentivar a tecnologia brasileira da construção metálica. Foi assim que surgiu a Fábrica de Estruturas Metálicas (FEM), em 1953.

2.2.2 Aço Galvanizado

No início eram utilizados o ferro fundido e o ferro laminado para elaboração das estruturas metálicas, já que o aço era muito caro por não possuir uma produção industrializada. Mas, o aço começa a ser produzido em escala industrial em 1856, graças ao processo de Bessemer. (REBELLO, 2007 p 17)

¹ USX – United States Steel, empresa norte-americana fabricante de aço e fornecedora de estruturas metálicas. (DIAS, 2002)

Para criação dos perfis formadores da estrutura metálica, o aço e o ferro fundido são ligas de ferro e carbono, com outros elementos adicionados, como manganês, fósforo, enxofre, silício, entre outros. O aço (steel) é o mais importante entre eles pois possui um teor de carbono que varia entre 0% e 1,7%. O carbono faz com que o aço seja mais resistente, mas também o torna mais duro e frágil. (PFEIL, 1992 p.17)

De acordo com Pfeil (1992, p. 17) os aços com baixo teor de carbono têm menos resistência à tração, porém são mais maleáveis. As resistências à ruptura por tração ou compressão dos aços utilizados em estruturas são iguais. O teor do carbono limitado a 0,2% para reduzir o perigo de fissuração durante o tratamento térmico, que consiste da têmpera seguida de revenido.

“O aço, assim como outros materiais estruturais, quando submetido a altas temperaturas sofre redução da sua resistência e de sua rigidez. Nesse caso excepcional, tais reduções devem ser consideradas no dimensionamento das estruturas em situação de incêndio, para a garantia da segurança requerida.” (VARGAS; SILVA, 2005 p. 16)

Na construção civil, o interesse maior recai sobre os aços estruturais de média e alta resistência mecânica, pois são adequados para a utilização em elementos da construção sujeitos a carregamento. Dentre os aços estruturais existentes atualmente, o mais utilizado e conhecido é o ASTM A36, que é classificado como um aço carbono de média resistência mecânica. (CBCA, 2018)

No Brasil, de acordo com o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) (2018), as empresas que dominam a produção de perfis em aço para estrutura metálica são: ArcelorMittal; ArcelorMittal Tubarão; Gerdau; USIMINAS; V&M do Brasil AS.

2.2.3 Light Steel Framing

Segundo Rodrigues (2006), a história do LSF está interligada com a conquista dos Estados Unidos da América, entre 1810 e 1860, quando a migração chegou na costa do Oceano Pacífico. Com o aumento significativo da população norte-americana, a solução da demanda habitacional foi recorrer aos materiais que o local dispunha, no caso, a madeira, iniciando assim o método construtivo conhecido hoje como *Wood Framing*.

Conforme Frechette (1999 *apud* Santiago, Freitas e Crasto 2012, p 13), foi apenas após o desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, que em 1933 foi lançado na Feira Mundial de Chicago, o primeiro protótipo residencial de *Light Steel Framing*, que usava o aço como substituto da madeira nas construções da época.

De acordo com Moliterno (2001, p 1), foi somente em 1939 que as universidades norte americanas, foram patrocinadas pelo Instituto Americano de Ferro e Aço² (*American Iron and Steel Institute - AISI*) para desenvolver pesquisas sobre Elementos Estruturais em Perfis de Aço, trabalho que foi publicado somente em 1946.

2.2.4 Light Steel Framing no Brasil

Adotado em países nos quais a construção civil é majoritariamente industrializada, o LSF é pouco conhecido, por se tratar de um país cujo método construtivo atuante é o artesanal. Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p 14), o propulsor do método de construção a seco no Brasil, que também utiliza perfis de aços leves, é o *Drywall*, que era utilizado como vedação interna em residências pré-existentes (Figura 9).

Figura 9 - Drywall



Fonte - Arko Drywall (2018)

Utilizado regularmente no Brasil desde os anos 90, o *drywall* foi conquistando seu lugar na construção civil brasileira pois possibilitou os profissionais exercerem a criatividade, sem perder características como rigidez, conforto acústico, isolamento térmico e resistência ao fogo. (Manual de Projetos de Sistemas Drywall, 2006, p 3)

2.2.5 Perfis

No Brasil, as seções transversais de séries comerciais seguem o padrão de medidas recomendado pela ABNT NBR 15253:2014, que destaca também as propriedades dos perfis mais utilizados em estruturas de painéis reticulados para edificações de até dois pavimentos.

De acordo com a ArcelorMittal (2018), os principais perfis utilizados são: “U”, “T”, “I”, além dos três tipos de barras, como a barra quadrada, a barra chata e a barra redonda. Os perfis

² A *American Iron and Steel Institute* foi fundada em 1908 após o crescimento explosivo da produção de ferro e aço nos Estados Unidos. (AISI, 2018)

possuem diversas utilidades, como pode ser observado na Tabela 2. No Steel Frame, esses perfis são cortados e adaptados conforme especificação do projeto.

Tabela 2 - Perfis Catálogo ArcelorMittal

PERFIL	PRINCIPAIS APLICAÇÕES	COMPRIMENTO PADRÃO DE MERCADO
PERFIL I	- Estrutura Metálica; - Equipamentos de Transporte;	6 e 12 metros.
PERFIL U	- Monovias e vigamentos; - Componentes de Máquinas.	6 e 12 metros
PERFILT	- Serralheria; - Esquadria; - Estrutura Metálica.	6 metros.
BARRA QUADRADA	- Estrutura Metálica; - Serralheria; - Máquinas e Equipamentos.	6 metros.
BARRA CHATA	- Serralherias; - Esquadrias; - Estruturas Metálicas.	6 metros.
BARRA REDONDA	- Estruturas Metálicas; Serralherias.	6 metros.

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

A ArcelorMittal não é o único fornecedor de perfis de aços leves no Brasil. Segundo Campos (2014), outros fornecedores de perfis em aço galvanizado para *LSF* são Artcons, Aguia Sistemas, Ananda, Barbieri, Casa do Drywall, Flasan, Brasgips, Kofarm Multiperfil, Perfila, Roll For, Brasilit Saint Gobain, Eternit, Gypsteel, CenterSteel, Tessa.

2.2.6 Modulação

A modulação dos perfis é disposta a cada 40cm ou 60cm. A escolha delas depende da característica do projeto estrutural. Se a edificação for térrea ou um sobrado de pequeno porte, a modulação é maior, no caso a de 60cm. Se a edificação for composta por um número maior

de pavimentos, a modulação dos perfis será de 40cm. (SMART SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2017)

Ainda segundo a Smart Sistemas Construtivos (2017), os projetos arquitetônicos devem ser elaborados com *grid*³ de dimensões múltiplas de 1,20m na definição dos cômodos, pois evitam assim os cortes de chapas, possibilitando o reaproveitamento dos recortes, diminuindo o desperdício do material, reduzindo o valor do orçamento da obra. Deve-se ressaltar que o alinhamento modular deverá ser o mesmo em todo projeto, podendo assim, ser alinhado com a estrutura e distribuindo as cargas até a fundação.

Conforme Engel (2001, p. 19) a estrutura (Figura 10) é o primeiro e único instrumento para gerar forma e espaço na arquitetura, tornando-a um meio essencial para modelar o meio material do homem.

Figura 10 - Montagem da Estrutura em LSF



Fonte - Smart Sistemas Construtivos (2018)

2.2.7 Diretrizes

Conforme o Ministério das Cidades (2016) os projetos realizados com o sistema construtivo Light Steel Frame devem possuir um conjunto de detalhamentos específicos, visando evitar o contato dos perfis metálicos com a umidade. Alguns requisitos encontrados nas diretrizes do SINAT⁴ estão disponibilizados conforme Tabela 3.

³ “A pattern or structure made from horizontal and vertical lines crossing each other to form squares” (CAMBRIDGE, 2018)

Tradução: “um padrão ou estrutura feita de linhas horizontais e verticais que se cruzam para formar quadrados”.

⁴ “O Sistema Nacional de Avaliação Técnica é uma iniciativa da comunidade técnica nacional para dar suporte à operacionalização de um conjunto de procedimentos reconhecido por toda a cadeia produtiva da construção civil, com o objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção.” (PBQP-H, 2018)

Tabela 3 - Diretrizes do Sinat

DESNÍVEL	Entre o piso externo (calçada) e a base dos quadros estruturais será de no mínimo 5mm;
	Diferença mínima de 15mm entre a base dos quadros estruturais e o piso acabado das áreas molhadas (banheiros e áreas de serviço);
	Mínimo de 30mm entre a base dos quadros estruturais e o piso acabado do box;
IMPERMEABILIZAÇÃO	Em áreas molhadas, a impermeabilização deverá ser constituída por mantas ou membranas;
VEDAÇÃO	No caso de uso de chapas de gesso drywall em áreas molhadas, deve-se empregar aquelas resistentes à umidade, conforme definição da ABNT NBR 14715-1;
	Quando da utilização de contrapiso de base cimentícia, este deve possuir espessura mínima de 40mm. Deve ser previsto filme de polietileno, mantas ou membranas para impermeabilização;
	Instalação de barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor d'água sob os componentes de acabamento da face externa.

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

Para não ocorrer problemas com a estrutura metálica, é necessário fazer alguns procedimentos para preparar os perfis de aço. Conforme Gnecco; Mariano; Fernandes (2006), é necessário que o perfil permita limpeza, que elimina materiais contaminadores e oxidantes, e rugosidade, que aumenta a superfície de contato e ajuda na melhora da aderência.

2.2.8 Vedação

O sistema de *Light Steel Framing* não é composto apenas de perfis de aço galvanizado. Segundo Campos (2014), as placas de vedação não possuem apenas função de vedação, mas

também de contraventamento da estrutura. As mais conhecidas são placas de OSB⁵ (Oriented Strand Board) estruturais, placas cimentícia e placas de gesso acartonado (sistema drywall).

As vedações são modulares, o que faz com que o trabalho com placas de gesso não ocorra desperdícios, o material pode ser medido e enquadrado em suas devidas posições sem sobras, e não há retrabalho. Segundo a empresa Jota Wall (2018), na utilização de placas de gesso, não há necessidade de cortes severos para modificação das placas, pois elas são, são versáteis permitindo que o projeto seja seguido com modificações caso necessário.

As placas de vedação, tanto OSB quanto gesso acartonado, proporcionam racionalização e otimização na montagem, na execução de paredes, forros e revestimentos. Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora 14715-1 (2010), são utilizadas 4 (quatro) variações das placas de vedação, sendo facilmente reconhecidas em obra pela diferenciação de cores, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Placas de vedação

TIPO DA CHAPA	COD.	APLICAÇÃO	COLORAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES
Standart	ST	Forro de área seca.	Cinza	Largura Máxima: 1,20m Comprimento Máximo: 3,60m Espessuras (mm): 9,5 – 12,5 – 15,0
Resistente à Umidade	RU	Forro em áreas sujeitas à umidade.	Verde	
Resistente ao Fogo	RF	Forros de área seca, resistente ao fogo.	Rosa	
Oriented Strand Board	OSB	Forro de área interna, forro de área externa, contrapiso, substrato de cobertura.	Madeira	Dimensão: 1,22 x 2,44m Espessuras (mm): 9 – 12 – 15 - 18

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

⁵ “As placas Oriented Strand Board, são chapas prensadas de lascas de madeira reflorestadas em camadas. [...]. Cada camada é prensada e colada com uma orientação definida previamente. Durante o processo de fabricação a cola utilizada entre as camadas é aquecida, fazendo com que parte desse material suba para a superfície da placa acabada funcionando como um selante impermeabilizante.” (CAMPOS, 2014)

As placas de gesso acartonado (Figura 11) são recomendadas para uso interno, pois não podem entrar em contato com a umidade. Por definição, gesso acartonado são as chapas de gesso fabricadas através de uma laminação de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão. (Manual de Projetos de Sistemas Drywall, 2006)

Figura 11- Placas de Gesso Acartonado



Fonte - Engenheiro no Canteiro (2018)

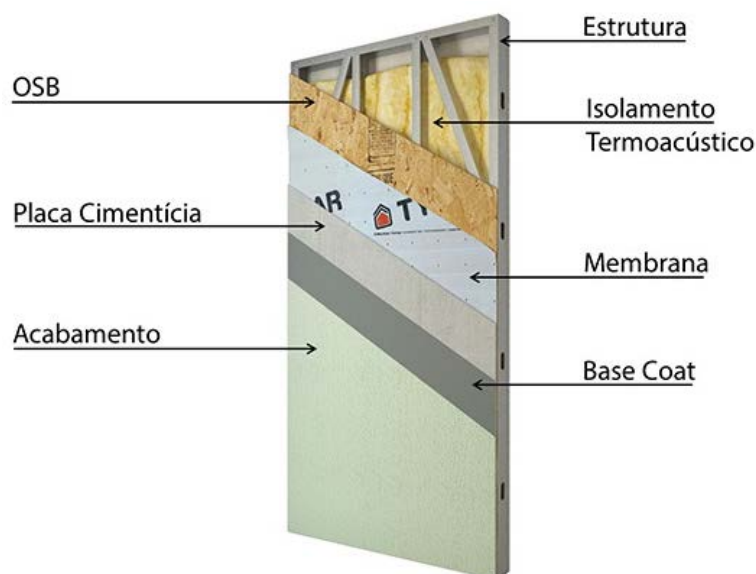
Em contrapartida, as placas OSB (Figura 12) são recomendadas para utilização de paredes periféricas, e posicionadas com uma distância de aproximadamente 3mm, distância prevista para as juntas de dilatação. Independente do acabamento, as placas devem ser impermeabilizadas externamente com a utilização de membrana de polietileno, para garantir que a troca de umidade da parte interna das paredes, para a parte externa (Figura 13). (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012 p 79)

Figura 12 - Placa OSB



Fonte - GRANULAS.EU (2018)

Figura 13 - Camadas - Externo



Fonte – FASTCON (2018)

Depois da aplicação da membrana de polietileno, ocorre a instalação do revestimento de fachada. Os mais utilizados são o “Siding” Vinílico (Figura 14) e as Placas Cimentícias. Conforme as especificações de Santiago, Freitas e Crasto (2012, p 81), o siding vinílico são painéis de PVC impermeáveis, composto por réguas duplas com 5 metros de comprimento e 25 centímetros de largura, encontradas no mercado brasileiro na cor branca ou com texturas que imitam madeira.

Figura 14 - Siding Vinílico



Fonte – Pinterest (2018)

Ainda segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p 84), a placa cimentícia é outra opção de vedação externa. Por definição, qualquer chapa delgada que contém cimento em sua composição, é cimentícia. Além de possuir elevada resistência à impactos, resistência a umidade e ser incombustível, a placa cimentícia é compatível com revestimentos que necessitem de argamassa para sua aplicação, além da pintura convencional.

2.2.9 Vantagens e Desvantagens do LSF

Tabela 5 - Vantagens e Desvantagens do LSF

VANTAGENS	DESVANTAGENS
1. Liberdade no projeto. A tecnologia desse método construtivo permite que os arquitetos possam elaborar projetos arrojados e com expressão arquitetônica marcante. (CBCA, 2018) 2. Maior área útil. As seções dos pilares e vigas são menores se comparadas com as equivalentes em concreto, resultando em maior área útil. (CBCA, 2018) 3. Menor prazo de execução. A execução da fundação ocorre em paralelo com a fabricação dos perfis metálicos, ocorrendo apenas o processo de montagem vertical na obra, reduzindo em 40% o tempo de execução se comparado com os processos convencionais. (CBCA, 2018) 4. Menor desperdício de materiais. A estrutura em aço possibilita a adoção de sistemas industrializados, fazendo com que o desperdício seja reduzido. (CBCA, 2018) 5. Alívio de carga nas fundações. As estruturas em aço, por serem mais leves, reduzem até 30% o custo das fundações. (CBCA, 2018) 6. Preservação do meio ambiente. É menos agressiva ao meio ambiente por não produzir muitos resíduos na obra e pela estrutura em aço galvanizado	1. Limitações. O sistema construtivo LSF precisa ser montado sob uma fundação de concreto pois não pode entrar em contato direto com o solo por uma possível corrosão. 2. As seções de pilares e vigas são menores pois a parede em si tem função estrutural. Isso faz com que paredes não possam ser demolidas, salvo quando previsto alterações em projeto. 3. O processo de montagem deve ser rigoroso pois como é milimetricamente projetado, qualquer erro de montagem provoca um atraso significativo na obra. 4. Necessidade de tratamento superficial das peças contra oxidação, devido ao contato com o ar atmosférico. (PINHEIRO, 2005) 5. Necessidade de mão-de-obra e equipamentos especializados para sua fabricação e montagem. (PINHEIRO, 2005)

ser 100% reciclável, podendo ser reutilizada. (CBCA, 2018)

7. Precisão. Enquanto a estrutura convencional é medida em centímetros, a unidade de medida utilizada na estrutura metálica é o milímetro. (CBCA, 2018)

8. Canteiro de obras. Na construção em LSF, o canteiro de obras é compacto e limpo. (CBCA, 2018)

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

Como pôde ser observado na Tabela 5, a construção em LSF dispõe de mais vantagens do que desvantagens ao seu favor. Como principais desvantagens, pode-se citar Pinheiro (2005) que menciona a necessidade de mão de obra especializada, como também a necessidade da fundação ser executada em concreto. Como vantagens pode-se evidenciar a rapidez, a precisão e a limpeza do canteiro de obras, como pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 - Canteiro de Obra LSF



Fonte – Grapegia (2014)

3. CORRELATOS

No presente capítulo identifica-se casos com similaridades no método construtivo estudado. Como poderá ser observado, a Escola do Bairro é uma instituição de ensino que possui um anexo com estrutura metálica.

3.1 A ESCOLA DO BAIRRO – VILA MARIANA, SÃO PAULO

A Escola do Bairro, com projeto integrado (Figura 16) desenvolvido pela Agrau Arquitetura, é uma instituição que utiliza um método de ensino que conta com experiências vividas dentro e fora das salas de aula. (MATUZAKI, 2018)

Figura 16 - Escola do Bairro, integração entre interno e externo



Fonte - CBCA (2018)

De acordo com SAVIETO (2017), o local escolhido para acolher a instituição foi um sobrado de estilo eclético (Figura 17) construído entre as décadas de 1940 e 1950, na Vila Mariana, em São Paulo, implantado em um entorno composto pela Cinemateca, o Parque Ibirapuera, o Museu de Arte Contemporânea da USP, e o SESC, todos tombados pelo patrimônio histórico.

Figura 17 - Fachada original



Fonte - aGRau (2016)

Segundo a aGRau Arquitetura (2018), liderada pelo arquiteto Gabriel Grinspum, o programa trata-se de uma requalificação do casarão existe e construção de novo pavilhão anexo (Figura 18) para abrigar centro de educação infantil e fundamental. Pavilhão este, construído em *Light Steel Framing*.

Figura 18 - Anexo em LSF



Fonte - CBCA (2018)

“O casarão de estilo eclético que acolhe a instituição está implantado em um terreno com entorno tombado pelo patrimônio histórico e esta memória material reforça o caráter local da escola. A demolição de construções posteriores que descaracterizavam o imóvel destacou o valor simbólico do edifício e o potencializou com a qualificação das estruturas internas. Para complementar o programa necessário, foi adicionado um novo pavilhão com estrutura leve e franca que afirma o caráter universal do projeto pedagógico.” (AGRAU ARQUITETURA, 2018)

Tabela 6 - Ficha Técnica - Escola do Bairro

FICHA TÉCNICA

LOCALIZAÇÃO	Vila Marina, São Paulo – SP
ÁREA CONSTRUÍDA	340m ²
ANO DE PROJETO	2016/2017

Fonte - Elaborado pelo autor (2018)

As plantas baixas e algumas imagens pré-projeto podem ser observadas no ANEXO II, que são pranchas em formato A3 disponibilizadas pelo Arquiteto Gabriel Grinspum.

3.2 HOTEL IBIS, EM CANOAS – RS

O Hotel Ibis, localizado em Canoas, no Rio Grande do Sul, é, segundo Tamaki (2011), composta por uma estrutura mista, sendo que os pilares foram parcialmente preenchidos com concreto, entre as mesas e a alma do perfil metálico, como pode ser observado na Figura 19 e na Figura 20.

Figura 19 - Montagem da Estrutura Mista



Fonte – Vinicius Costa (CBCA, 2018)

Figura 20 - Preenchimento parcial da estrutura metálica com concreto



Fonte - Tamaki (2011)

Ainda segundo Tamaki (2011), o fechamento da fachada foi feito com perfis metálicos, aos quais se fixaram chapas cimentícias (

Figura 21), além de uma argamassa estruturada com tela de poliéster. Entre as placas externas e as internas, que foram executadas em drywall, foram instaladas manta de lã mineral após a execução das instalações elétricas e hidráulicas, que são embutidas na parede metálica.

Figura 21- Fechamento em Placa Cimentícia



Fonte - Vinicius Costa (CBCA, 2018)

A obra de 4.500m² foi concluída (Figura 22) após 10 meses do início das fundações, sendo que a estrutura mista e as vedações ficaram prontas em apenas 67 dias. (TAMAKI, 2011).

Figura 22 - Hotel Ibis - Canoas, RS



Fonte - Vinicius Costa (CBCA, 2018)

4. ESTUDO DE CASO

Este capítulo será composto por uma breve apresentação sobre a localidade da edificação que virá a ser o estudo de caso deste trabalho, bem como algumas outras informações para o melhor entendimento do objetivo deste estudo.

4.1 CASCATEL

A pesquisa é composta por uma breve exposição da situação da escolaridade da cidade de CascateL-PR, cidade onde será testado o estudo de caso elaborado nesse trabalho, e de uma Lei implementada para resolver esse déficit. Engloba também uma breve exposição do processo de seleção de obras públicas e a parte orçamentária.

4.1.1 Lei Municipal, Licitação e Orçamento

A cidade de CascateL – PR possui uma lista de espera preocupante quando se diz respeito a Educação Infantil. De acordo com a Prefeitura Municipal de CascateL (2017) o município conta com 53 CMEIs em total capacidade, com 5.658 matriculados.

Os CMEIs, por definição de Curitiba (2018), são instituições educativas públicas e gratuitas destinadas a cuidar e educar, de maneira indissociável, crianças até os 5 (cinco) anos de idade, em jornada integral.

De acordo com a Prefeitura Municipal de CascateL (2015), faz parte de uma das metas do Plano Municipal de Educação de CascateL (PME – CVEL):

“VII – assegurar em regime de colaboração entre os entes federativos, a construção de novas unidades escolares municipais e a melhoria da estrutura física das existentes, de acordo com a demanda local, bem como aquisição de equipamentos e materiais adaptados, respeitadas as normas de acessibilidade e de garantia do padrão de qualidade, a partir da aprovação do PME – CVEL; ” (LEI MUNICIPAL Nº 6.496, Artigo 1º, 2015)

Obras públicas acontecem, em grande maioria através de licitações. Licitação conforme Mattos (2006) é o procedimento necessário para que a administração pública adquira bens e serviços, com o objetivo de obter a proposta mais vantajosa, possuem um escopo muito variado, iniciando-se em rodovias e abrangendo construções com um grau de importância maior, como, fóruns, escolas, universidades e até mesmo edificações voltadas à área da saúde.

Um dos problemas que encontramos na área da construção civil no Brasil, é o tempo. Muitas construções demoram muito para se consolidarem, ou até mesmo embargam por falta de verba, ou seja, problema no orçamento. Orçamento, por definição de Sampaio (2004, p.17) é o cálculo de custos para executar uma obra ou um empreendimento. Quanto mais detalhado o orçamento, mais ele se aproximará do custo real.

Neste cenário, o Ministério das Cidades, através do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), projeto fruto do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)⁶, estimula a utilização de sistemas construtivos revolucionários, sendo um deles, o sistema de estrutura metálica *Light Steel Framing* (LSF).

4.2 CMEI PROFESSORA MIRIAM ANA DAVLONTA BOSCHETTO

Para elaboração deste tópico, foi requisitado na Prefeitura Municipal de Cascavel – Paraná, no fim do mês de março de 2018, toda a documentação necessária sobre o CMEI Prof.^a Mirian Ana Davlonta Boschetto, para realização de um estudo de viabilidade construtiva.

Após o quarto contato com a Prefeitura, o setor de Infraestrutura disse que os responsáveis dos CMEIs da cidade é a Secretaria de Educação de Cascavel. Por telefone, foi feito o requerimento dos mesmos dados, em meados de abril.

Após 4 solicitações, no dia 14/05/2018, o Engenheiro responsável pelo setor de Infraestrutura da Secretaria de Educação de Cascavel pediu para que fosse enviado uma carta formal através do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz para que ficasse registrado e protocolado o requerimento dos dados, para o engenheiro conseguir fazer a análise se os dados serão disponibilizados.

Infelizmente esse capítulo não pôde ser concluído pois não houve disponibilidade dos dados necessários até então.

⁶ O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal, que tem como meta organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. ” (PBQP-H, 2018)

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista os pontos levantados anteriormente, tanto a Estrutura Convencional (Concreto Armado) quanto as Estruturas Metálicas (*Light Steel Framing*) possuem suas próprias vantagens e desvantagens a serem discutidas.

É imprescindível reconhecer que a estrutura em Concreto Armado e vedação de alvenaria podem não ser a melhor opção em muitos casos. Quando se fala em rapidez, questionamento principal dessa pesquisa, existem métodos muito mais eficientes, como o sistema apresentado, *Light Steel Framing*.

Visto que o processo construtivo em estrutura metálica é pré-fabricado, a construção da edificação acaba por ser muito mais rápida, se comparada com as construções convencionais, já que no canteiro de obras só ocorre o processo de montagem.

Como resultado deste breve levantamento de dados, pode-se dizer que a Estrutura Metálica seria um processo construtivo mais vantajoso do que a Estrutura Convencional, por ser produzida rapidamente, e por poder ser executada praticamente em qualquer tipo de terreno, só adequando o projeto. Desta forma, tanto quanto o CMEI a ser estudado, como qualquer outra obra pública e privada, teria vantagens na utilização do *Light Steel Framing* em relação a outros tipos de métodos construtivos.

REFERÊNCIAS

- Agrau Arquitetura. **Escola do Bairro**. Disponível em: <<http://www.agrau.com.br/projetos-detalhes/6>>. Acesso em: 14 maio 2018.
- AISI. **History**. Disponível em: <<https://www.steel.org/about-aisi/history>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- ARCELORMITTAL. **Perfis e Barras Linha Estrutural**. Disponível em: <<http://longos.arcelormittal.com.br/pdf/produtos/industria/perfis-barras/catalogo-perfis-barras.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2018.
- ARKO DRYWALL. **Drywall**. Disponível em: <<http://www.arkodrywall.com/>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland** - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-1:2010 – Chapas de gesso para drywall** - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253:2014 – Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações** – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2014.
- BELLEI, Ildonyhêlio. **Edifícios industriais em aço: Projeto e cálculo**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2004. 533 p.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado, eu te amo**, volume 1: uma versão descontraída e altamente didática sobre resistência dos materiais e concreto armado, cálculo e dimensionamento de estruturas segundo NBR6118-78. 3 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.
- CAMBRIDGE. **Grid**. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/grid>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- CAMPOS, Patricia Farrinelo de. **Light Steel Framing: Uso em construções habitacionais empregando modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 2014. 198 f. Tese (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CARVALHO, Benjamim de Araújo. **A História da Arquitetura**. Ediouro Grupo Coquetel, 1964.

CASCADEL, Prefeitura Municipal de. **29.233 alunos entram em férias nesta sexta-feira em Cascavel.** 2017. Disponível em: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/noticia.php?id=28796>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

CASCADEL, Prefeitura Municipal de. **Centros Municipais de Educação Infantil de Cascavel,** 2017. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/02022018_dados_cmeis.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2018.

CASCADEL. Prefeitura Municipal. **História.** Disponível em: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/historia.php>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço -. **CONSTRUÇÃO EM AÇO | Aços estruturais.** Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço -. **CONSTRUÇÃO EM AÇO | Vantagens.** Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-vantagens.php>>. Acesso em: 10 maio 2018.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço -. **Escola do Bairro.** Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/banco-de-obras/obra/escola-do-bairro>>. Acesso em: 14 maio 2018.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de. **CENTROS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO INFANTIL.** 2018. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/cidadao/centros-municipais-de-educacao-infantil/33>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Edificações de Aço no Brasil.** São Paulo: Zigurate Editora, 2002.

ENGEL, Heino. **Sistemas de Estructuras.** 3. ed. Barcelona: Gustavo Gili, SA, 2001. Tradução de: Esther Pereira da Silva.

Engenheiro no Canteiro. **Placas de Gesso Acartonado.** Disponível em: <<http://engenheironocanteiro.com.br/gesso-acartonado-progresso-incrivel-ou-problema-oculto/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

FASTCON. **Camadas - Externo.** Disponível em: <<http://fastcon.com.br/o-que-e-steel-frame/>>. Acesso em: 15 maio 2018.

FASTCON. **Comparativo Steel Frame x Alvenaria.** Disponível em: <<http://fastcon.com.br/steel-frame-vantagens/>>. Acesso em: 15 maio 2018.

GNECCO, Celso; MARIANO, Roberto; FERNANDES, Fernando. **Tratamento de Superfície e Pintura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia e Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006. (Manual de Construção em Aço).

GRANULAS.EU. **OSB**. Disponível em: <<http://www.granulas.eu/product/osb-board/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

GRAPÉGIA, Eduardo Zanella. **Canteiro de Obras**. Cascavel, 2014.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Projetos e Execução de Estruturas De Concreto Armado**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

JOTA WALL (Ed.). **DryWall**. Disponível em: <<http://obrajotawall.com.br/servicos-drywall.php>>. Acesso em: 10 maio 2018.

MANUAL de Projeto de Sistemas Drywall: paredes, forros e revestimentos. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamento de Obras**. São Paulo: Pini, 2006.

MATUZAKI, Thais. **Passado com marcas do presente**. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitectura.com.br/projeto/agrau-arquitetura_/escola-do-bairro/4446>. Acesso em: 14 maio 2018.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **CONCRETO: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diretriz SINAT 003 – Revisão 2 - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamento em chapas delgadas**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php> Acesso em: 27.mar.2018

MOLITERNO, Antonio. **Elementos para projetos em perfis leves de aço**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2001.

Muro Romano. Pinterest. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/157626055689292270/>>. Acesso em: 15 maio 2018.

NASCIMENTO, Otávio Luiz. **Alvenarias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia e Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2004. (Manual de Construção em Aço). PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **Sistema Nacional de Avaliação Técnica**. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acesso em: 29 mar. 2018.

PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **O que é?** Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 29 mar. 2018.

PETRUCCI, Eladio G. R.. **Concreto de Cimento Portland**. 13. ed. São Paulo: Globo, 1998.

PFEIL, Walter. **Estruturas de Aço: Propriedades - Métodos de Cálculo - Ligações - Esforços Normais**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1992. 1 v.

PINHEIRO, Antônio Carlos da Fonseca Bragança. **Estruturas Metálicas: Cálculos, detalhes, exercícios e projetos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PINTEREST. **Siding** **Vinílico**. Disponível em:
<https://www.pinterest.pt/pin/506936501792470845/>. Acesso em: 16 maio 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASCAVEL. **Lei nº 6.496, de 25 de junho de 2015**.
 Cascavel, PR, Disponível em:
http://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/19062017_lei_6496_2015_plano_municipal_de_educacao_de_cascavel_2015_a_2025.pdf. Acesso em: 29 mar. 2018.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Bases para Projeto Estrutural na Arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Zigurate Editora, 2007.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e Custo da Construção**. São Paulo: Hemus, 2004.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

SAVIETTO, Carine. **Arquitetura de escola em São Paulo foi pautada pela proposta pedagógica: a franca relação entre interior e exterior e a oferta de ambientes dinâmicos e estimulantes no coração do projeto**. 2017. Disponível em:
<https://au.pini.com.br/2017/05/arquitetura-de-escola-em-sao-paulo-foi-pautada-pela-proposta-pedagogica-a-franca-relacao-entre-interior-e-exterior-e-a-oferta-de-ambientes-dinamicos-e-estimulantes-no-coracao-do-projeto/>. Acesso em: 14 maio 2018.

SCHULTHEIS, Mitchell. **Ponte Eads – St. Louis, EUA**. Disponível em:
<https://www.casopiseurostav.sk/casopis-eurostav/2013/1-220131/kovove-priehradove-oblukove-mosty>. Acesso em: 16 maio 2018.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SINAT. **Listagem de Diretrizes**. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acesso em: 20 maio 2018.

SMART SISTEMAS CONSTRUTIVOS. **Manual Smart de Arquitetura para Steel Framing**. Ponta Grossa: Smart Sistemas Construtivos, 2017. 15 p. Disponível em: <<http://www.smartsistemasconstrutivos.com.br/MANUAL-SMART-DE-ARQUITETURA-LIGHT-STEEL-FRAMING-SMART.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

Smart Sistemas Construtivos. **Montagem da Estrutura em LSF**. Disponível em: <<http://smartsistemasconstrutivos.com.br/etapas-da-obra/>>. Acesso em: 16 maio 2018.

SUTORI. **Processo de Bessemer**. Disponível em: <<https://www.sutori.com/item/1856-henry-bessemer-invented-the-first-process-for-manufacturing-steel-inexpensive>>. Acesso em: 15 maio 2018.

TAMAKI, Luciana. Estrutura Rápida: Soluções industrializadas viabilizam execução de estrutura e fechamento de hotel de sete andares em apenas 67 dias. **Téchne**, São Paulo, ed. 183, dez. 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/183/artigo286920-1.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2018.

VARGAS, Mauri Resende; SILVA, Valdir Pignatta e. **Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia e Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2005. (Manual de Construção em Aço).

VINÍCIUS COSTA - CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço - **Hotel Ibis Canoas**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/banco-de-obras/obra/hotel-ibis-canoas>>. Acesso em: 20 maio 2018.

ANEXO I – LISTAGEM DE DIRETRIZES DISPONIBILIZADAS PELO SiNAT (PBQP-H)

Auditorias Técnicas - Portaria nº 110/2015

Critérios para Participação de ITAs no SiNAT Convencionais

Critérios para Participação de ITAs no SiNAT Inovadores

DATec nº 001-A - Sistema Construtivo Sergus com Fôrmas tipo Banche (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 002 - Sistema Construtivo SULBRASIL em Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 003-B - Painéis maciços pré-moldados de concreto armado para paredes da VIVER (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 004 - Sistema Construtivo TENDA em Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 005-B - Paredes maciças moldadas no local de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com poliéster - HOBRAZIL (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 006-A - Sistema construtivo TECNOMETTA em Paredes de Concreto Leve armado moldadas no local (Documento SUSPENSO)

DATec nº 007-A - Painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes - ROSSI (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 008 B - Painéis JETCASA pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes

DATec nº 009-B - Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes - CASA EXPRESS (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 010 - Sistema construtivo BAIRRO NOVO em paredes de concreto armado moldadas no local (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 011 - Sistema construtivo CARRILHO em paredes de concreto armado moldadas no local (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 012 C - Painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos sem função estrutural - PRECON

DATec nº 013 - Sistema Construtivo DHARMA em paredes Constituídas de Painéis Pré-moldados Mistos de Concreto Armado e Blocos Cerâmicos (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 014-B - Sistema Construtivo a seco SAINT-GOBAIN - Light Steel Frame

DATec nº 015 - Sistema construtivo LP BRASIL OSB em Light Steel Frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com siding vinílico (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 016 - Sistema construtivo LP BRASIL OSB em Light Steel Frame e fechamento em SmartSide Panel (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 017 - Sistema Construtivo GLOBAL de paredes constituídas por painéis de PVC preenchidos com concreto (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 018 - Sistema construtivo GIASSI composto por painéis de concreto armado pré-fabricados (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 019-A - Argamassa decorativa "Weber-pral classic SE" para revestimentos monocamada (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 020 C - Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada - Tecverde (tipo light wood framing)

DATec nº 021A - Sistema Construtivo "Casas Olé - Painéis Pré-moldados em Alvenaria com Blocos Cerâmicos e Concreto Armado" (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 022 - Telhas de PVC PreconVC modelo Colonial Cerâmica (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 023-A - Painéis estruturais pré-moldados Casa Express, mistos de concreto armado e lajotas cerâmicas - Tipo A

DATec nº 024-A - Sistema de paredes DPB de painéis nervurados préfabricados de concreto armado

DATec nº 025 - Telhas de PVC PreconVC Modelo Plan Cerâmica (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 026 - Paredes estruturais Tecnometta de concreto leve armado moldadas no local (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 027 - Vedações verticais internas em alvenaria não-estrutural de blocos de gesso - QGDI/SUPERGESSO (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 028 - Painéis pré-moldados de blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado para paredes da PREMIERE (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 029 - Painéis pré-moldados maciços de concreto armado para paredes (Prazo de validade VENCIDO)

DATec nº 030 - Sistema Construtivo LP Brasil OSB em Light Steel Frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com placa cimentícia

DATec nº 031 - Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos sem função estrutural

DATec nº 032 - Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado - ALTIARE

DATec nº 033 - Revestimento decorativo monocamada em argamassa inorgânica - ARGAMONT

DATec nº 034 - Reservatório modular de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável - FORTLEV

DATec nº 035 - Paredes Moldadas no Local de Concreto Reforçado com Fibra de Vidro - CRFV - MRV

Diretriz SiNAT nº 001 - Revisão 03 - Diretriz para Avaliação Técnica de paredes estruturais de concreto moldadas no local (Concreto Leve ou Concreto Reforçado com Fibra de Vidro)

Diretriz SiNAT nº 002 - Revisão 02 - Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos para emprego em edifícios habitacionais

Diretriz SiNAT nº 003 - Revisão 02 - Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing")

Diretriz SiNAT Nº 004 Revisão 01 - Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Paredes de concreto com formas de PVC incorporadas)

DIRETRIZ SINAT Nº 005 - Revisão 02 - Sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing")

Diretriz SiNAT nº 006 - revisão 01 - Argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada

Diretriz SiNAT nº 007 - Revisão 01 - Diretriz para Avaliação Técnica de telhas plásticas para telhados

Diretriz SiNAT Nº 008 - Revisão 02 - Alvenarias de blocos de gesso para vedações verticais internas sem função estrutural

Diretriz SiNAT nº 009 - Revisão 01 - Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em steel frame)

Diretriz SiNAT nº 010 - Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas Construtivos Formados por Painéis Pré-fabricados de Chapas Delgadas Vinculadas por Núcleo de Isolante Térmico Rígido.

Diretriz SiNAT nº 011 - Diretriz para Avaliação Técnica de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto

Diretriz SiNAT Nº 012 - Reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável

Diretriz SiNAT nº 013 - Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais.

Formulário de Credenciamento de ITA

INSTITUIÇÕES TÉCNICAS AVALIADORAS - ITAs

Regimento do SiNAT

**ANEXO II – PRANCHAS DO ARQUITETO GABRIEL GRINSPUM - ESCOLA DO
BAIRRO – VILA MARIANA, SÃO PAULO**

A **ESCOLA DO BAIRRO** toma emprestado de sua concepção o seu nome, ou seja, o Bairro é ao mesmo tempo nome e conceito que sustenta essa escola experimental das/para as infâncias. No âmbito do território do bairro, é considerada como um equipamento urbano de convivência, difusão e sistematização dos conhecimentos históricos e universalmente construídos que visa incluir bebês e crianças na cultura geral humana por meio das ferramentas sociais, emocionais e cognitivas disponíveis e apropriadas. Os quatro elementos naturais – Terra, Água, Ar e Fogo – constituem a base de sua Pedagogia da Investigação por meio da aprendizagem baseada na escuta, nas interações, na brincadeira e na pesquisa. A arquitetura da **ESCOLA DO BAIRRO** foi pensada de maneira a estimular a curiosidade natural das crianças em relação aos elementos da natureza, das diferentes linguagens e conhecimentos cujas respostas poderão ser construídas ao longo do tempo e na experiência de espaços exteriores mais amplos e complementares a própria escola. Em nossa concepção, uma educação infantil de qualidade baseada na escuta, nas brincadeiras, nas interações e nos ambientes de investigação mediados por objetos culturais é uma questão de escolha e vontade política. Para realiza-la, portanto, o projeto da ESCOLA DO BAIRRO supõe uma arquitetura constituída de espaços internos e exteriores que conversam entre si por meio de

elementos construtivos vazados, transparentes e integrados, permitindo que tanto os elementos humanos como naturais estejam presentes diariamente. Os espaços são de multiuso, propiciando atividades tanto molhadas como secas, na medida em que em cada sala existe uma bancada para trabalho com água; mobiliário específico para brincadeiras, atividades individuais, em pequenos ou grandes grupos e, estações móveis que funcionarão como minibibliotecas (com acervos de livros, revistas e material escrito diversos e em várias línguas), oficinas de marcenaria, de costura, de desenho, de pintura, de modelagem, de música, de fotografia, etc. nas quais crianças e bebês poderão explorar e produzir seus objetos e criações. Buscou-se referências na arquitetura brasileira rural, urbana ou contemporânea de forma a que os 4 elementos –Terra, Água, Ar e Fogo – estejam presentes como elementos que estimulem a curiosidade e a imaginação. Por meio de sua rotina, usos dos espaços e da organização dos tempos a escola pretende que os bebês e as crianças, ao longo de sua frequência a escola, possam construir os conhecimentos e as habilidades que lhes permitam compreender e lidar com questões simples que afetam suas vidas e o meio ambiente e, gradativamente, na medida em que forem crescendo e se desenvolvendo, compreendam e lidem com as questões sociais, científicas e culturais complexas.

