



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CHRISTIAN FELLIPE ALVES DA SILVA

**TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE AÇO LIGHT STEEL FRAME: Proposta de
um Bloco de Arquitetura e Urbanismo**

MACAPÁ - AP

2018

CHRISTIAN FELLIPE ALVES DA SILVA – 201510940425

**TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE AÇO LIGHT STEEL FRAME: Proposta de
um Bloco de Arquitetura e Urbanismo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do diploma de conclusão de curso.

Orientador: mst. Heldio Jose Carneiro de Souza.

Co-orientadora: mst. Géssica Nogueira dos Santos.

**MACAPÁ - AP
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Biblioteca Central da
Universidade Federal do Amapá**

720.28

S586t Silva, Christian Fellipe Alves da

Tecnologia de estruturas de aço light steel frame: proposta de um bloco de arquitetura e urbanismo / Christian Fellipe Alves da Silva ; orientador, Heldio Jose Carneiro de Souza ; co-orientadora, Gécica Nogueira dos Santos. -- Macapá, 2018.

88 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

1. Técnicas construtivas. 2. Aço. 3. Light Steel Frame. I. Souza, Heldio José Carneiro (Orientador). II. Santos, Gécica Nogueira dos (Co-orientadora). III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

**TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE AÇO LIGHT STEEL FRAME: Proposta de
um Bloco de Arquitetura e Urbanismo**

Christian Felipe Alves da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em: 12 de março de 2018.


Prof. Me. Helder José Carneiro de Souza
Mestre em Engenharia Civil
Presidente/Orientador


Prof. Me. Elizeu Corrêa dos Santos
Mestre em Arquitetura e Urbanismo
Membro Titular


Prof. Me. Victor Alencar Cunha
Mestre em Engenharia Civil
Membro Titular

**MACAPÁ-AP
2018**

Dedico este trabalho ao meu eterno, grandioso e poderoso Deus, que em sua infinita sabedoria guia meus caminhos me proporcionando saúde, paz e disposição para enfrentar todas as etapas desta árdua caminhada.

Christian Alves

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente pela vida, Sua presença constante, que me dá forças para seguir em frente, não desistir em qualquer obstáculo, e por mais esta conquista.

A minha família, sempre presente no decorrer deste processo, em especial minha mãe, constantemente ao meu lado me apoiando e incentivando para essa jornada chamada vida.

Aos meus amigos, que no decorrer da minha formação somaram para ampliar o meu aprendizado e podermos vivenciar momentos agradáveis.

A todos os meus professores, ao longo do curso que me ensinaram os primeiros passos, pois, sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu orientador e co-orientadora, Heldio Carneiro e Géssica Nogueira, respectivamente, por sempre me ajudarem tirando dúvidas e clareando minha mente para novas ideias.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de uma forma ou de outra, facilitaram o desenvolvimento de um estudo com cunho científico e social.

RESUMO

Sendo o Brasil um dos maiores produtores de aço do mundo, nota-se que o aproveitamento pode ser considerado moderado das estruturas metálicas. Diante do enorme crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a indústria da construção civil tem procurado sistemas eficazes objetivando o aumento da produtividade, redução do desperdício para atender uma demanda crescente de moradias. Uma das possibilidades é utilização de um sistema construtivo bastante consolidado em países desenvolvidos: o Light Steel Frame, com a flexibilidade e agilidade construtiva do mesmo propõe um grande potencial a ser explorado nas mais diversas aplicações. Nessa perspectiva, a pesquisa traz conhecimentos sobre o aço LSF mostrando aspectos positivos e negativos, características, modo de fabricação, montagem, técnicas, materiais e ações do vento nas estruturas. Com ênfase no estudo de caso, oferece uma proposta projetual com a finalidade de construir um bloco para o Curso de Arquitetura e Urbanismo, na Universidade Federal do Amapá, propondo o processo construtivo do LSF, com orçamento simplificado.

Palavras chave: Light Steel Frame, Técnicas construtivas, Aço.

ABSTRACT

As Brazil is one of the largest steel producers in the world, it can be noted that the exploitation can be considered moderate of the metallic structures. In the face of enormous population growth and technological advances, the construction industry has been looking for effective systems aimed at increasing productivity, reducing waste to meet growing demand for housing. One of the possibilities is the use of a highly consolidated construction system in developed countries: Light Steel Frame, with its flexibility and constructive agility, proposes a great potential to be explored in the most diverse applications. In this perspective, the research brings knowledge about LSF steel showing positive and negative aspects, characteristics, mode of manufacture, assembly, techniques, materials and wind actions in the structures. With emphasis on the case study, it offers a project proposal with the purpose of building a block for the Architecture and Urbanism Course at the Federal University of Amapá, proposing the constructive process of the LSF, with a simplified budget.

Keyword: Light Steel Frame, Constructive techniques, Steel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponte Coalbrookdale, sobre o rio Serven na Inglaterra, 1779.....	18
Figura 2 – Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul.....	20
Figura 3 – Funcionamento Alto-Forno.....	24
Figura 4 – Conversor de oxigênio.	25
Figura 5 – Diagrama de Tensão e Deformação.	28
Figura 6 – Ação externa do vento em edificações.....	31
Figura 7 – Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s)	32
Figura 8 – Fator Topográfico S_1	33
Figura 9 – Estrutura de residência em Light Steel Frame.	36
Figura 10 – Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Frame.	38
Figura 11 – Light Steel Frame montado pelo método “stick”.....	44
Figura 12 – Elementos estruturais como tesouras.	45
Figura 13 – Módulo de banheiro.....	45
Figura 14 – Corte esquemático de uma laje radier.....	47
Figura 15 – Detalhe esquemático de ancoragem de estrutural à uma laje radier.	47
Figura 16 – Corte detalhado de fundação sapata corrida	48
Figura 17 – Escola normal de São Paulo	50
Figura 18 – Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.	52
Figura 19 – Perspectiva Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.	53
Figura 20 – Vista aérea da Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.	54
Figura 21 – Faculdade de Arquitetura da Sociesc.....	55
Figura 22 – Vista Lateral da Faculdade de Arquitetura da Sociesc.....	55
Figura 23 – Parte interna da Faculdade de Arquitetura da Sociesc.	56
Figura 24 – Área de convivência do Hospital Sarah/CE.....	57
Figura 25 – Hospital Sarah/RJ.	58
Figura 26 – Planta baixa do Hospital Sarah.	59
Figura 27 - Espaço Lúdico – Escola Classe 304 Norte – Brasília	61
Figura 28 – Vista aérea da Fortaleza de São José de Macapá.....	62
Figura 29 – Plata baixa da Fortaleza de São José de Macapá	63
Figura 30 – Universidade Federal do Amapá.....	65
Figura 31 – Trajetória solar.	70
Figura 32 – Direção dos ventos.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fator Topográfico - S_1	33
Tabela 2 – Definição de categorias para determinação do coeficiente S_2	34
Tabela 3 – Definição de classes de edificação para determinação de S_2	34
Tabela 4 – Parâmetros meteorológicos.....	35
Tabela 5 – Valores mínimos para o coeficiente S_3	35
Tabela 6 – Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais.....	42
Tabela 7 – Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Frame e suas respectivas aplicações.	43
Tabela 8 – Pré-Dimensionamento – Pedagógico	76
Tabela 9 – Pré-Dimensionamento – Administrativo e social.	76
Tabela 10 – Pré-Dimensionamento – Didático.....	77
Tabela 11 – Pré-Dimensionamento - Serviços.....	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
0.1 OBJETIVO GERAL.....	13
0.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
0.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL.....	15
1.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO AÇO.....	18
1.2.1. Vantagens e Desvantagens	22
1.2.2. Fabricação	23
1.2.3. Propriedades do Aço	26
1.2.4. Ações do Vento Sobre o Aço	30
1.3 LIGHT STEEL FRAME	36
1.3.1. Vantagens e desvantagens	39
1.3.2. Tipo de perfis	41
1.3.3. Métodos de construção.....	43
1.3.4. Fundação	46
1.4 EDUCAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR.....	48
1.4.1. Educação e Arquitetura	48
1.4.2. Educação Superior e Arquitetura: Histórico Desta Relação.....	49
2 REFERENCIAL ANALÍTICO.....	52
2.1 ESTUDOS DE CASO	52
2.1.1. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto	52
2.1.2. Faculdade de Arquitetura do SOCIESC.....	54
2.1.3. Hospital Sarah kubitschek	56
2.2 CONCEPÇÕES CONCEITUAIS.....	59
2.2.1. Formas Geométricas	60

2.2.2. Fortaleza de São José de Macapá	61
3 ESTUDO DE CASO	64
3.1 APLICAÇÃO DE PESQUISA DE CAMPO.....	65
3.2 TABULAÇÃO DA PESQUISA	65
3.3. ANÁLISE DO TERRENO E DO ENTORNO	70
3.3.1. Trajetória solar	70
3.3.2. Direção dos ventos predominantes	71
3.3.3. Setorização Urbana	72
3.4 NORMATIZAÇÃO DO TERRENO.....	72
4 PROPOSTA DE APRESENTAÇÃO.....	73
4.1 PROGRAMA DE NECESSIDADE	73
4.1.1. Setorização.....	74
4.1.2. Fluxograma.....	75
4.2 PRÉ-DIMENSIONAMENTO	76
4.3 MEMORIAL DE CÁLCULO DAS AÇÕES DO VENTO NA EDIFICAÇÃO .	78
4.3.1. S1 – Fator topográfico	78
4.3.2. S2 – Fator rugosidade do terreno	78
4.3.3. S3 - Fator Estatístico	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	82
REFERÊNCIAS DE PESQUISA	84
APÊNDICES	88

INTRODUÇÃO

A partir da habitação permanente do homem, originou-se a urgência de construir um abrigo protegido contra os riscos da natureza e animais selvagens, havendo necessidade de artifícios para proteção. A forma de produção era em pequenos fornos na forma de torrões ou pedaços sólidos, denominados tarugos. Estes, em seguida, eram forjados a quente na forma de barras de ferro trabalhado, possuindo maleabilidade, contendo, pedaços de escória e carvão, processos relativos a tratamentos térmicos nos aços para fabricação de espadas e facas.

O minério de ferro era encontrado com bastante fartura na natureza, assim como o carvão, sendo utilizado como acessórios para produção de equipamentos de defesa dos habitantes. E na contemporaneidade, a maior quantidade de matéria prima para produção de aço, era a sucata proveniente dos resíduos de fabricação industrial.

Os sistemas construtivos sofrem inovações, de modo a oportunizar melhorias na qualidade dos produtos, assim como o aprimoramento na construção. Existem uma grande variedade de sistemas de construção destinados propriamente a combater características indesejadas do método convencional, são processos eficazes, que buscam aumentar a produtividade, conter perdas e melhorar a gestão de recursos. Neste cenário, a inovação tecnológica se mostra como um importante aliado, seja na concepção de novos métodos construtivos, ou na criação de novos produtos empregados na construção.

A construção civil e o desenvolvimento econômico estão profundamente ligados a indústria construtiva, capazes de aumentar o crescimento financeiro. Isso ocorre principalmente pela proporção do investimento na construção em aspectos gerais, como também pelo efeito multiplicador de renda e sua mutualidade estrutural.

No Brasil, a indústria da construção civil ainda é caracterizada pelos sistemas construtivos predominantemente artesanais, sendo a estrutura de concreto armado juntamente a alvenaria de blocos cerâmicos o mais utilizado. Este sistema tem como característica a baixa produtividade, grande desperdício, amplo período de cura no concreto armado, dificuldade de manutenção nas instalações prediais, e principalmente acúmulo de entulhos.

O aço oferece possibilidades vantajosas na construção civil, evitando desperdício e degradação do meio ambiente. Abrindo um leque de possibilidades de obras rápidas com qualidades, maiores alternativas arquitetônicas, e capacidade superior para manutenção.

Versátil, durável e flexível. O aço foi capaz de dividir o mundo moderno através da revolução industrial. É perceptível a sua importância, ele está em praticamente tudo que se usa. Desde a fechadura da porta à grandes construções. As estruturas de aço são elementos altamente sustentáveis, flexíveis, que possuem um curto prazo de execução e possibilita projetos com grande liberdade projetual.

O Light Steel Frame (LSF), assim conhecido mundialmente (do inglês, light = leve, steel = aço e frame = estrutura), é um sistema construtivo de concepção racional, tendo como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio sendo empregados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes.

Podemos defini-la como o processo pelo qual se compõe um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dão forma a ela. Assim, o sistema LSF não se resume apenas à sua estrutura como um sistema destinado à construção de edificações, ele é formado por vários componentes, como o estrutural, fundação, isolamento termoacústico, de fechamento interno e externo, e de instalações elétricas e hidráulicas.

0.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é mostrar uma nova tecnologia construtiva, tomando como base o Light Steel Frame, um produto altamente benéfico para o meio ambiente. Com obras limpas e a redução no período de construção, torna-se uma alternativa bastante eficaz. Oferecendo como proposta um bloco de arquitetura e Urbanismo, para Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, com intuito de suprir a carência adquirida ocorrida em decorrência da transferência do curso do campus de Santana para o campus Marco Zero de Macapá.

0.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa é mostrar os aspectos positivos e negativos, a fabricação do aço, ações do vento nas estruturas do mesmo. E exibir a tecnologia construtiva Light Steel Frame através do desenvolvimento histórico, métodos e técnicas construtivas, e no final está incluso um orçamento simplificado.

0.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Light Steel Frame é a melhor solução a se tratar de aço? O que faz do aço um elemento estrutural mais vantajoso? Para alocar na UNIFAP um bloco de arquitetura e urbanismo, a melhor solução seria o aço? É preciso conhecer estruturas de aço desde aspectos históricos, positivos e negativos até dimensionamento com foco em Light Steel Frame. Para o estudo de caso será preciso conhecer a necessidade do Colegiado de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, por meio de pesquisa de campo.

Levando em consideração todas as dúvidas e questionamentos, surgiu a possibilidade de oferecer uma proposta arquitetônica viável a necessidade in loco. Através de estudos de caso foi elaborado projeto arquitetônico executivo, que oferece melhorias no ambiente acadêmico para o curso de arquitetura e urbanismo.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a concretização do presente trabalho de conclusão do curso, partiu-se de um levantamento bibliográfico, artigos científicos, publicações em revista e sites relacionados ao tema, entre outros. Após o levantamento foi realizada a análise dos conceitos, históricos e descrições, para um melhor aprofundamento da temática em estudo. Assim, a partir dessa metodologia de pesquisa, buscou-se identificar quais as principais necessidades acadêmicas para a melhoria do curso de arquitetura e urbanismos, mediante levantamento de dados. Por fim apresentar uma proposta de projeto que satisfaça as necessidades da população acadêmica e que se adeque aos princípios da Universidade Federal do Amapá.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL

Segundo Neves e Camisasca (2013) as primeiras realizações de produção de ferro na Colônia datam de 1532, quando Martim Afonso de Sousa, fundou a primeira vila do país, a Vila de São Vicente (atual estado de São Paulo), caracterizando o princípio do processo de colonização do Brasil. Parte do povoamento da capitania de São Vicente ocorreu devido à procura dos colonos por ouro, prata e metais preciosos. No entanto, nenhum tipo de metal, nem mesmo ferro, foi encontrado em um primeiro momento¹. Os poucos ferreiros que vieram para o Brasil utilizavam o ferro originário da Europa para produzir os instrumentos usados na lavoura.

Afonso Sardinha foi primeiro trabalhou na redução desse minério de ferro (NEVES e CAMISASCA, 2013). Em 1587, ele descobriu magnetita na atual região de Sorocaba, no interior de São Paulo, e iniciou a produção de ferro a partir da redução do minério. É a primeira fábrica de ferro que se tem notícia no Brasil. As forjas construídas por Sardinha operaram até a sua morte, em 1616. Após essa data, a siderurgia brasileira entrou em um período de estagnação que durou até o século seguinte.

Foi à descoberta de ouro no atual Estado de Minas Gerais no qual desencadeou um novo estímulo à siderurgia. Consoante Neves e Camisasca (2013),

¹INSTITUTO AÇO BRASIL. **História**. 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_brasil.asp>. Acesso em: 22/02/2018.

as fundições foram abertas para a construção de implementos de ferro utilizados no trabalho das minas. Contudo, as mesmas práticas mercantilistas que impulsionaram a descoberta de metais em nossas terras fizeram com que a construção de uma indústria siderúrgica brasileira fosse reprimida. A colônia deveria ser explorada ao máximo e comercializar apenas ouro e produtos agrícolas. Portugal chegou a proibir a construção de novas fundições e ordenou a destruição das existentes.

Diversas indústrias siderúrgicas foram construídas a partir de 1808, quando a família real portuguesa desembarcou fugitiva no Rio de Janeiro, temendo o avanço das tropas napoleônicas às terras lusitanas. A partir desse período, várias usinas ficaram prontas começando a produzir aço forjado. Após esse início de século XIX promissor, houve um declínio na produção de ferro. A competição com os produtos importados da Inglaterra era desigual e travava o desenvolvimento da siderurgia brasileira. Além disso, havia escassez de mão-de-obra, já que os trabalhadores, em sua maioria, eram sugados pela lavoura do açúcar e, mais tarde, do café². Mesmo assim, um marco importante para o posterior progresso da siderurgia brasileira data desse período: a fundação, em 1876, da Escola de Minas de Ouro Preto, que formaria engenheiros de minas, metalurgistas e geólogos.

As primeiras décadas do século XX foram de avanços para a siderurgia brasileira, impulsionados pelo surto industrial verificado entre 1917 e 1930. O mais importante foi a criação, na cidade de Sabará (MG), da Companhia Siderúrgica Mineira (NEVES e CAMISASCA, 2013). Em 1921, a CSBM-Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira foi criada como resultado da associação da Companhia Siderúrgica Mineira com o consórcio industrial belgo-luxemburguês ARBE-Ed-Acières Réunies de Bubach-Eich-dudelange que, em 1922, associou-se à capitais belgas e se transformou na Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira.

Os governos brasileiros dos primeiros 30 anos do século XX, mais preocupados com o café, davam pouca atenção ao crescimento da indústria nacional. A siderurgia era exceção: decretos governamentais concederam às empresas de ferro e aço diversos benefícios fiscais. Na ocasião, a produção brasileira era de apenas 36 mil toneladas anuais de gusa.

A década de 30 registrou um grande aumento na produção siderúrgica nacional, principalmente incentivada pelo crescimento da Belgo-Mineira que, em

²INSTITUTO AÇO BRASIL. **História**. 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_brasil.asp>. Acesso em: 22/02/2018.

1937, inaugurava a usina de Monlevade, com capacidade inicial de 50 mil toneladas anuais de lingotes de aço. Ainda em 1937, são constituídas a companhia siderúrgica de Barra Mansa e a Companhia Metalúrgica de Barbará. Apesar disso, o Brasil continuava muito dependente de aços importados.

Segundo o Instituto Aço Brasil³ o parque siderúrgico nacional iniciou na década de 90 contando com 43 empresas estatais e privadas, cinco delas integradas a coque, nove a carvão vegetal, duas integradas a redução direta e 27 semi-integradas, além de produtores independentes de ferro-gusa e carvão vegetal, que somavam cerca de 120 altos-fornos. A instalação dessas unidades produtoras se concentrou principalmente no Estado de Minas Gerais e no eixo Rio-São Paulo, devido à proximidade de regiões ricas em matérias-primas empregadas na fabricação do aço, ou de locais com grande potencial de consumo.

Nos primeiros anos da década de 90, era visível o esgotamento do modelo com forte presença do Estado na economia. Em 1991, começou o processo de privatização das siderúrgicas. Dois anos depois, oito empresas estatais, com capacidade para produzir 19,5 milhões de toneladas (70% da produção nacional), tinham sido privatizadas.

A privatização trouxe ao setor expressivo afluxo de capitais, em composições acionárias da maior diversidade. Assim, muitas empresas produtoras passaram a integrar grupos industriais e/ou financeiros cujos interesses na siderurgia se desdobraram para atividades correlatas, ou de apoio logístico, com o objetivo de alcançar economia de escala e competitividade. O parque siderúrgico brasileiro compõe-se hoje de 29 usinas, administradas por onze grupos empresariais. São eles: Aperam, ArcelorMittal Brasil, CSN, Gerdau, SINOBRAS, Thyssenkrupp CSA, Usiminas, VSB Tubos, Vallourec, Villares Metals e Votorantim. O parque produtor é relativamente novo e passa por um processo de atualização tecnológica constante. Está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, desde que sua produção se justifique economicamente.

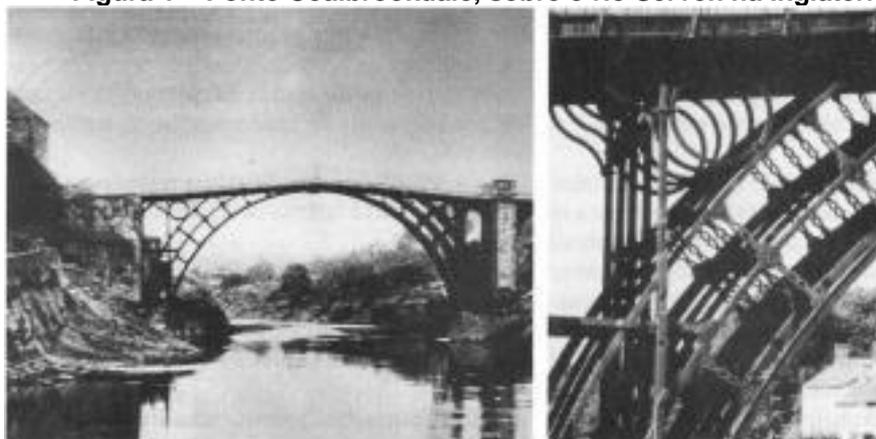
³INSTITUTO AÇO BRASIL. **História**. 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_brasil.asp>. Acesso em: 22/02/2018.

1.2 CONTEXTO HISTÓRICO DO AÇO

Foi sob a forma de meteoritos, onde o homem teve contato pela primeira vez com ferro, então a etimologia da palavra siderurgia, cujo radical latino “sider” significa estrela ou astro. O ferro, encontrado em meteoritos, continha normalmente 5% a 26% de níquel, enquanto que o ferro produzido artesanalmente continha apenas traços deste elemento, logo, sempre foi muito fácil diferenciar os artefatos feitos à base de ferro oriundo de meteoritos.

Segundo Pfeil e Pfeil (2016) em 1779, construiu-se a primeira ponte de ferro, em Coalbrookdale (figura 01), sobre o rio Severn, na Inglaterra. Tornou-se famosa durante a Revolução industrial ao converter-se na primeira ponte em arco fabricada utilizando ferro fundido.

Figura 1 – Ponte Coalbrookdale, sobre o rio Severn na Inglaterra, 1779.



Fonte: PFEIL e PFEIL, 2016.

Foi patenteado na Inglaterra em 1781, por Henry Cort o processo de refinação do ferro chamado pudlage, circulando com rapidez bem inusitada. A pudlage é descrita como a forma de trabalho mais pesada. Porém, o grande arranque no desenvolvimento da siderurgia ocorreu com o surgimento da tração a vapor e o surgimento das ferrovias, a primeira das quais inaugurada em 1827.

Até o fim do século XVIII, a maior parte das máquinas industriais eram feitas de madeira. O rápido desenvolvimento dos métodos de refinação e de trabalho do ferro, conforme Rebello (2007) abriu caminho a novas utilizações do metal e à construção de máquinas industriais e, por consequência, à produção em quantidade de objetos metálicos de uso geral. A verdadeira máquina é de metal: o desenvolvimento da metalurgia condicionou todo o desenvolvimento do maquinismo.

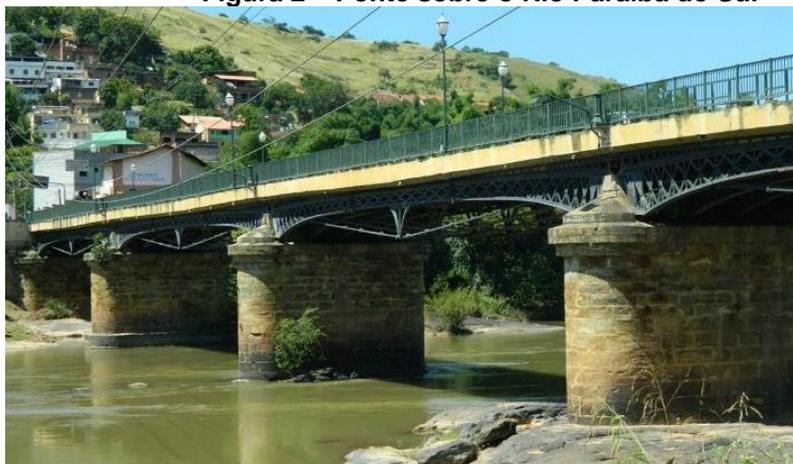
Na Revolução Industrial, através da invenção de fornos que permitiam não só corrigir as impurezas do ferro, tanto adicionar-lhes propriedades quanto resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do seu baixo custo o aço passou a representar cerca de 90 % de todos os metais consumidos pela civilização industrial. O inglês Henry Bessemer inventou, de acordo com Rebello (2007), em 1856, um forno que permitiu a produção do aço em larga escala, a partir das décadas de 1860. Em 1864, os irmãos Martin desenvolveram um outro tipo de forno de maior capacidade. Desde então, o aço rapidamente substituiu o ferro fundido e o forjado na indústria da construção. O processo Siemens-Martin apareceu em 1867. Por volta de 1880, foram introduzidos os laminadores para barras.

A expansão da Revolução Industrial modificou totalmente a metalurgia e o mundo: o uso de máquinas a vapor para injeção de ar no alto-forno, laminares, tornos mecânicos e o aumento de produção transformaram o ferro e o aço no mais importante material de construção⁴. Entre as descobertas científicas, que gradativamente iam melhorando o processo de produção industrial, merece destaque a utilização do carvão de pedra para redução do minério de ferro, que resultou na localização dos complexos e que veio determinar, por privilégios geológicos, o pioneirismo de uma nação na siderurgia.

Consoante Pfeil e Pfeil (2016) em 1857, foi inaugurada no Brasil a ponte sobre o Rio Paraíba Do Sul, mostrada na figura 02, no estado do Rio de Janeiro. Os vãos de 30 metros são vencidos por arcos atirantados, sendo os arcos constituídos de peças de ferro fundido montadas por encaixe e o tirante em ferro forjado.

⁴ PORTAL METÁLICA. **Portal Metálica: construção civil**. 2016. Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/cronologia-do-uso-dos-metais-revolucao-cientifica-industrial>>. Acesso em: 01/07/2017.

Figura 2 – Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul



Fonte: Paraíba do Sul: entre rendas, bordados e história⁵.

O homem cria e transforma o aço. Com sua capacidade inesgotável de utilização e reaproveitamento é prova da inteligência e capacidade criativa do homem. Tornando-se um dos principais instrumentos na evolução, o aço é muito importante na vida moderna. Automóveis, aviões, prédios, navios, linhas de transmissão de energia elétrica, tubulações de água, redes integradas de telefonia, etc., são feitos de aço. Nas casas o aço está presente em larga escala, dos talheres às panelas, passando pelos vergalhões que garantem a estabilidade das construções. Ainda, além da presença direta nos bens duráveis, o aço é vital na construção das máquinas e equipamentos que tornam possível à humanidade, gozar dos benefícios e facilidades conferidos pelos bens de consumo modernos.

Como o aço não é um elemento natural, é preciso a atuação do homem. As formas mais usuais de metais ferrosos são o aço, o ferro fundido e o ferro forjado. O aço é feito a partir do nível de carbono no ferro onde é aquecido, passando do estado sólido ao líquido. Essa transformação força os átomos de carbono se separarem dos átomos de ferro, resultando em ferro-fundido, que possui uma liga de teor de carbono variante de 0,008% até 2,11%. O índice de carbono deve ser exato. Muito carbono, o torna resistente porem frágil, já o baixo teor de carbono tem menor resistência a tração, no entanto são mais dúcteis (PFEIL e PFEIL, 2016).

Dependendo do tipo de aço, são adicionados outros elementos tais como: manganês, silício, fosforo, enxofre, alumínio, cobre, níquel, nióbio, entre outros,

⁵ BLOG ALÔ RIO DE JANEIRO. **Paraíba do Sul: entre rendas, bordados e história**. 2015. Disponível em: <<http://aloriodejaneiro.com/2015/10/07/paraiba-sul/>>. Acesso em: 01/07/2017.

modificando as propriedades físicas da liga, como resistência mecânica, resistência a corrosão, ductilidade e muitos outros. Para Rebello (2007) nas estruturas são requeridas propriedades de boa ductilidade, homogeneidade e soldabilidade, além de elevada relação entre a tensão resistente e a de escoamento. A resistência à corrosão é também importante só sendo, entretanto, alcançada com pequenas adições de cobre. Para atender a estes requisitos, utilizam-se em estruturas os aços-carbono e os aços em baixo teor de liga ou microligados, ambos os tipos com baixo e médio teores de carbono. A elevada resistência de alguns aços estruturais é obtida por processos de conformação ou tratamentos térmicos.

O ferro fundido é basicamente uma mistura de ferro com uma porcentagem de dois quartos de carbono e outros materiais que incluem o manganês e o silício, pequenas quantidades de fósforo e enxofre e contém 2,0% a 4,3% de carbono⁶. Tem boa resistência à compressão (mínimo de 500 MPa), porém a resistência à tração é apenas cerca de 30% da primeira, mas sob efeito de choques, mostra-se frágil. A fundição envolve a fusão do ferro em uma fornalha e, em seguida, ele é colocado dentro de um molde para criar a forma desejada. Existindo quatro modalidades principais:

- Cinzento, cuja fratura mostra uma coloração escura (donde a sua denominação), caracterizada por apresentar como elementos de liga fundamentais o carbono e o silício e estrutura em que uma parcela relativamente grande do carbono está no estado livre (grafita lamelar) e outra parcela no estado combinado (Fe_3C);
- Branco, cuja fratura mostra uma coloração clara (donde a sua denominação), caracterizado por apresentar ainda como elementos de liga fundamentais o carbono e o silício, mas cuja estrutura, devido às condições de fabricação e menor teor de silício, apresenta o carbono quase inteiramente na forma combinada (Fe_3C);
- Maleável, caracterizado por ser obtido a partir do ferro fundido branco, mediante um tratamento térmico especial (maleabilização), resultando numa transformação de praticamente todo o ferro combinado em grafita na forma de nódulos (em vez de veios ou lamelas);

⁶MECÂNICA INDUSTRIAL. Diferenças dos acessórios em ferro fundido e aço forjado. 2016. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/701-diferencas-dos-acessorios-em-ferro-fundido-e-aco-forjado/>>. Acesso em: 22/02/2018.

- Nodular, caracterizado por apresentar, devido a um tratamento realizado ainda no estado líquido, carbono livre na forma de grafita esferoidal, o que confere à material característica de boa ductilidade, donde a denominação frequente para esse material de ferro fundido dúctil.

O ferro forjado, é praticamente um aço de baixo carbono⁷. As pequenas partículas de escória espalhadas na massa do metal se apresentam em forma de fibras, devido às operações de laminação. Estas fibras de escória permitem distinguir o ferro forjado do aço com o mesmo teor de carbono. Atualmente é quase nulo a produção desta categoria de ferro.

1.2.1. Vantagens e Desvantagens

O aço cada vez ganha mais adeptos, não somente em construções de galpões, mas também em residenciais e comerciais, isso acontece pela busca de grandes vãos e grandes balanços, onde cada vez cresce mais. Tem-se como vantagens: o aço é um material isotrópico (PFEIL e PFEIL, 2016), possui as mesmas propriedades físicas em todas as direções; confecção de trabalhos em paralelo, onde enquanto se fazem as fundações, as peças metálicas estão sendo fabricadas; a estrutura de aço pesa seis vezes menos que uma estrutura equivalente de concreto armado⁸; não precisa de tempo de cura; obra limpa e organizada, sem depósitos de cimento, areia, madeira e ferragens, o entulho é reduzido; flexibilidade de reformas, onde é possível incorporar novos elementos metálicos; maior área útil e distância entre vãos, no qual os pilares e as vigas são mais delgadas do que os equivalentes de concreto, ou seja, a área interna aumenta e a distância entre os pilares também; possibilidade de reciclagem, em que o aço tem alto valor de revenda e pode ser derretido para a confecção de outras peças; em virtude do sistema de industrialização, as dimensões das peças em aço são muito precisas e podem ser expressas em milímetros (REBELLO, 2007); com ligações parafusadas, as estruturas de aço podem ser facilmente desmontadas, e ser reutilizadas em

⁷MECÂNICA INDUSTRIAL. Diferenças dos acessórios em ferro fundido e aço forjado. 2016. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/701-diferencas-dos-acessorios-em-ferro-fundido-e-aco-forjado/>>. Acesso em: 22/02/2018.

⁸CANTUSIO NETO, Augusto. **Estruturas Metálicas I**. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAhFg8AJ/emi-estrutura-metalica-i>> Acesso em: 22/02/2018.

outros lugares ou reaproveitadas em novas edificações³; reforço estrutural com facilidade através da soldagem de perfil e chapas em elementos existentes, vigas e pilares, permitindo aumento de carregamento.

Porém existe as desvantagens como: apresenta custo inicial elevado em comparação as estruturas de concreto armado (REBELLO, 2007); no Brasil a utilização de aço em estruturas ainda é pequena; a estrutura de aço necessita de mão-de-obra mais qualificada conseqüentemente mais cara; estão sujeitas ao processo de corrosão, ou seja, diminuição na espessura do elemento estrutural; resistência a altas temperaturas, o aço perde metade de sua resistência ao atingir temperaturas acima de 550⁰C, situação que pode ocorrer o colapso da estrutura; velocidade de execução pode gerar problemas de desembolso, nem todo cliente tá preparado para desembolsar rapidamente de 25 a 30% da obra em curto espaço de tempo.

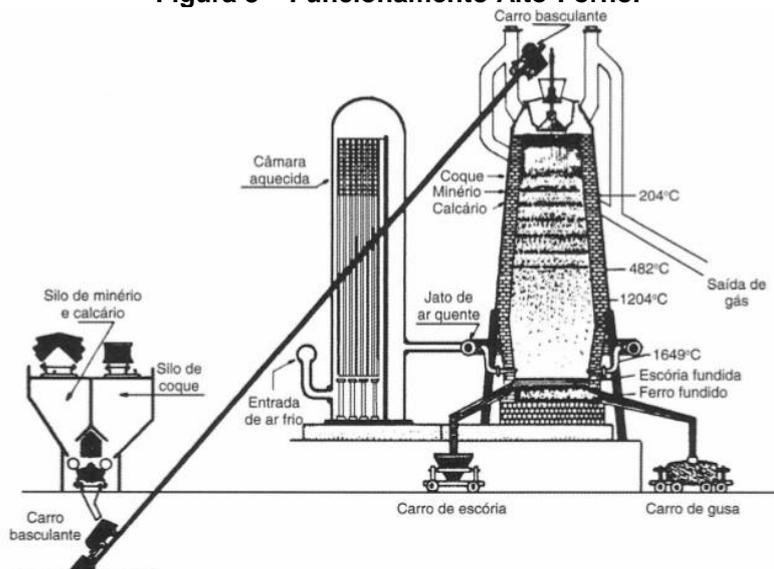
1.2.2. Fabricação

A estrutura em aço é um produto industrializado. Grande parte do seu processo ocorre na fábrica, com alta qualidade de execução, padronização das peças, previsão do sistema de montagem, racionalização de operações e equipamentos, resultando em redução de canteiros e organização na obra⁹. Em casos especiais, as estruturas são pré-montadas na fábrica, de maneira a garantir o perfeito encaixe das peças e confirmar a melhor sequência de montagem.

Existem dois principais processos para a fabricação do aço. O processo mais utilizado consiste na produção de ferro fundido no alto-forno e após refinamento, em que o ferro fundido se transforma em aço no conversor de oxigênio. Outro processo utilizado constitui em fundir sucata de ferro em um forno elétrico cuja energia é fornecida por arcos voltaicos, que consiste em espaços preenchidos por gás no meio de dois eletrodos condutivos, que frequentemente são feitos de carbono, gerando uma temperatura muito alta, capaz de fundir ou vaporizar virtualmente qualquer coisa. Em ambos os processos, o objetivo é o refinamento do ferro fundido, ao qual são adicionados elementos de liga para produzir o aço especificado.

⁹CANTUSIO NETO, Augusto. **Estruturas Metálicas I**. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAhFg8AJ/emi-estrutura-metalica-i>> Acesso em: 22/02/2018.

Figura 3 – Funcionamento Alto-Forno.



Fonte: PFEIL e PFEIL, 2016.

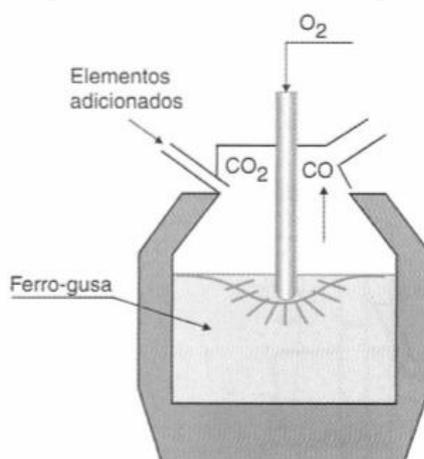
Os metais ferrosos são obtidos por redução dos minérios de ferro nos altos-fornos, conforme mostrado na figura 03. No qual, pela parte superior do alto-forno, são carregados minério, calcário e coque, já na parte inferior do forno, insufla-se ar quente. O coque queima produzindo calor e monóxido de carbono, reduzindo o óxido de ferro a ferro liquefeito, com excesso de carbono e o calcário converte o pó do coque e a ganga (minerais terrosos do minério) em escória fundida. Na parte inferior do forno são drenadas periodicamente a liga ferro-carbono e a escória. O forno funciona continuamente e o seu produto chama-se ferro fundido ou gusa, consoante Pfeil e Pfeil (2016) é uma liga de ferro com alto teor de carbono e diversas impurezas e uma pequena parte da mesma é refundida para se obter ferro fundido comercial, no entanto a maior parcela é transformada em aço.

O refinamento do ferro fundido em aço é feito no conversor de oxigênio, conforme figura 04, e consiste em remover o excesso de carbono e reduzir a quantidade de impurezas a limites prefixados¹⁰, baseando-se na injeção de oxigênio dentro da massa líquida de ferro fundido. O ar injetado queima o carbono na forma de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), em um processo que dura de 15 a 20 minutos e elementos como manganês, silício e fósforo são oxidados e combinados com cal e óxido de ferro, formando a escória que sobrenada o aço

¹⁰CANTUSIO NETO, Augusto. **Estruturas Metálicas I**. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhFg8AJ/emi-estrutura-metalica-i>> Acesso em: 22/02/2018.

liquefeito. O aço líquido é analisado, podendo modificar-se a mistura até se obter a composição desejada, obtendo o aço de qualidade uniforme e no fim, quando as reações estão acabadas, o produto é lançado numa panela, e a escória é descarregada em outro recipiente.

Figura 4 – Conversor de oxigênio.



Fonte: PFEIL e PFEIL, 2016.

Após o refinamento, é posto numa panela e o aço líquido é superaquecido absorvendo gases da atmosfera e oxigênio da escória. O gás é expelido lentamente com o resfriamento da massa líquida, porém, ao se aproximar da temperatura de solidificação, o aço ferve e os gases escapam rapidamente, formando grandes vazios no aço. Para que isso não ocorra, são adicionados elementos como alumínio e silício na panela, em um processo conhecido como degaseificação. Seguidamente, grande parte dos óxidos insolúveis formados deve ser removida para não prejudicar as características mecânicas do aço. Este processo é conhecido como refinamento.

Da panela, o aço fundido é descarregado nas lingoteiras (fôrmas metálicas especiais permitindo a confecção de blocos, denominados lingotes). Passado o tempo necessário de repouso, os carros das lingoteiras são transferidos para a seção de desmoldagem, onde os lingotes são extraídos e colocados em vagões especiais, para transporte até os fornos de regularização de temperatura, preparatórios da laminação. Nas usinas mais modernas possuem instalações de lingoteamento contínuo, onde os lingotes são moldados continuamente, chegando aos laminadores em forma de placas com seção retangular ou tarugos, cortadas em segmentos de comprimento adequado, por meio de maçaricos.

Os tratamentos térmicos são recursos auxiliares utilizados para melhorar as propriedades dos aços, sendo dividido em dois grupos: tratamentos destinados principalmente a reduzir tensões internas provocadas por laminação, normalização, recozimento; e tratamentos destinados a modificar a estrutura cristalina, com alteração da resistência e de outras propriedades, como têmpera e revenido.

1.2.3. Propriedades do Aço

Segundo a NBR 8800¹¹, são adotadas as características mecânicas:

- Módulo de deformação longitudinal ou módulo de elasticidade $E=200.000$ Mpa
- Coeficiente de Poisson $\nu = 0.3$
- Coeficiente de dilatação térmica $\beta = 12 \times 10^{-6}$ por °C
- Massa específica $\rho_a = 7850$ kg/m³
- Tensão de escoamento do aço $F_y=2.500$ Kgf/cm²

a) Ductilidade

É a capacidade de o material se deformar sob a ação das cargas¹². Os aços dúcteis, quando sujeitos a tensões locais elevadas sofrem deformações plásticas capazes de redistribuir as tensões. Esse comportamento plástico permite, por exemplo, que se considere numa ligação parafusada distribuição uniforme da carga entre parafusos. Além disso, a ductilidade tem importância porque conduz a mecanismos de ruptura acompanhados de grandes deformações que fornecem avisos da atuação de cargas elevadas, sendo uma das características mais importantes. As especificações de ensaios de materiais metálicos estabelecem valores mínimos de alongação unitária na ruptura para as diversas categorias de aços.

b) Fragilidade

¹¹ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

¹² MOREIRA, Livio. Et al. Estruturas Metálicas I. 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgue0AI/estruturas-metalicas-i>> Acesso em: 22/02/2018.

É o oposto da ductilidade. Os aços podem se tornar frágeis pela ação de diversos agentes: baixas temperaturas ambientes efeitos térmicos locais causados. O material é classificado como frágil, quando submetido a ensaio de tração não apresenta deformação plástica, passando da deformação elástica para o rompimento (MALCONIAN, 2007), rompendo bruscamente, sem aviso prévio, por isso é bom o estudo sobre o material.

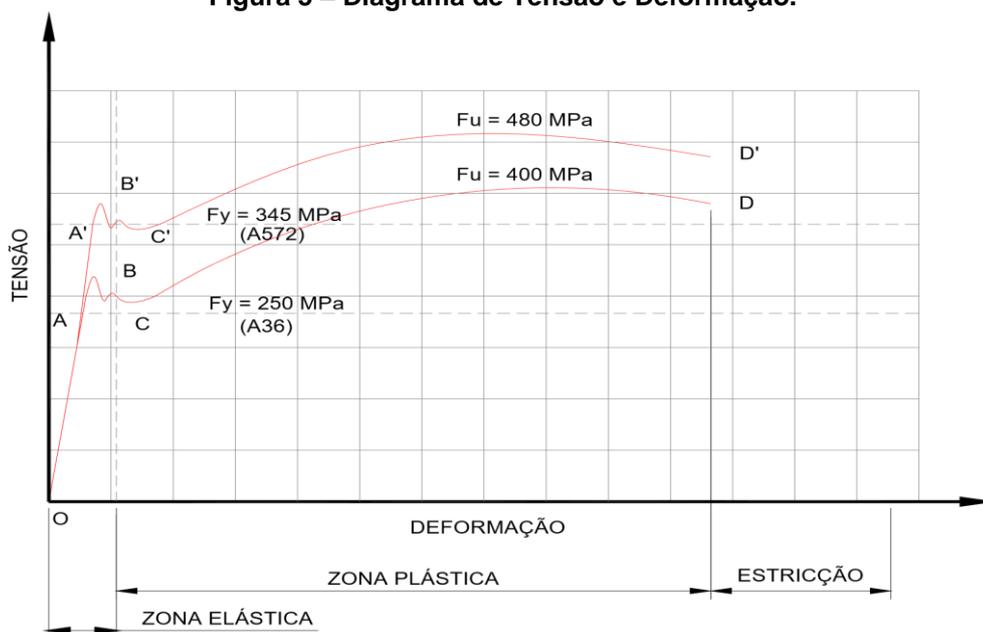
O comportamento frágil é analisado sob dois aspectos: iniciação da fratura e sua propagação. A iniciação ocorre quando uma tensão ou deformação unitária elevada se desenvolve num ponto onde o material perdeu ductilidade. As tensões elevadas podem resultar de tensões residuais, concentração de tensões, efeitos dinâmicos etc. A falta de ductilidade pode originar-se de temperatura baixa, estado triaxial de tensões, efeito de encruamento, fragilização por hidrogênio etc. Uma vez iniciada, a fratura se propaga pelo material, mesmo em tensões moderadas.

c) Resiliência e Tenacidade

Estas duas propriedades se relacionam com a capacidade do metal de absorver energia mecânica. Elas podem ser definidas com auxílio dos diagramas tensão-deformação. Resiliência é a capacidade de absorver energia mecânica em regime elástico, ou, o que é equivalente, a capacidade de restituir energia mecânica absorvida¹³. Denomina-se módulo de resiliência ou simplesmente resiliência a quantidade de energia elástica que pode ser absorvida por unidade de volume do metal tracionado.

¹³CANTUSIO NETO, Augusto. Estruturas Metálicas I. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAhFg8AJ/emi-estrutura-metalica-i>> Acesso em: 22/02/2018.

Figura 5 – Diagrama de Tensão e Deformação.



Fonte: CANTUSIO NETO, 2008.

Tenacidade é a energia total, elástica e plástica que o material pode absorver por unidade de volume até a sua ruptura. Em tração simples, a tenacidade é representada pela área total do diagrama σ , ϵ . Na prática, mensura-se a tenacidade em um estado de tensões mais complexo, por exemplo, o estado triaxial junto à raiz de uma entendação. Para fins comparativos, esses ensaios devem ser padronizados.

d) Dureza

A resistência ao risco ou abrasão é a dureza (PFEIL e PFEIL, 2016). Na prática verifica-se dureza pela resistência que a superfície do material oferece à penetração de uma peça de maior dureza. As relações físicas entre dureza e resistência foram estabelecidas experimentalmente de modo que o ensaio de dureza é um meio expedito de verificar a resistência do aço.

e) Efeito de Temperatura Elevada

As temperaturas elevadas modificam as propriedades físicas do aço. As temperaturas superiores a 100°C tendem a eliminar o limite de escoamento bem

definido, tornando o diagrama σ, ϵ arredondado. As temperaturas elevadas, acima de 250 a 300°C, provocam também fluência nos aços.

f) Fadiga

Segundo Pfeil e Pfeil (2016) quando as peças metálicas trabalham sob efeito de esforços repetidos em grande número, pode haver ruptura em tensões inferiores às obtidas em ensaios estáticos. Esse efeito denomina-se fadiga do material. A resistência à fadiga é geralmente determinante no dimensionamento de peças sob ação de efeitos dinâmicos importantes, tais como peças de máquinas, de pontes etc. A resistência à fadiga das peças é fortemente diminuída nos pontos de concentração de tensões, provocadas, por exemplo, por variações bruscas na forma da seção, entendações devidas à corrosão etc.

As uniões por solda provocam modificação na estrutura cristalina do aço junto à solda, bem como concentrações de tensões, com a consequente redução da resistência à fadiga nesses pontos. A ocorrência de fadiga é caracterizada pelo aparecimento de fraturas que se propagam com a repetição do carregamento. Em geral, essas fraturas se iniciam nos pontos de concentração de tensões já mencionados.

g) Corrosão

Denomina-se corrosão o processo de reação do aço com alguns elementos presentes no ambiente em que se encontra exposto, sendo o produto desta reação muito similar ao minério de ferro. A corrosão promove a perda de seção das peças de aço, podendo se constituir em causa principal de colapso. A proteção contra corrosão dos aços expostos ao ar é usualmente feita por pintura ou por galvanização. A vida útil da estrutura de aço protegida por pintura depende dos procedimentos adotados para sua execução nas etapas de limpeza das superfícies, especificação da tinta e sua aplicação. Em geral, as peças metálicas recebem uma ou duas demãos de tinta de fundo (primer) após a limpeza e antes de se iniciar a fabricação em oficina, e posteriormente são aplicadas uma ou duas demãos da tinta de acabamento.

De acordo Rebello (2007) a galvanização consiste na adição, por imersão, de uma camada de zinco às superfícies de aço, após a adequada limpeza das mesmas. O zinco possui a característica de oxidar mais rápido que o ferro. Assim, se em uma placa de ferro galvanizado ocorrer uma rachadura ou deslocamento, deixando o ferro exposto, o zinco irá oxidar mais rápido que o ferro. Então, enquanto houver zinco, o ferro não será oxidado. Alternativamente, a adição de cobre na composição química do aço aumenta sua resistência à corrosão atmosférica. O aço resistente à corrosão, ao ser exposto ao ar, desenvolve uma película (pátina) produzida pela própria corrosão, que se transforma em uma barreira reduzindo a evolução do processo. Algumas providências adotadas no projeto contribuem para o aumento da vida útil da estrutura de aço exposto ao ar, tais como evitar pontos de umidade e sujeira, promover a drenagem e aeração e evitar pontos inacessíveis à manutenção e pintura. Deve-se também evitar o contato entre metais diferentes (por exemplo, aço e alumínio), intercalando entre eles um isolante elétrico.

1.2.4. Ações do Vento Sobre o Aço

Na construção civil, poderíamos notar que a natureza afeta de forma significativa as edificações projetadas. Fatores como solo, sol, chuva, maresia, vento estão diretamente ligados à edificação. Portanto, seu efeito em edifícios deve ser sempre considerado, devendo o mesmo ser avaliado desde o início da concepção da estrutura, conseqüentemente acidentes causados pelo vento não seriam tão devastadores. Ensaios em túneis de vento mostram que o máximo de sucção média aparece em coberturas com inclinação entre 8° e 12°, para certas proporções da construção, exatamente as inclinações de uso corrente na arquitetura em um grande número de construções.

As ações do vento podem ser causadas por alguns elementos naturais, como: tornados e furacões. Mesmo que as previsões climáticas, divulgadas pelos veículos de comunicações, trabalhem para antecipar o alerta, há casos excepcionais que nem sempre conseguem. Os tornados e os furacões são muito perigosos, sua força devastadora é gigante, podem acabar com estados e cidades em minutos e não há o que fazer contra tamanha destruição.

No entanto, nem sempre os desastres causados pela ação do vento são de fato originados apenas por esse fator. Algumas vezes o real motivo causador dos

acidentes, onde não são acidentes e sim falhas humanas associadas à ação do vento, podem ser causados por falta de atenção na execução ou elaboração do projeto de: ancoragens de terças; contraventamento de estruturas de cobertura; fundações e paredes inadequadas; deformabilidade excessiva da edificação.

É importante definir alguns dos aspectos que regem as forças devidas ao vento. O vento é produzido por diferenças de temperatura de massas de ar na atmosfera, o caso mais fácil de identificar é quando uma frente fria chega na área e choca-se com o ar quente produzindo vento, esse tipo de fenômeno pode ser observado antes do início de uma chuva. Define-se o termo barlavento com sendo a região de onde sopra o vento (em relação a edificação), e sotavento a região oposta àquela de onde sopra o vento (Figura 06). Quando o vento sopra sobre uma superfície existe uma sobrepressão (sinal positivo), porém em alguns casos pode acontecer o contrário, ou seja, existir sucção (sinal negativo) sobre a superfície. O vento sempre atua perpendicularmente a superfície que obstrui sua passagem (Figura 09).

Figura 6 – Ação externa do vento em edificações

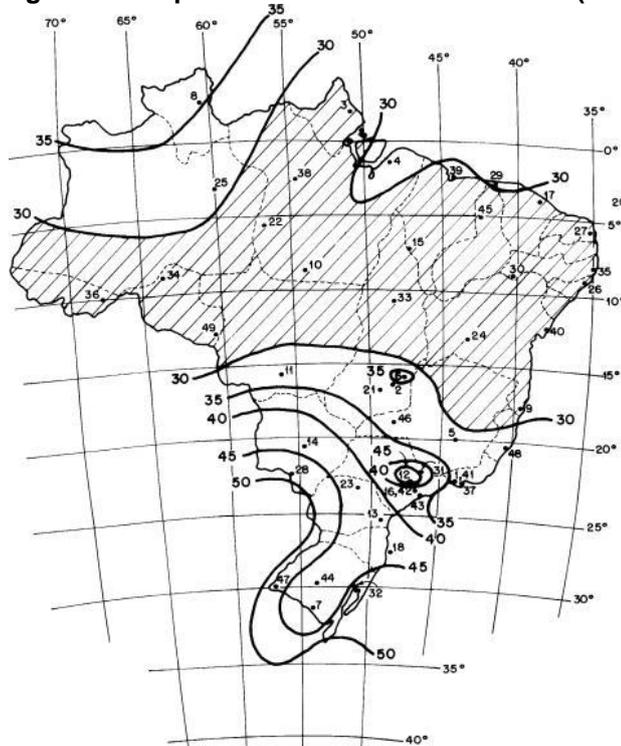


Fonte: SOUZA, 2016.

Com base na Norma Brasileira NBR-6123:1988, a velocidade básica do vento, V_0 , é a velocidade de uma rajada de três segundos, excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 metros acima do terreno, em campo aberto e plano. Essas velocidades foram processadas estatisticamente, com base nos valores de velocidades máximas anuais medidas em cerca de 49 cidades brasileiras. A NBR6123 desprezou velocidades inferiores a 30 m/s. Considera-se que o vento pode atuar em qualquer direção e no sentido horizontal. A Norma coloca à disposição valores de velocidades básicas, da região brasileira, na forma de "Isopletas" (Figura 07). Onde são determinados: o fator topográfico; o fator de

rugosidade, dimensões da edificação e altura do terreno; o fator estatístico; os coeficientes de arrasto em vento de baixa ou alta turbulência.

Figura 7 – Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s)



Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

a) Cálculo das ações do vento na edificação

Segundo a Norma Brasileira NBR-6123:1988 a velocidade característica V_k : é a velocidade usada em projeto, sendo que são considerados os fatores topográficos (S_1), influência da rugosidade (obstáculos no entorno da edificação) e dimensões da edificação (S_2) e o fator de uso da edificação (que considera a vida útil e o tipo de uso). A velocidade característica pode ser expressa como:

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

Onde:

- V_0 : velocidade básica;
- S_1 : fator topográfico;
- S_2 : fator de rugosidade e dimensões da edificação;
- S_3 : fator estatístico.

b) Fator topográfico

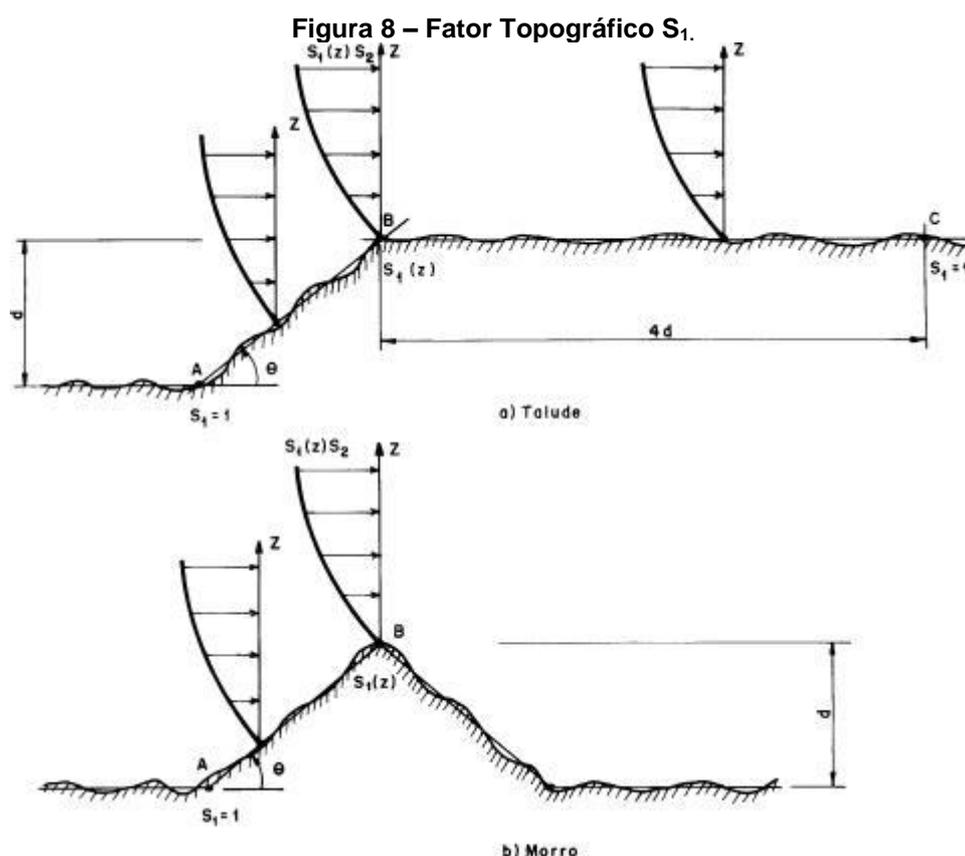
Este fator leva em consideração o aumento ou a diminuição da velocidade básica de acordo com a topografia do terreno (figura 08).

A NBR-6123:1988 considera as três seguintes situações:

Tabela 1 – Fator Topográfico - S_1 .

Situação	Tipologia de Terreno	Fator S_1
A	Terreno plano ou pouco ondulado	1,0
B	Taludes e morros	Depende do ângulo de inclinação do talude
C	Vales profundo protegidos do vento	0,9

Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.



Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

c) Fator rugosidade do terreno

Para determinação do fator S_2 são consideradas a rugosidade média geral do terreno e a dimensão da edificação. É determinado definindo uma

categoria, rugosidade do terreno (Tabela 02) e uma classe de acordo com as dimensões da edificação (Tabela 03). As categorias são definidas, de acordo com a NBR6123.

Tabela 2 – Definição de categorias para determinação do coeficiente S_2 .

Categoria	Descrição do ambiente
I	Mar calmo, lagos, rios, pântanos
II	Campos de aviação, fazendas
III	Casas de campo, fazendas com muros, subúrbios, com altura média dos obstáculos de 3,0m
IV	Cidades pequenas, subúrbios densamente construídos, áreas industriais desenvolvidas, com muros, subúrbios, com altura média dos obstáculos de 10,0m
V	Florestas com árvores altas, centros de grandes cidades, com altura média igual ou superior a 25,0m

Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

Tabela 3 – Definição de classes de edificação para determinação de S_2

Classe	Descrição
A	Maior dimensão da superfície frontal menor ou igual a 20 metros
B	Maior dimensão da superfície frontal entre 20 e 50 metros
C	Maior dimensão da superfície frontal que 50 metros

Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

O cálculo de S_2 é expresso por:

$$S_2 = b \times Fr \left(\frac{z}{10} \right)^p$$

Onde:

- z: é a altura total da edificação (no caso, a cumeeira)
- b, Fr e p: são parâmetros obtidos na tabela 04.

Tabela 4 – Parâmetros meteorológicos.

Categoria	Zg	Parâmetros	Classes		
	(m)		A	B	C
I	250	B	1,10	1,11	1,12
		P	0,06	0,065	0,07
II	300	B	1,00	1,00	1,00
		Fr	1,00	0,98	0,95
		P	0,085	0,09	0,10
III	350	B	0,94	0,94	0,93
		P	0,10	0,105	0,115
IV	420	B	0,86	0,85	0,84
		P	0,12	0,125	0,135
V	500	B	0,74	0,73	0,71
		P	0,15	0,16	0,175

Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

d) S3 - Fator Estatístico

De acordo com a NBR-6123, o Fator Estatístico S_3 é baseado em conceitos estatísticos e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação.

Tabela 5 – Valores mínimos para o coeficiente S_3 .

Grupo	Descrição	S_3
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

Fonte: NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.

Tendo assim definido os parâmetros V_0 , S_1 , S_2 , S_3 é possível determinar a velocidade característica V_k .

A pressão dinâmica ou de obstrução do vento, em condições normais de pressão (1 Atm = 101320MPa) e temperatura a 15⁰, é dada pela expressão:

$$q = 0,613 \times V_k^2 \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

1.3 LIGHT STEEL FRAME

O Light Steel Frame (LSF), assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, tendo como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio sendo empregados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes. Por ser um sistema industrializado, possibilita construção a seco com grande rapidez de execução.

Segundo Crasto (2005) a expressão “light steel frame”, do inglês, “light = leve”, “steel = aço” e “frame” (Dicionário Michaelis, 1987), podemos defini-la como o processo pelo qual se compõe um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dão forma a ela. Assim, o sistema LSF não se resume apenas à sua estrutura como um sistema destinado à construção de edificações, ele é formado por vários componentes, como o estrutural, fundação, isolamento termoacústico, de fechamento interno e externo, e de instalações elétricas e hidráulicas (figura 09).

Figura 9 – Estrutura de residência em Light Steel Frame.



Fonte: CRASTO, 2005.

Para cumprir com as funções na qual foi projetado e construído, é necessária relação dos componentes e os materiais utilizados estejam adequados (CRASTO, 2005). Deste modo, a escolha dos materiais e da mão de obra é essencial para a velocidade de construção e para o desempenho. Apesar de ser considerada uma tecnologia nova, a origem do Light Steel Frame remonta ao início do século XIX. Na verdade, historicamente, inicia-se com as habitações em madeira,

construídas pelos colonizadores no território americano. Para atender ao crescimento da população, foi necessário empregar métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações, utilizando os materiais disponíveis na região; no caso, a madeira.

Surgiu nos Estados Unidos por volta do século XIX (PEDROSO *at al*, 2014), com a “marcha para o Oeste” que foi um movimento em busca de conquista de território americano, gerando um grande aumento da população. Com isto os americanos buscaram soluções para o problema habitacional, de maneira prática, rápida, de baixo custo e de fácil acesso de materiais que estavam disponíveis no local. Com o aumento da exploração das florestas e conseqüentemente as indústrias madeireiras foram vetadas do desmatamento, passaram a utilizar madeira de baixo custo fazendo com que a qualidade caísse deste modo a madeira passou a ser substituída, passando a ser utilizado o aço, isto ocorreu em meados de 1980.

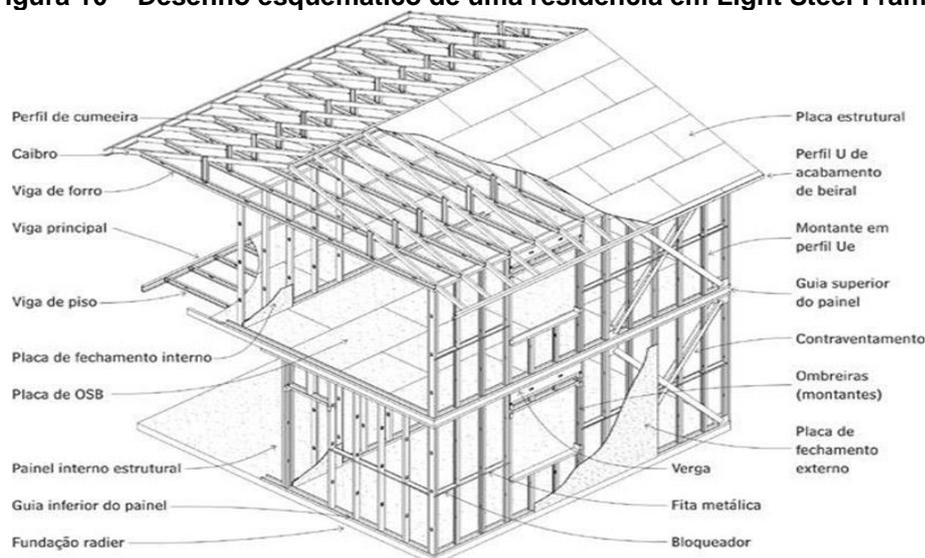
A partir deste momento as construções em madeira, conhecidas como “wood frame”, tornou a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos (CRASTO, 2005). Aproximadamente um século mais tarde, em 1933, com o grande desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, foi lançado, na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em Light Steel Frame que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira. O crescimento da economia americana e a abundância na produção de aço no período pós-Segunda Guerra Mundial possibilitaram a evolução nos processos de fabricação de perfis formados a frio, e o uso dos perfis de aço substituindo os de madeira passou a ser vantajoso devido à maior resistência e eficiência estrutural do aço, e à capacidade de a estrutura resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões. Na década de 1990, as variações no preço e na qualidade da madeira para a construção civil estimularam o uso do aço nas construções residenciais.

No Japão, consoante Crasto (2005), as primeiras construções em LSF começaram a aparecer após a Segunda Guerra Mundial, quando foi necessária a reconstrução de quatro milhões de casas destruídas por bombardeios. A madeira, material usado na estrutura das casas, havia sido um fator agravante nos incêndios expandidos durante os ataques. Assim, o governo japonês restringiu seu uso em construções autoportantes, a fim de proteger os recursos florestais que poderiam ser exauridos e para promover construções não inflamáveis. A indústria do aço japonesa, vendo nessas restrições um nicho de mercado, começou a produzir perfis

leves de aço para a construção como um substituto aos produtos estruturais de madeira. Como consequência, o Japão apresenta um mercado e uma indústria altamente desenvolvidos na área de construção em perfis leves de aço.

Apesar do Light Steel Frame ser um sistema construtivo bastante empregado em países predominantemente industrializada na construção civil, no Brasil, onde prevalece o método artesanal, ainda é pouco conhecido. Assim, em um primeiro momento, para ajudar a visualizar o LSF, podemos recorrer ao “drywall”, que é amplamente utilizado em vedações internas no Brasil e, apesar de não ter função estrutural, utiliza perfis galvanizados para compor um esqueleto onde são fixadas as placas para fechamento. A semelhança acaba neste ponto, já que o LSF, como foi definido anteriormente, é um sistema muito mais amplo, capaz de integrar todos os componentes necessários à construção de uma edificação. Basicamente, a estrutura em Light Steel Frame é composta de paredes, pisos e cobertura (figura 10). Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura.

Figura 10 – Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Frame.



Fonte: CRASTO, 2005.

As paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis estruturais ou autoportantes e são compostos por grande quantidade de perfis galvanizados muito leves denominados montantes, que são separados entre si 400 ou 600 mm (CRASTO, 2005). Esta dimensão é definida de acordo com o cálculo estrutural, e determina a modulação do projeto. A modulação otimiza custos e mão-

de-obra na medida que se padronizam os componentes estruturais, os de fechamento, placas cimentícias ou placas de OSB (*oriented strand board*), e de revestimento. Os painéis têm a função de distribuir uniformemente as cargas e encaminhá-las até o solo.

Os pisos, partindo do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados, dispostos na horizontal e obedecem à mesma modulação dos montantes (CRASTO, 2005). Esses perfis compõem as vigas de piso, servindo de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso. As vigas de piso estão apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos montantes, dando origem ao conceito de estrutura alinhada ou "*in-line frame*". Essa disposição permite garantir que predomine esforços axiais nos elementos da estrutura.

Consoante Crasto (2005), as ligações por parafusos são mais eficientes por serem executadas tanto no canteiro como em fábricas, e por permitirem a ligação entre vários tipos de componentes da edificação. Sendo os parafusos autoatarrachantes e autoperfurantes são os tipos de conexão mais utilizados em construções com LSF. Os utilizados em LSF são em aço carbono com tratamento cementado e temperado, e recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada.

Independente da tipologia adotada, desde da coberta plana até telhados mais elaborados (CRASTO, 2005), a versatilidade do Steel Frame possibilita ao arquiteto liberdade. Se tratando de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional com o uso de tesouras, porém substituindo o madeiramento por perfis galvanizados. As telhas utilizadas para a cobertura podem ser cerâmicas, metálicas, de cimento reforçado por fios sintéticos ou de concreto ou uso de telhas "shingles", que são compostas de material asfáltico.

1.3.1. Vantagens e desvantagens

As principais vantagens no uso do sistema Light Steel Frame em edificações são:

- Os produtos que constituem o sistema são padronizados de tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, onde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação,

suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;

- Possui um grande desempenho na questão acústica e térmica, sendo obtido a partir da combinação dos produtos de isolamento e revestimento entre as placas de paredes, e o forro revestido de lã, cerca de duas a três vezes superiores ao desempenho da alvenaria convencional, podendo ser utilizado vidro, rocha ou poliéster (PEDROSO *et al*, 2014);

- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio já que são largamente utilizados pela indústria (CRASTO, 2005);

- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura;

- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;

- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;

- Construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício;

- Os custos de energia para o aquecimento ou refrigeração do imóvel são muito inferiores comparados ao sistema convencional, ou seja, a casa permanecera mais tempo na mesma temperatura desejada, pagando um valor menor na conta de luz. Considerando que nosso país é extenso e tem uma diversidade de temperaturas, algumas regiões podem ser muito beneficiadas com esta forma construtiva (PEDROSO *et al*, 2014);

- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;

- Facilidade na execução das ligações;

- Rapidez de construção, podendo chegar a 1/3 comparado a métodos tradicionais;

- O aço é um material incombustível;

- O aço é 100% reciclável (CRASTO, 2005);

- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

Como toda forma de construção possui seus pontos positivos e negativos, o sistema Light Steel Frame não se diferencia dos demais. As principais desvantagens são:

- Algumas pessoas acreditam que as construções em Light Steel frame são frágeis. Países com elevados riscos sísmicos empregam os sistemas a seco devido a elevada resistência que os perfis metálicos, reforçados por revestimentos estruturais, possuem.
- Falta mão de obra, sendo um sistema extremamente calculado, não permite erros e desperdícios, diferenciando na alvenaria, levando a falta de mão de obra especializada.
- Outro receio é de uma possível dificuldade na obtenção de peças e equipamentos no momento necessário para reparos.
- A obra por ser leve, possui um número máximo de andares, não podendo ultrapassar de cinco (PEDROSO *et al*, 2014).
- Usando um material frágil como revestimento no interior da edificação, a parede e a estrutura pode ser danificada ao pendurar objetos muito pesados.
- Por ser um sistema oriundo do exterior, alguns componentes tendem a ter custos mais elevados.

1.3.2. Tipo de perfis

Segundo Crasto (2005) os perfis típicos para o uso em Steel Frame geralmente são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado. As massas mínimas de revestimento são apresentadas na tabela 06. A espessura da chapa varia entre 0,80 até 3,0 mm (NBR-15253: 2005¹⁴). As seções mais comuns nas edificações em Light Steel Frame são as com formato em “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, e em “U”, que é usado como guia na base e no topo dos painéis.

¹⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Tabela 6 – Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais.

Tipo de revestimento.	Perfis estruturais		Perfis não-estruturais	
	Massa mínima do revestimento ¹ g/m ²	Designação do revestimento conforme normas	Massa mínima do revestimento 1 g/m ²	Designação do revestimento conforme normas
Zincado por imersão a quente	180	Z180 (NBR 7008)	100	Z 100 (NBR 7008)
Zincado por eletrodeposição	180	90/90 (NBR 14964)	100	50/50 (NBR 14964)
Alumínio-zinco por imersão a quente	150	AZ150 (NM 86)	100	AZ100 (NM86)
1) A massa mínima refere-se ao total nas duas faces (média do ensaio triplo) e sua determinação deve ser conforme a NM 278				

Fonte: NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais.

A Tabela 07 apresenta as seções transversais dos perfis utilizados e suas aplicações. A seção do perfil U (guia) possui alma (bw) e mesa (bf), que também pode ser chamada de flange ou aba, mas não possui a borda (D) que está presente no montante, permitindo o encaixe deste na guia. As guias não devem transmitir nem absorver os esforços, sendo isso feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura.

As dimensões da alma dos perfis Ue variam geralmente de 90 a 300 mm (medidas externas) (CRASTO, 2005). Os perfis U apresentam a largura da alma maior que a do perfil Ue, a fim de permitir o encaixe deste no perfil guia ou U. No Brasil, as dimensões comercializadas são 90, 140 e 200 mm. As mesas podem variar de 35 a 40 mm, dependendo do fabricante e do tipo de perfil. Os outros perfis que podem ser necessários para estruturas de LSF são tiras planas, cantoneiras e cartolas. Tiras ou fitas, que vêm em uma variedade de larguras, são tipicamente utilizadas para estabilização dos painéis e formação de ligações. As cantoneiras são normalmente usadas em conexões de elementos onde um perfil Ue não é adequado, e o cartola é comumente empregado como ripas de telhado. Além da espessura (tn), a resistência de um perfil de aço depende da dimensão, forma e limite de elasticidade do aço.

Tabela 7 – Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Litgh Steel Frame e suas respectivas aplicações.

Seção transversal	Série designação	Utilização
	<p>U simples U $b_w \times b_f \times t_n$</p>	<p>Guia, ripa, bloqueador, sanefa.</p>
	<p>U enrijecido Ue $b_w \times b_f \times d \times t_n$</p>	<p>Bloqueador, enrijecedor de alma, montante, verga, viga.</p>
	<p>Cartola Cr $b_w \times b_f \times d \times t_n$</p>	<p>Ripa.</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais L $b_f1 \times b_f2 \times t_n$</p>	<p>Cantoneira.</p>

Fonte: NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais.

1.3.3. Métodos de construção

a) Método “Stick”

Os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montados no local (figura 11). Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais subsistemas são instalados posteriormente a montagem da estrutura (CRASTO, 2005). Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável. As vantagens desse método construtivo são: não há a necessidade de o construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema; facilidade de transporte das peças até o canteiro; as ligações dos elementos são de fácil

execução. Como desvantagens pode ser citado: montagem muito mais lenta; e requer mão-de-obra mais especializada no canteiro se comparado ao método por painéis.

Figura 11 – Light Steel Frame montado pelo método “stick”.



Fonte: CRASTO, 2005.

b) Método por Painéis

Painéis estruturais ou não estruturais, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local (figura 12). Alguns materiais de acabamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção. Os painéis e subsistemas são conectados no local usando as técnicas convencionais (parafusos autobrocantes e autoatarrachantes). Consoante Crasto (2005), as principais vantagens são: velocidade de montagem; alto controle de qualidade na produção dos sistemas; minimização do trabalho na obra; aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica. A desvantagem desse método é que o construtor necessita de um ambiente apropriado como uma oficina para a confecção dos componentes.

Figura 12 – Elementos estruturais como tesouras.

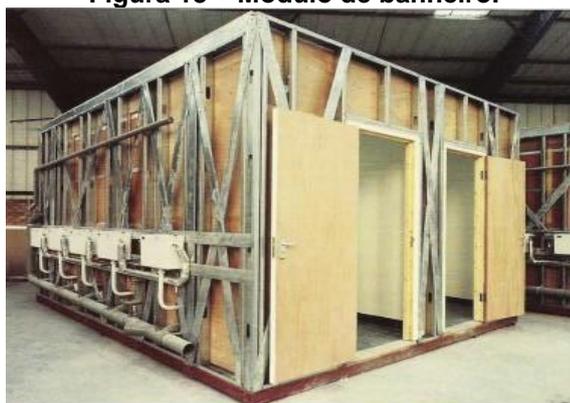


Fonte: CRASTO, 2005.

c) Construção Modular

Para Crasto (2005) as construções modulares são unidades completamente pré-fabricadas na indústria e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas, etc. As unidades podem ser estocadas lado a lado, ou uma sobre as outras já na forma da construção final. Exemplo muito comum desse tipo de construção são os módulos de banheiros para obras comerciais ou residenciais de grande porte (figura 13).

Figura 13 – Módulo de banheiro.



Fonte: CRASTO, 2005.

d) “Balloon Frame” e “platform”

De acordo com Crasto (2005) a construção tipo “Stick” ou por painéis podem ser montadas na forma “balloon” ou “platform”. Na construção “balloon” a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis são geralmente

muito grandes e vão além de um pavimento. Já na construção “platform”, pisos e paredes são construídos sequencialmente um pavimento a cada vez, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As cargas de piso são descarregadas axialmente aos montantes.

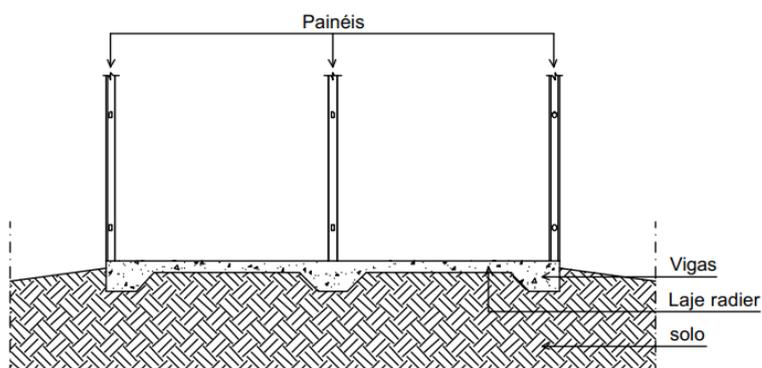
1.3.4. Fundação

Por ser muito leve, a estrutura de Steel Frame e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções. Segundo afirma Trebilcock (1994), um painel estrutural pesa apenas 20% de uma parede equivalente em blocos. Todavia, como a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais (CRASTO, 2005), a fundação deverá ser contínua suportando os painéis em toda a sua extensão. A escolha do tipo de fundação vai depender além da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade de solo firme. Essas informações são obtidas através da sondagem do terreno.

a) Laje Radier

A laje radier (figura 13) é um tipo de fundação rasa que funciona como uma laje e transmite as cargas da estrutura para o terreno. Os componentes estruturais fundamentais do radier são a laje contínua de concreto e as vigas no perímetro da laje e sob as paredes estruturais ou colunas e onde mais for necessário para fornecer rigidez no plano da fundação (CRASTO, 2005). Segundo Hass e Martins (apud TECHNE, 2008) o sistema steel frame geralmente é montado sobre uma fundação tipo radier; executada sobre isolamento hidrófobo e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas.

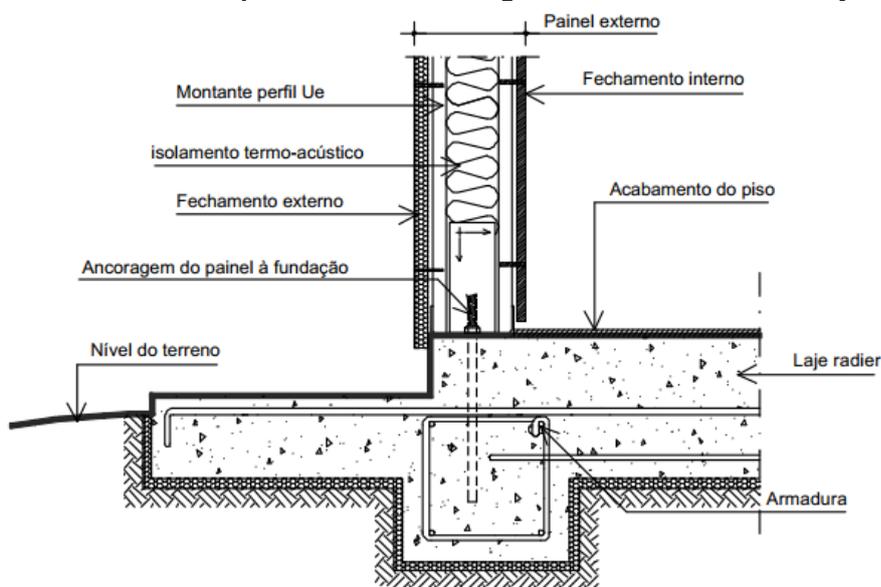
Figura 14 – Corte esquemático de uma laje radier



Fonte: CRASTO, 2005.

A fundação tipo radier é a mais utilizada (figura 14), porém serão necessários cálculos estruturais para indicar a fundação mais adequada para aquele solo e o seu procedimento de execução deve observar algumas condições, como por exemplo: evitando a umidade do solo ou infiltração de água na construção, prever o nível do contrapiso à no mínimo 15 cm de altura do solo; nas calçadas ao redor da construção, garagens e terraços, possibilitar o escoamento da água através de uma inclinação de pelo menos 5%.

Figura 15 – Detalhe esquemático de ancoragem de estrutural à uma laje radier.



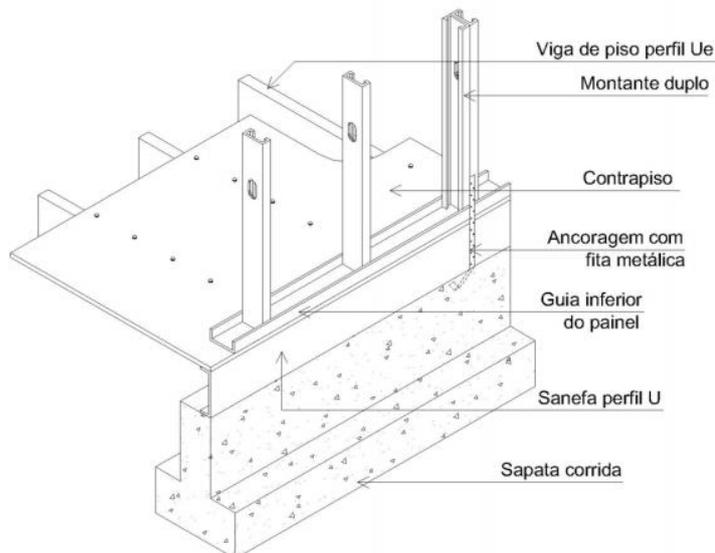
Fonte: CRASTO, 2005.

b) Sapata Corrida ou Viga Baldrame

A sapata corrida é um tipo de fundação indicada para construções com paredes portantes, onde a distribuição da carga é contínua ao longo das paredes.

Segundo Crasto (2005) constitui-se de vigas que podem ser de concreto armado, de blocos de concreto ou alvenaria que são locados sob os painéis estruturais. O contrapiso desse tipo de fundação é obtido por meio de perfis galvanizados que apoiados sobre a fundação constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contrapiso (Figura 15).

Figura 16 – Corte detalhado de fundação sapata corrida



Fonte: CRASTO, 2005.

1.4 EDUCAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

1.4.1. Educação e Arquitetura

A arquitetura escolar deve estar inserida no contexto social, dialogando com o entorno e propondo usos variados para o ensino. A arquitetura deve ser parte integrante da metodologia pedagógica usada no ambiente de ensino. Segundo Avanzo (2015) há uma relação entre educação e arquitetura na medida em que a estrutura física determina as atividades dos processos educativos e interfere no dia a dia dessas atividades, o que de acordo com Sales (2005), faz com que a arquitetura se configure como uma espécie de currículo invisível e tanto pode propiciar quanto dificultar os processos educativos, pois embora não seja identificada de imediato como um fator determinante, interfere no dia a dia das atividades educativas.

Considerando que haja uma linguagem arquitetônica, onde a arquitetura é capaz de comunicar, transmitir mensagens e produzir sensações, no ambiente educacional é preciso considerar que a arquitetura é um elemento do currículo invisível na construção do espaço de ensino e aprendizagem e isso é condição necessária na busca por compreender a relação entre arquitetura e educação no contexto atual.

O espaço é retrato da relação pedagógica. Nele é que o nosso conviver vai sendo registrado, marcando nossas descobertas, nosso crescimento, nossas dúvidas. O espaço é retrato da relação pedagógica porque registra, concretamente, através de sua arrumação (dos móveis...) e organização (dos materiais...) a nossa maneira de viver esta relação. (FREIRE, 1994, p. 96)

De acordo com Avanzo (2015) a construção de um ambiente não determina exclusivamente o seu uso. Muitas vezes, a ocupação de um espaço se dá de maneira distinta do que se tinha projetado e diversos fatores levam a essa utilização. O mobiliário, o conforto termo acústico, a localização, e os usuários do local, são elementos que levam ou não a apropriação do local. Por isso é de suma importância que os espaços projetados atendam, senão todas, as principais demandas dos usuários.

1.4.2. Educação Superior e Arquitetura: Histórico Desta Relação

A educação superior tem seu início no Brasil no ano de 1808 (TEIXEIRA,2010), no reinado de D. Maria I, pelo príncipe regente D. João. O início foi bem precário e o curso se limitava ao ensino de cirurgia. Essas primeiras faculdades não tinham estrutura, eram extremamente simples e o ensino era dado em locais improvisados.

A demanda por espaço foi crescendo, novos cursos surgiram e a necessidade de se ter um local próprio para o ensino superior ficou perceptível. A antiga Faculdade de Direito de São Paulo por exemplo, foi instalada em 1827 no antigo Convento de São Francisco (AVANZO apud CUNHA,2007). Outras faculdades foram se adequando e instalaram-se em locais já consolidados.

Os cursos de ensino superior sofrem grande expansão no Brasil República e entre 1891 e 1910 já haviam 27 instituições. É escassa as informações a respeito da arquitetura das primeiras universidades. Porém registros antigos mostram uma certa similaridade com o padrão das escolas normais construídas na época (ver figura 16), com o estilo neoclássico em voga naquele momento. Pórtico central, simetria, grandes janelas, porões altos e escada frontal, o programa de necessidades incluía biblioteca, auditório e salas de aula. (AVANZO ,2015).

Figura 17 – Escola normal de São Paulo



Fonte: AVANZO,2015

A partir do século XX várias propostas de reformulação educacional surgem e trazem grandes mudanças para a educação e por consequência para a arquitetura escolar. A influência do modernismo fica evidente. As escolas não mais usam os adornos decorativos, a planta baixa deixa de ser simétrica, por consequência a fachada também, o sistema estrutural passa a ser um elemento em evidência, integração entre o ambiente externo e interno, uso de panos de vidro e brises (FARIA FILHO, VIDAL,20016).

A educação tem grandes conquistas nesse período e as instituições de ensino superior vão crescendo em quantidade. Um dos motivos foi a criação em 1961, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que garantiu a equivalência dos cursos de grau médio e isso refletiu em uma maior demanda pelo ensino superior.

A Ditadura Militar, e em 1964, é responsável por algumas mudanças no sistema educacional. É nesse período que o *campus* universitário aparece e rompe

com a relação entre universidade e cidade, a partir disso a organização física das universidades passa a reunir todos as escolas, antes isoladas, em um único terreno permitindo a interação e difusão de diversos campos de conhecimento.

Para essa nova configuração, o campus das universidades passa a ser planejados, a maioria desses inicia-se com estudos de onde se construir, com a desapropriação ou doação das áreas, normalmente fora das cidades, os planos e projetos arquitetônicos são desenvolvidos para a construção. Este trabalho estuda exatamente isto, ao propor um bloco de arquitetura e urbanismo no campus da Universidade Federal do Amapá.

2 REFERENCIAL ANALÍTICO

2.1 ESTUDOS DE CASO

2.1.1. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Construída entre os anos de 1985 e 1996 pelo mestre português Álvaro Siza, antigo aluno da escola, o conjunto é constituído por 10 pavilhões em forma de V e U em torno de uma praça central (figura 17). Estas construções são ligadas uma à outra, em alguns casos, em mais do que um ponto. Os volumes do edifício principal e torres convergem para o oeste, onde um pavilhão café e terraço ao ar livre marca a entrada do edifício. No extremo oposto, o pátio leva a uma plataforma de grama elevado, que por sua vez passa por uma série de rampas e escadas para o primeiro estado e jardim, que dá acesso através de uma porta estreita para o Carlos Ramos Pavilion.

Figura 18 – Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.



Fonte: ARCH DAILY, 2017¹⁵.

Estabelecido no ápice da propriedade, esta estrutura simples de dois andares é um breve resumo do quintal planta, um prédio de sala de aula em forma de U, com as suas duas asas convergindo em um ângulo agudo. Enquanto suas fachadas exteriores são cegas, as grandes janelas de articulação voltados para o

¹⁵ ARCH DAILY. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto pelas lentes de Fernando Guerra. 2017. Disponível em:< <http://www.archdaily.com.br/br/805973/faculdade-de-arquitetura-da-universidade-do-porto-pelas-lentes-de-fernando-guerra> > Acesso em: 01/08/17.

pátio interior permitem transparência total entre as salas de aula em ambos os lados do edifício, e vista para além para o jardim e para o rio.

Há 4 pavilhões virados para sul, mostrado na figura 18, têm vista sobre o rio Douro, devido à separação de vários metros no qual foi deixado na sua construção não construíram e o espaço ocupava uma quinta torre cujo registo só é construído em uma base de tempo. Esses volumes são uma reminiscência em sua planta, mas não nas elevações e configurações, mantendo um ritmo constante de alinhamento com as paredes da propriedade e a velha Casa Cor-de-Rosa. Nessas oficinas e escritórios de professores e salas de estudo estão localizados. Todos com a mesma diferenciação de superfície encontradas nas janelas, alguma proteção contra o sol, outros como enquadrar a paisagem. Estas torres estão ligadas ao edifício principal por uma série de corredores abaixo da praça.

Figura 19 – Perspectiva Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.



Fonte: ARCH DAILY, 2017¹⁶.

O norte-revestimento (figura 19), um volume contínuo, construção alinha com o ruído da autoestrada Porto-Lisboa como protege o pátio interior. Estes edifícios subterrâneos interconectados abrigam os escritórios da Faculdade, anfiteatros, a exposição da galeria semicircular e uma biblioteca, todos articulados entre si e sobre os corretores do piso térreo também liga os edifícios.

O espaço triangular central que funciona como “pátio aberto” regula e integra a gama completa da Escola de Arquitetura. Alvaro Siza fez um levantamento

¹⁶ ARCH DAILY. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto pelas lentes de Fernando Guerra. 2017. Disponível em:< <http://www.archdaily.com.br/br/805973/faculdade-de-arquitetura-da-universidade-do-porto-pelas-lentes-de-fernando-guerra> > Acesso em: 01/08/17.

topográfico do terreno, não só para encomendar volumes, mas também para desenvolver o espaço criado entre eles que serve para funções cívicas, sociais e urbanas. Sua morfologia é complexa e atraente, com estradas, pátios, passarelas, rampas, escadas e galerias, oferecendo uma lufada de ar fresco em oposição a espaços fechados dos claustros.

Figura 20 – Vista aérea da Faculdade de arquitetura da Universidade do Porto.



Fonte: ARCH DAILY, 2017¹⁷.

2.1.2. Faculdade de Arquitetura do SOCIESC

O campus da Universidade Sociedade Educacional de Santa Catarina ocupa uma área de 63 mil m² na cidade de Joinville¹⁸. Coube aos arquitetos do escritório catarinense Metroquadrado desenvolver o plano diretor urbano e viário da grande área, bem como o projeto da faculdade de arquitetura. Para desenvolver a construção de 3,7 mil m², os arquitetos se basearam no caráter industrial da cidade, e o resultado é urbano e contemporâneo. Apesar da ludicidade das cores vermelha e azul presentes na fachada, o projeto recorre as engenharias aparentes de lajes e instalações para compor um cenário didático a um edifício que se propõe a abrigar o ensino de arquitetura (figura 20).

¹⁷ ARCH DAILY. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto pelas lentes de Fernando Guerra. 2017. Disponível em: < <http://www.archdaily.com.br/br/805973/faculdade-de-arquitetura-da-universidade-do-porto-pelas-lentes-de-fernando-guerra> > Acesso em: 01/08/17.

¹⁸ Revista aU | Arquitetos do Metroquadrado projetam edifício de faculdade de arquitetura em Joinville, SC | Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/266/arquitetos-do-metroquadrado-projetam-edificio-de-faculdade-de-arquitetura-em-370709-1.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

Figura 21 – Faculdade de Arquitetura da Sociesc.



Fonte: SKYSCRAPERCITY, 2018¹⁹.

O volume possui planta em 'L': o centro articula auditório e circulação vertical, fincados no chão, enquanto as pernas formam dois blocos de três pavimentos suspensos por pilotis, de maneira a liberar uma grande área térrea revestida de granito e cimento queimado. As fachadas alternam composições com telhas metálicas tipo sanduíche, formando empenas cegas, e outras fachadas resolvidas com vidro laminado e alvenarias pintadas das cores da instituição de ensino.

O prédio de estilo contemporâneo (figura 21) conversa com a paisagem do campus e tem um layout que favorece o convívio, tanto por não ter frente, lateral ou fundo bem definidos, quanto por seu andar térreo que foi suspenso por pilotis e acabou criando uma área de passagem.

Figura 22 – Vista Lateral da Faculdade de Arquitetura da Sociesc.



Fonte: SkyscraperCity.com, 2018²⁰.

¹⁹Joinville (SC) - Page 6 - SkyscraperCity. Disponível em: <<http://www.skyscraperCity.com/showthread.php?t=987873&page=6>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

²⁰Joinville (SC) - Page 6 - SkyscraperCity. Disponível em: <<http://www.skyscraperCity.com/showthread.php?t=987873&page=6>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

Os arquitetos Marcos Deretti, Miguel Cañas Martins e Luis Eduardo S. tinham como objetivo repensar a forma como as pessoas interagem com os espaços e, para isso, criaram um edifício com estrutura aparente que evidencia o processo de execução da obra e torna-se objeto de estudo para os alunos (figura 22). Para isso eles optaram por expor tubulações, forros e lajes.

Figura 23 – Parte interna da Faculdade de Arquitetura da Sociesc.



Fonte: Skyscrapercity.com, 2018²¹.

O uso das telhas remete às muitas indústrias presentes na região e protege um dos blocos da insolação oeste, com um recorte/coroamento que revela o pedaço de um terraço na cobertura. Os planos verticais e horizontais do conjunto têm composições ditadas pelas linhas de janelas entrecortadas pelas paredes coloridas, pelas escadarias que atravessam quase toda a área térrea e pela continuidade linear das telhas sanduíche. Os únicos elementos que quebram esse jogo ortogonal são os pilares inclinados que sustentam um dos blocos, alternativa técnica possível pelo uso de vigas de transição. 'A inclinação desses pilares não foi uma intenção estética, mas uma solução técnica que acabou por contribuir para a solução final arquitetônica do edifício', explica o arquiteto Miguel Cañas Martins.

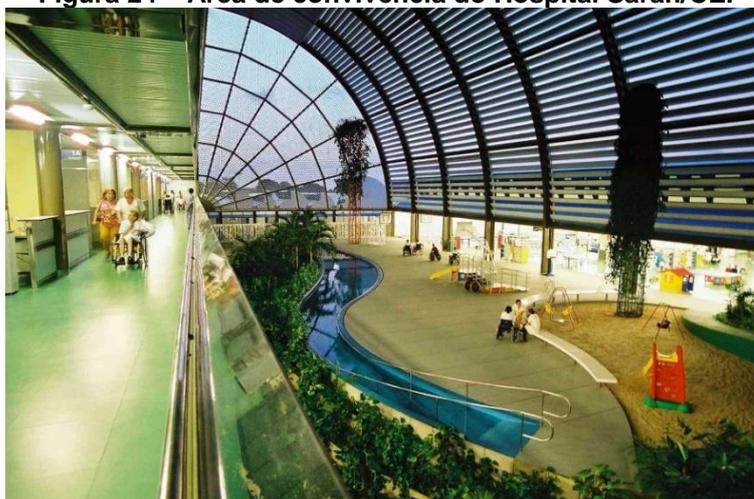
2.1.3. Hospital Sarah Kubitschek

O arquiteto Lelé utiliza muito em seus projetos aspectos Bioclimáticos como a ventilação e a iluminação natural (figura 23). O grande destaque de sua

²¹Joinville (SC) - Page 6 - SkyscraperCity. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=987873&page=6>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

produção arquitetônica são os hospitais da rede Sarah. Lelé trabalhou ao longo de quase 30 anos na rede Sarah e a cada novo trabalho, o arquiteto voltava aos edifícios concluídos e identificava os erros e acertos alcançados, aprimorando os projetos posteriores.

Figura 24 – Área de convivência do Hospital Sarah/CE.



Fonte: Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, 2013²².

O arquiteto João Figueiras Lima, sempre preocupado em garantir aos espaços hospitalares iluminação e ventilação através de componentes industrializados, consegue aliar plasticidade e excelência técnica em suas obras. A orientação e a forma do edifício também são importantes para adquirir esses resultados conferindo economia de energia e aos usuários boas condições visuais, psicológicas, higiênicas e uma agradável sensibilidade espacial, entre outros aspectos, subjetivos e relativos ao conforto ambiental (Figura 24). Quando incorpora jardins no interior desses espaços e dispositivos de climatização passivos, como espelhos d'água e nebulizadores, obtém resultados satisfatórios trazendo aos hospitais a humanização em seu sentido correto. Predomina-se a tipologia linear e a volumetria de grandes galpões com exceção da forma circular do auditório e da estrutura em balanço do solário.

Nota-se como os projetos hospitalares de Lelé possuem bom desempenho arquitetônico e seguem requisitos para o modelo de hospital contemporâneo como: flexibilidade; racionalização; contiguidade (expansão e zoneamento); desenvolvimento horizontal e vertical (circulação); flexibilidade

²² Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação: Unidade Fortaleza. 2013. Disponível em: <<http://www.sarah.br/a-rede-sarah/nossas-unidades/unidade-fortaleza/>>. Acesso em: 01/02/2018.

estrutural; humanização (conforto ambiental), tecnologia, meio ambiente e assepsia²³.

Figura 25 – Hospital Sarah/RJ.



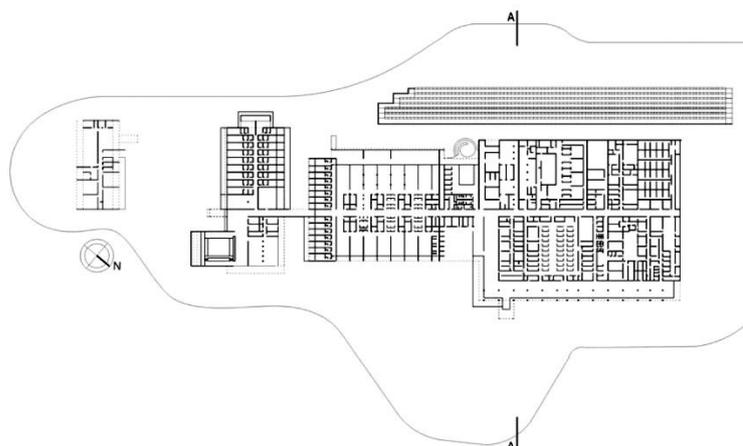
Fonte: Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah. 2017²⁴

Na Planta Térreo (figura 25) há ambientes divididos em especiais e flexíveis. Nos ambientes especiais (salas de radiologia, farmácias e centros cirúrgicos), o ar condicionado é fundamental, pois exigem níveis rigorosos e controlados de temperatura, umidade relativa e gradiente de pressão de ar. Já nos ambientes flexíveis (salas de fisioterapia, ambulatórios, enfermarias e áreas de espera), onde o controle é menos rigoroso, a ventilação natural garante o conforto térmico.

²³ RIBEIRO, Gislene Passos. **Conforto Ambiental, Sustentabilidade, Tecnologia E Meio Ambiente: Estudo De Caso Hospital Sarah Kubitschek – Brasília 2007**. Disponível em: <http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/FAU/Publicacoes/PDF_IIIForum_a/MACK_III_FORUM_GISLENE_RIBEIRO.pdf> Acesso em: 22/02/2018.

²⁴ ARCH DAILY. Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah. 2017. Disponível em:<<https://www.archdaily.com.br/br/01-36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele/planta-terreo-8/>> Acesso em: 07/01/18.

Figura 26 – Planta baixa do Hospital Sarah.



Fonte: Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah. 2017.²⁵

A circulação concentra-se nas extremidades dos blocos, e a conexões entre os blocos é feita através de passarelas cobertas. O auditório é um volume semiesférico e inclinado pontuado verticalmente por uma cúpula metálica que, por meio da automatização, abre-se em gomos a fim de propiciar a entrada da luz natural.

2.2 CONCEPÇÕES CONCEITUAIS

O curso de Arquitetura e Urbanismo forma profissionais capazes de projetar e organizar espaços internos e externos de acordo com critérios de estética, conforto e funcionalidade. Mediante as competências do profissional, é de suma importância um local que defina suas habilidades e reflita as aquisições intelectuais no período de academia, local esse que transpareça a consciência e valores ao espaço urbano, dando o seu total crédito as forças culturais e temporais.

A percepção de beleza, e exigências quanto à mesma fazem parte dos valores humanos e evoluiu constantemente com ela. O homem é um ser dotado de sensibilidade e por isso, o espaço que o circunda deve ser significativo, ser vívido, relacionar-se com que o habita. Não pode ser um espaço indiferente e impessoal. Mesmo com essa sensibilidade por muito tempo à arquitetura foi arte para uma parte da sociedade, baseavam-se no homem padrão ou dito "normal", excluindo as pessoas com algum tipo de

²⁵ ARCH DAILY. Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah. 2017. Disponível em:< <https://www.archdaily.com.br/br/01-36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele/planta-terreo-8/>> Acesso em: 07/01/18.

limitação ou deficiência e lhes negando o direito de ir e vir, de estudar e ter uma vida no mínimo digna. Cada época histórica tem sua lógica de beleza. Na sociedade atual dita com o contemporâneo também têm sua beleza ditada às transformações do pensamento e da sociedade. (MEDEIROS, 2013 p. 1)

Segundo a fala de Eder Carvalho, o Patrimônio Arquitetônico representa uma produção simbólica e material, carregada de diferentes valores e capaz de expressar as experiências sociais de uma sociedade²⁶. O mesmo continua declarando

Passado a euforia do modernismo, o homem se volta para a busca de seu passado, de suas memórias. Essa busca vem do anseio de uma civilização dominada pela técnica que deseja voltar seus olhos para o passado. Uma espécie de saudade da época em que nossas cidades eram mais humanas, em que o homem tinha mais tempo para refletir sobre seu destino. (CARVALHO, 2009)

Seguindo essa linha de raciocínio, e entendendo a importância dos valores culturais e temporais do arquiteto, as referências presentes no projeto são formas de exaltar os aspectos da criatividade profissional arquitetônica, sendo assim um local totalmente expressivo, trazendo visão do futuro dando valor ao passado.

2.2.1. Formas Geométricas

A Arquitetura pode ser compreendida como o resultado construído, fruto da manipulação de sólidos geométricos, através da composição de volumes cheios e vazios, saliências e reentrâncias, num jogo de luz e sombra, com cuidados estéticos, preenchendo determinada finalidade e inserido num determinado ambiente urbano.

Projeto que, por sua vez, não é constituído somente de croquis e esboços reveladores da ideia ou da concepção inicial; para a definição final do objeto a ser

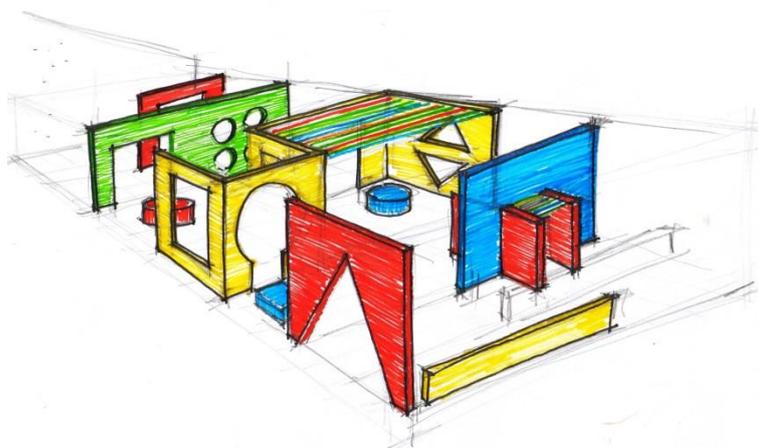
²⁶ CARVALHO, Eder. Porque Preservar o Patrimônio Histórico e Cultural. História e Arquitetura, 20 de abril de 2009. Disponível em: <https://historiaearquitetura.blogspot.com.br/2009/04/porque-preservar-o-patrimonio-historico.html?sref=fb>. Acesso em: 01/02/2018.

construído, são necessários vários outros produtos que possam resultar na sua materialização.

Para a elaboração desse produto, como desenhos ou modelos, foi necessário objetivo, medidas, escalas, construções de figuras geométricas gráficas, corretas e precisas. É nessa fase de desenvolvimento do projeto arquitetônico que a geometria se revela uma indispensável ferramenta e uma inseparável aliada na determinação e construção dos volumes e espaços concebidos, através da combinação das suas variadas figuras geométricas.

Compreende-se também que as formas podem obter preceitos simbólicos em função de sua natureza, das premissas locais ou culturais. As formas são vistas e incorporadas através de um processo de leitura e assimilação (figura 26), de visão e cognição, que passa pelos olhos e atinge o cérebro de forma lúdica, trazendo lembranças, sentimentos e referências.

Figura 27 - Espaço Lúdico – Escola Classe 304 Norte – Brasília



Fonte: Fabiano José Arcadio Sobreira, 2005.

2.2.2. Fortaleza de São José de Macapá

A Fortaleza de São José de Macapá é uma das principais edificações militares existentes no Brasil e um dos mais importantes monumentos do século XVIII, na capital do Amapá, fundada em 1758, justamente pouco antes do início da construção do marco arquitetônico e histórico que hoje é um dos seus principais pontos turístico (figura 27).

Figura 28 – Vista aérea da Fortaleza de São José de Macapá



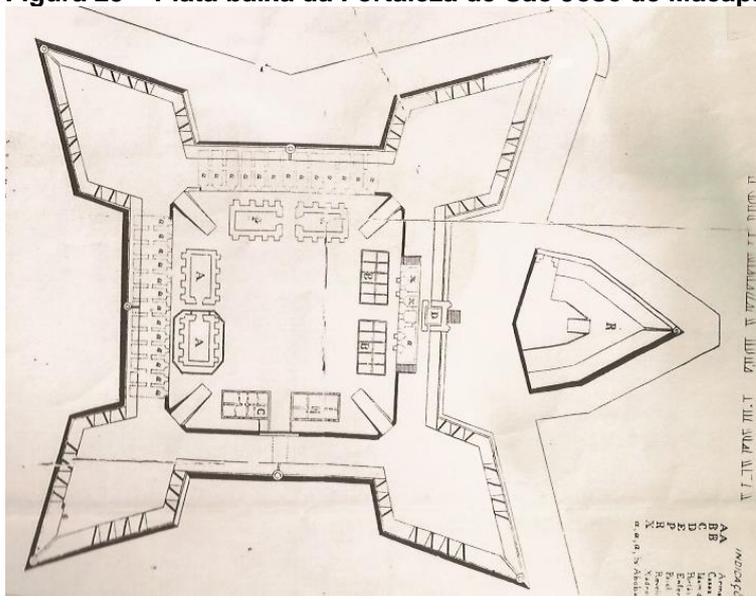
Fonte: Mateus Brito, 2015

Foi projetada pelo engenheiro Henrique Antônio Galúcio, sendo inaugurada em 1782, com a finalidade de resguardar a foz do rio Amazonas e o território brasileiro de uma possível invasão europeia por via fluvial.

Tendo toda a imponência que tem, a fortaleza traz um sentimento de poder a população do Amapá, e nesse sentimento que foi-se pensado para o projeto de uma academia de arquitetura, trazendo consigo, significados culturais de poder, segurança e valores. A fortaleza é hoje apenas um monumento histórico, consigo preserva-se os seus valores iniciais, e o curso de arquitetura precisa trazer a população essa mesmo conceito.

Para melhor entendimento, o projeto não tem características físicas expressas da fortaleza de São José, mas aliado às formas geométricas, são lembrados num olhar mais implícito, e através de um conceito arquitetônico. A referência central do projeto é a ponta da fortaleza de São José, como pode ser visto na figura 28, onde é a chave ideal para o conceito, mostrando que lá todos os entram encontrem segurança para uma boa formação, e mostraram para a sociedade o quão profissional está capacitado para sua função.

Figura 29 – Plata baixa da Fortaleza de São José de Macapá



Fonte: Amapá, minha amada terra, 2011.

3 ESTUDO DE CASO

A formação do arquiteto, nas instituições do Ensino Superior, deve valorizar tanto as perspectivas tradicionais de atuação, quanto novas demandas advindas nas últimas décadas. O papel da graduação é o da formação inicial sendo um processo contínuo de educação permanente inerente ao mundo do trabalho, visando formar profissionais capazes de adaptarem-se às dinâmicas condições de perfis profissionais, exigidos pela sociedade. Segundo Kowaltowski (2011) o espaço físico da escola pode influenciar a forma como as pessoas trabalham e aprendem dentro dele, mediante isso, ela propõe que o projeto arquitetônico dialogue diretamente com o projeto pedagógico da escola.

Segundo o projeto político pedagógico de Arquitetura e Urbanismo da Unifap o principal objetivo é formar profissionais aptos a projetar espaços propícios ao ser humano, da casa à cidade, considerando as condições do meio ambiente e os aspectos psicológico, sócio econômico e estético-cultural, bem como as necessidades básicas de higiene, segurança e conforto, para propiciar melhores indicadores para o processo de qualidade de vida social ao homem e ao seu entorno. E capazes de compreender e dar respostas as necessidades de Indivíduos, grupos sociais e comunidades, com relação a concepção, planejamento, intervenção e/ou construção de Edifícios e do espaço Urbano e regional, bem como a conservação e valorização do patrimônio construído, proteção do equilíbrio e à utilização racional dos recursos disponíveis natural.

O local escolhido para elaboração do projeto arquitetônico em estruturas de aço, especificamente Light Steel Frame, foi na Universidade Federal do Amapá, conforme figura 29, onde se encontrou a necessidade de construir um bloco para o Curso de Arquitetura e Urbanismo, mediante mudança da localização do campus Universitário de Santana para o campus Marco Zero do Equador de Macapá. Atualmente as aulas do curso de Arquitetura e Urbanismo são realizadas no bloco N e DCET (departamento de ciências exatas e tecnológicas).

Figura 30 – Universidade Federal do Amapá.



Fonte: Autor, 2017.

3.1 APLICAÇÃO DE PESQUISA DE CAMPO

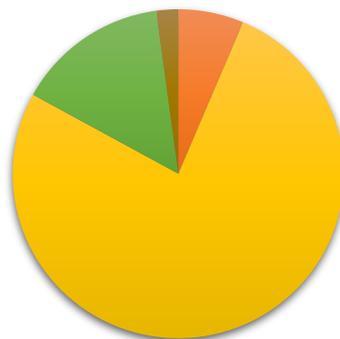
Tendo como principal objetivo, qualificar e quantificar os anseios dos acadêmicos de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Amapá, buscando saber qual eram as problemáticas, as limitações e carência, foram feitas pesquisas online, para ter acesso a esses dados.

Contudo, os principais tópicos de busca pela pesquisa, era pra entender como seria feito o bloco, qual seria o perfil, quais os materiais seriam utilizados e quais os ambientes seria importante ter. Foram ouvidos Alunos, técnico e professores, para massificar mais ainda o nível de execução projetual.

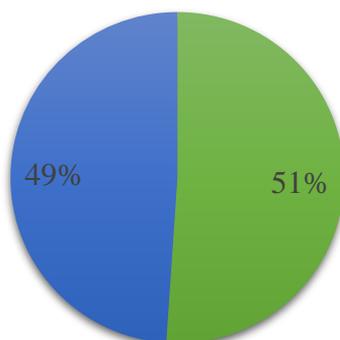
3.2 TABULAÇÃO DA PESQUISA

Conforme necessidade de ouvir os usuários, houve a aplicação dos questionários onde teve como objetivo a obtenção de dados para a elaboração do projeto do Bloco para o Curso de Arquitetura e Urbanismo, onde foram contabilizadas 47 respostas através de 9 questionamentos. Os resultados obtidos pelas respostas dos questionários foram transformados em porcentagem, organizados da seguinte forma:

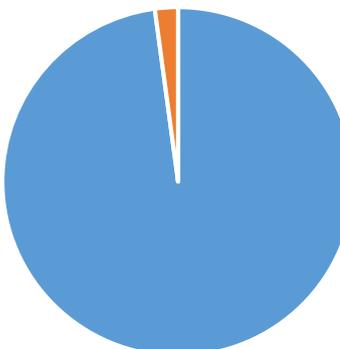
1. Faixa etária de idade:



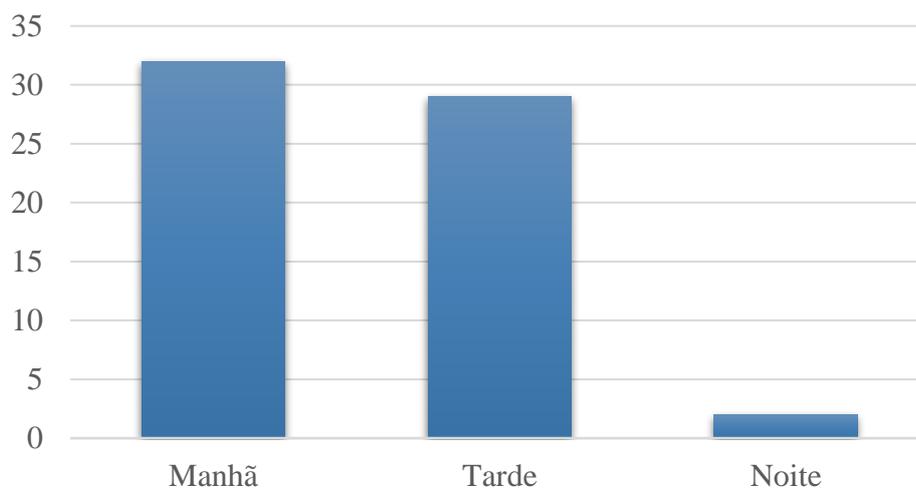
2. Perfil de gênero:



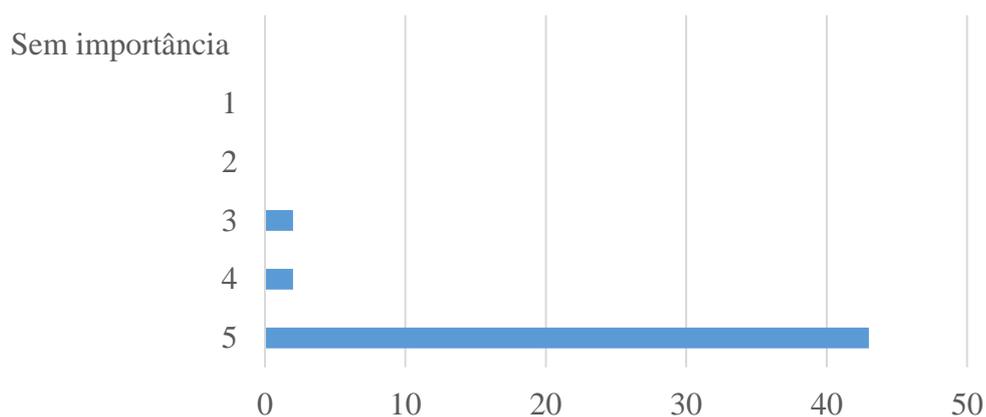
3. Função dentro do Curso de Arquitetura e Urbanismo na UNIFAP:



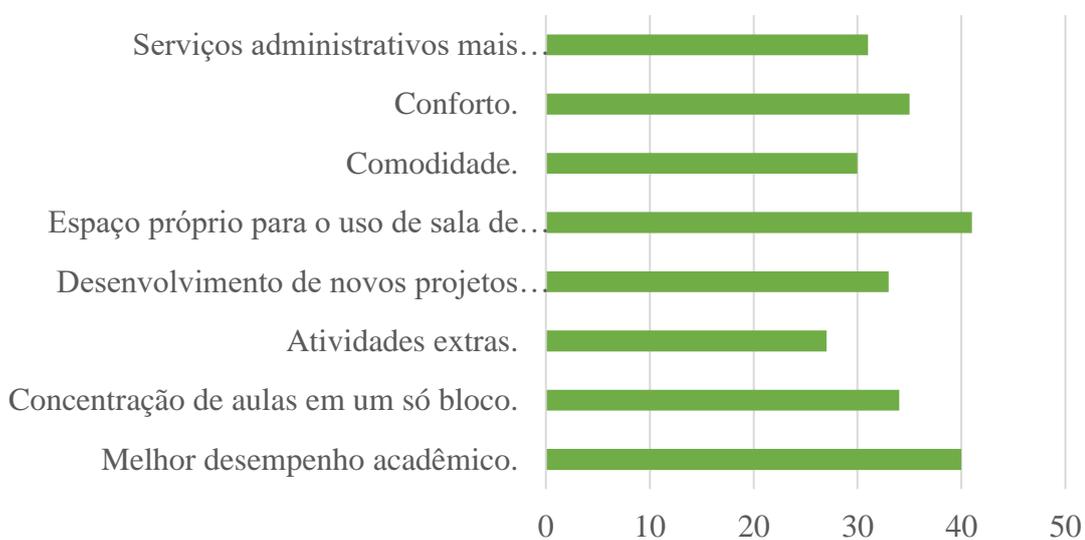
4. Horário que mais frequenta a UNIFAP:



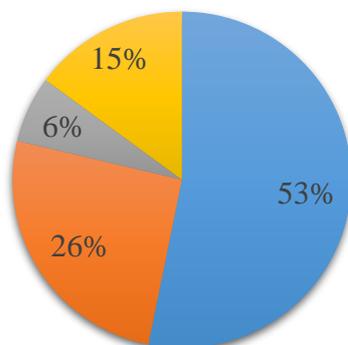
5. Escala de importância de um espaço próprio para o Curso de Arquitetura e Urbanismo:



6. Benefícios que um bloco trará para o Curso de Arquitetura e Urbanismo:

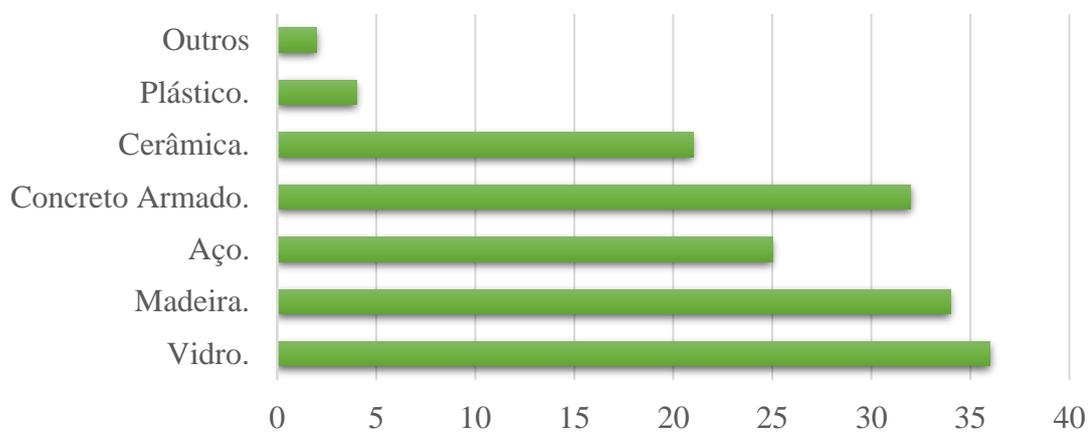


7. Locação do bloco do Curso de Arquitetura e Urbanismo:

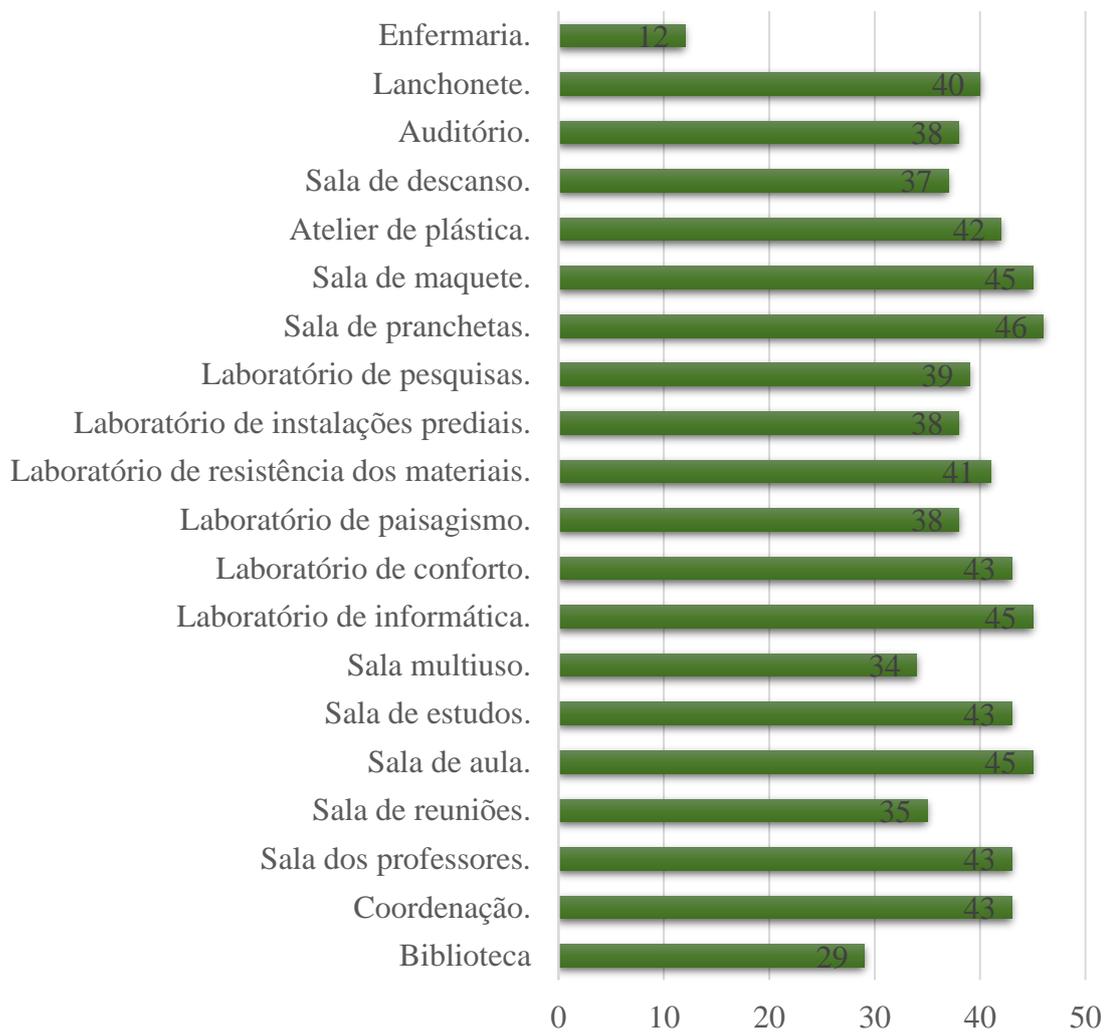


- Ao lado do bloco DCET
- Logo após o bloco de Educação Física.
- Ao lado do bloco de Física.
- Logo após os blocos N, M, P, Q, R, S.

8. Você acredita que quais materiais deverão ser utilizados para o bloco do Curso de Arquitetura e Urbanismo?



9. Ambientes desejados no bloco do Curso de Arquitetura e Urbanismo:

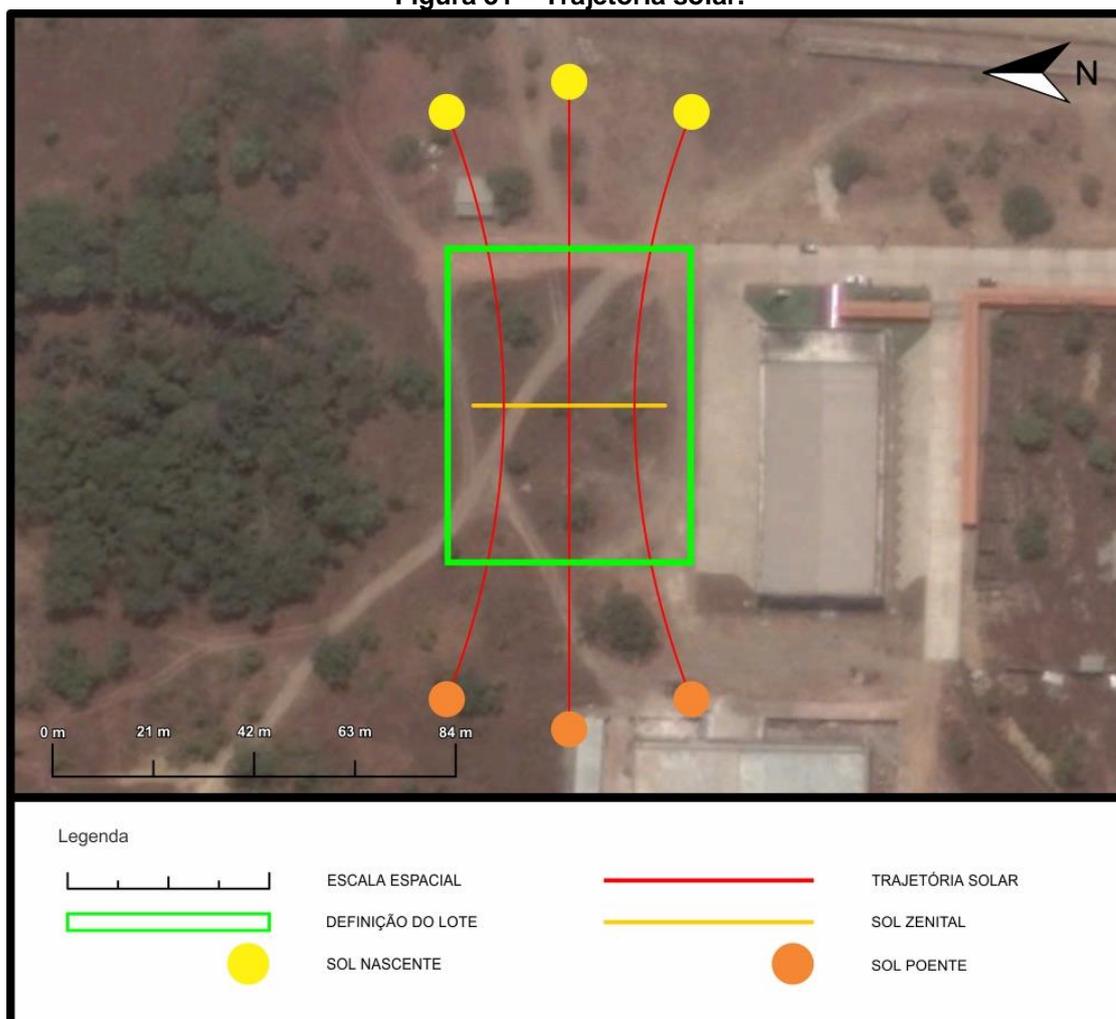


3.3. ANÁLISE DO TERRENO E DO ENTORNO

3.3.1. Trajetória solar

Essencialmente um bom projeto de iluminação natural consiste na colocação de aberturas no qual a luz penetre onde é desejada, isto é, sobre o trabalho, proporcionando uma boa distribuição de luminância em todos os planos do interior. Para Lengen (2014) a iluminação natural é um modo para clarear cada cômodo de uma residência, podendo ser realizado no edifício a ser projetado. Então foi necessário um breve estudo da luz solar, de acordo com figura 30, para proporcionar ao projeto melhor eficiência energética, sustentabilidade, e para os usuários conforto visual e proteção.

Figura 31 – Trajetória solar.

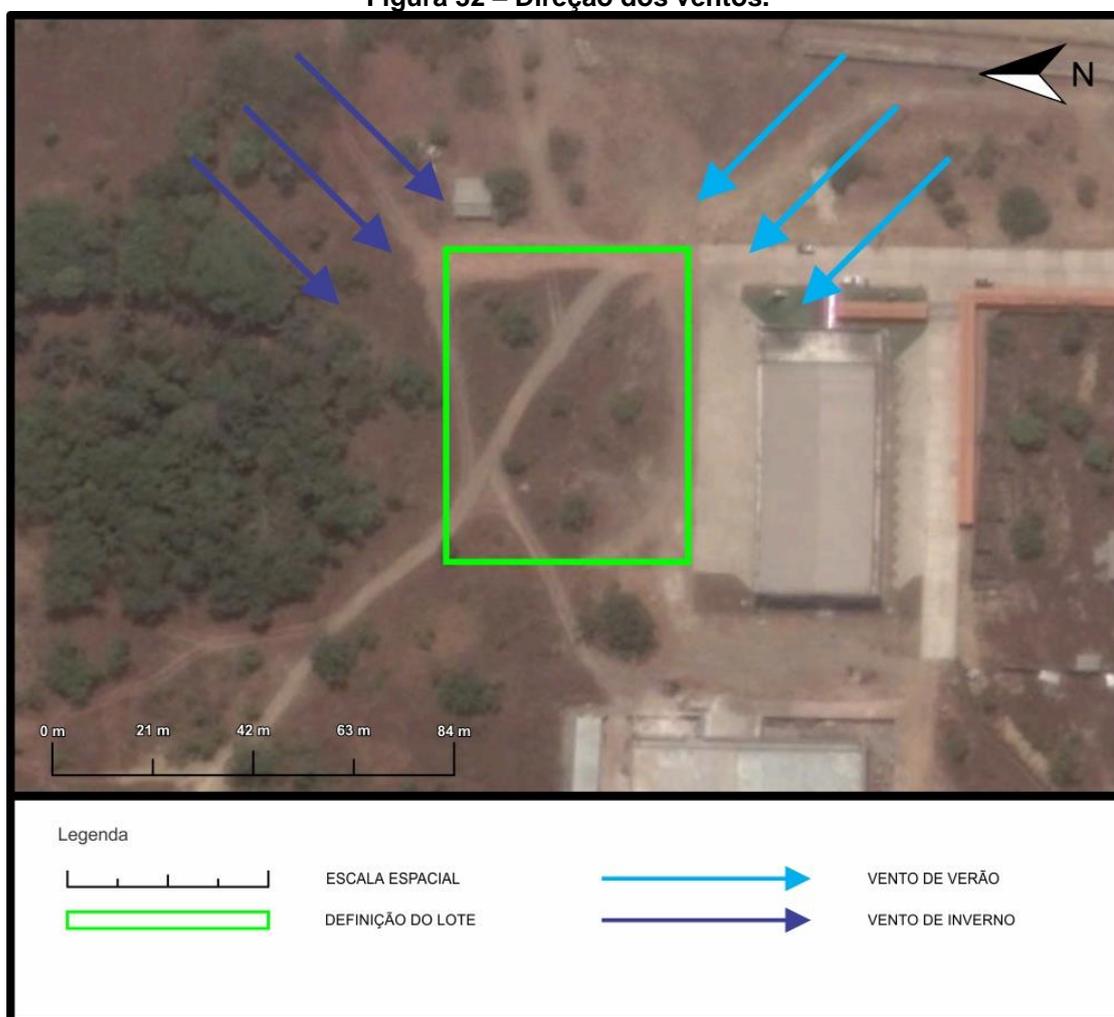


Fonte: Autor, 2017.

3.3.2. Direção dos ventos predominantes

Consoante Neufert (2013) a ventilação deve dar ao local um ambiente de temperatura confortável, sem cheiros desagradáveis, nem vapor de água em quantidades prejudiciais, gases nocivos, e escassez de oxigênio, ou seja, um bom projeto leva sempre em consideração a capacidade e direção da ventilação no terreno. Mediante isso, fazendo necessário a análise dos ventos no entorno do projeto, como mostra a figura 31.

Figura 32 – Direção dos ventos.



Fonte: Autor, 2017.

3.3.3. Setorização Urbana

O Lote da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) segundo o Plano Diretor do município de Macapá está situado no bairro Universidade, setor residencial 3, quadra 001 e lote: 4020, próximo dos bairros Jardim Equatorial e Zerão. Localizado na Rod. Presidente Juscelino Kubitscheck. Região, particularmente, um bairro residencial, com pouco comércio.

3.4 NORMATIZAÇÃO DO TERRENO

Segundo a lei complementar Uso e Ocupação do Solo, o terreno está localizado no Setor Residencial 3, inserido na Subzona de Transição Urbana, com as seguintes diretrizes específicas: incentivo à média densidade; verticalização média condicionada à implantação de infraestrutura; uso predominantemente residencial; e incentivo à implantação de atividades comerciais e de serviços de apoio à moradia com restrição às atividades que causem incômodo à vizinhança.

Consoante a lei complementar de Uso e ocupação do Solo de Macapá, as diretrizes, do setor residencial 3, tem uso residencial, e atividades comerciais e de serviços de apoio à moradia com restrição às atividades que causem incômodo à vizinhança. Tendo como uso permitido o residencial uni e multifamiliar; comercial e industrial níveis 1 e 2; de serviços níveis 1, 2 e 3. A lei também manifesta observações como: serviços nível 3 somente clube e estabelecimento de ensino fundamental, médio, técnico e profissionalizante.

De acordo com o plano diretor de Macapá o projeto a ser executado será nível 3, com usos de médio impacto: estabelecimento de ensino superior (com área útil principal igual ou inferior a 1000m²). A ocupação no lote terá como diretrizes para intensidade de ocupação: média densidade ou verticalização média; com CAT máximo: 1,0 ou 1,5 ou 2,0; altura máxima da edificação: 23m; taxa de ocupação máxima de 60%; taxa de permeabilização mínima de 20%. Haverá os seguintes afastamentos mínimos: frontal de 3m ou 0,2 multiplicado pela altura; e lateral e fundos com 1,5m ou 2,5m ou 0,3 multiplicado pela altura. Com o número mínimo de vagas para estacionamento de 1 vaga a cada 20 m² de área útil de sala de aula.

4 PROPOSTA DE APRESENTAÇÃO

O capítulo a seguir habilitara a condução das políticas públicas voltadas à habitação de interesse social em Macapá e sua área metropolitana. Isto posto, para melhor compreensão de dados e especificações referentes aos programas habitacionais promovidos em Macapá e região apresentaremos uma divisão metodológica para apontar os aspectos importantes na política habitacional e iniciativas sendo federais, estaduais e municipal no âmbito da política habitacional de interesse social, aspectos locacionais e de qualidade arquitetônica todos esses quesitos que atenderam a habitação de interesse social em Macapá.

4.1 PROGRAMA DE NECESSIDADE

A proposta é voltada para atender alunos e professores do curso de Arquitetura e Urbanismo. No qual, será planejado para atender um público da UNIFAP que necessita de um espaço próprio para melhor aprendizado. Recentemente o curso de Arquitetura e Urbanismo mudou de local, transferindo-se do campus Santana para o campus Marco Zero, tirando sua identidade, devido não ter um local próprio.

O bloco do Curso de Arquitetura e Urbanismo será localizado no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, ao lado do bloco DCET (Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas) e da construção do bloco de Engenharia Civil. Próximo da Unifap encontra-se empreendimentos como o Amapá Garden, Atacadão, postos de gasolina; hospital da rede Sarah Kubitscheck, hospital UNIMED e a construção do hospital universitário; monumento Marco Zero da linha do Equador e estádio Milton de Souza Correa.

De acordo com a necessidade de haver um bloco para o curso de Arquitetura e Urbanismo na Unifap, será realizado um projeto, de maneira acadêmica, levando em consideração a necessidade encontrada, buscando um espaço, em aço light Steel Frame, demandando identidade para o curso de Arquitetura e Urbanismo com ambiente capaz de instigar a criatividade nos acadêmicos. O edifício será composto por dois pavimentos, seguindo essas características, a mesma será composta pelo seguinte programa preliminar de necessidades:

- 2 banheiros feminino;
- 2 banheiros masculino;
- 2 banheiros PNL;
- 5 salas de aula;
- Área de convivência externa;
- Atelier de plástica;
- Auditório;
- Biblioteca;
- Coordenação;
- Depósito;
- Espaço para copiadora e plotagem.
- Laboratório de conforto;
- Laboratório de estruturas e instalações prediais;
- Laboratório de informática;
- Laboratório de pesquisas;
- Laboratório de projeto arquitetônico e paisagismo;
- Lanchonete;
- Sala de descanso;
- Sala de maquete;
- Sala de pranchetas;
- Sala de reuniões;
- Sala de serviço;
- Sala dos professores;
- Sala multiuso.

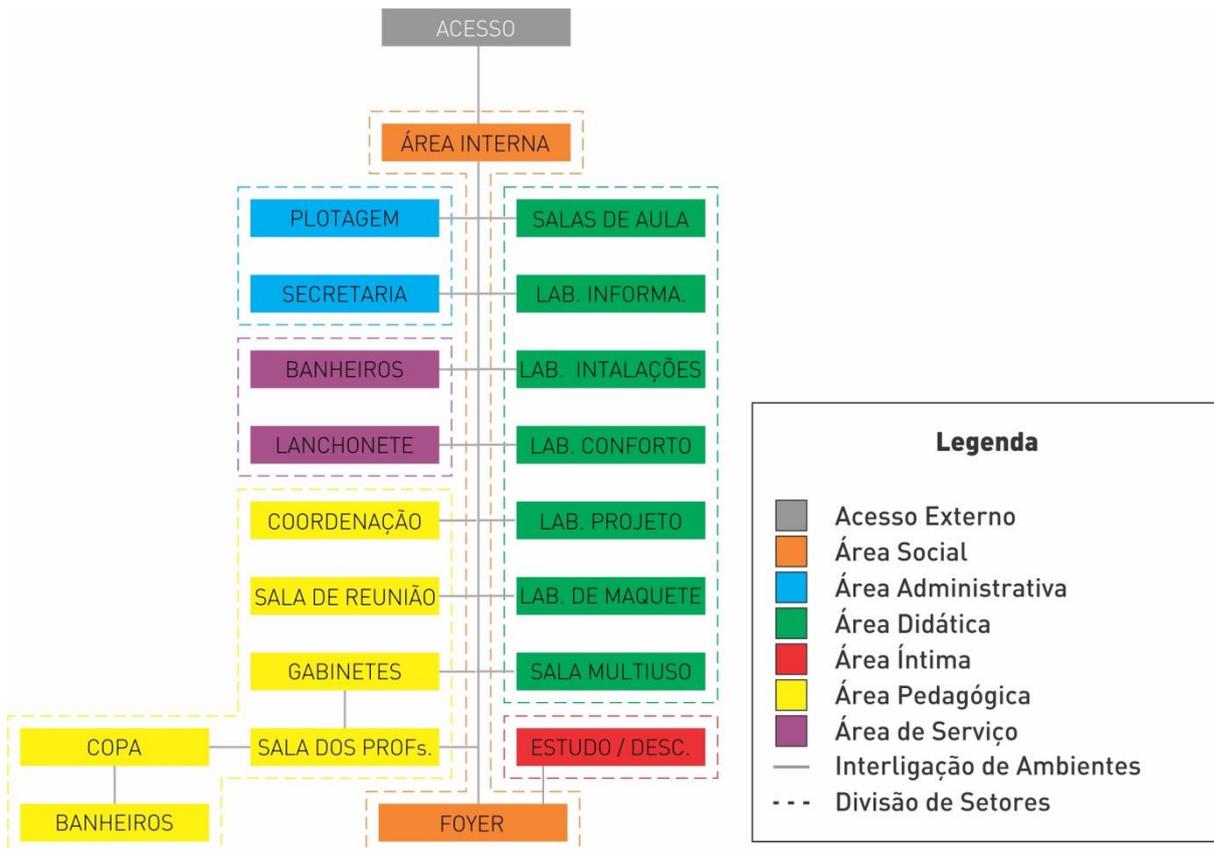
4.1.1. Setorização

SOCIAL	DIDÁTICA	ADMINISTRATIVA	PEDAGOGICA	SERVIÇO	SILENCIO
-Área interna -Foyer	-3 sala de aula -Laboratório de Informática -Laboratório de Instalações Prediais / Sistemas Construtivo -Laboratório de Conforto -Laboratório de Projeto -Laboratório de Maquete -Sala Multiuso	-Plotagem e Impressão -Secretaria	-Coordenação -Sala de Reunião -Sala dos Professores -24 Gabinetes -Copa -Banheiros	-2 Banheiros Femininos -2 Banheiros Masculino -Lanchonete	-Sala de Estudo / Descanço

GRÁFICO DE ÁREA



4.1.2. Fluxograma



4.2 PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Tabela 8 – Pré-Dimensionamento – Pedagógico .

Setores	Ambiente	Descrição	Mobiliário	Dimensão	Área
PEDAGÓGICO	Coordenação	Local de orientação, verificação do curso.	Mesa, cadeiras, armário, computador.	4,00 x 3,00	12,00 m ²
	Sala dos professores	Local de descanso, planejamento e convivência dos professores	Mesa, cadeiras, sofá, televisor, armário, lousa informativa.	5,00 x 4,50	22,50 m ²
	Sala de reuniões	Espaço para reuniões de professores	Mesa, cadeiras, armário e lousa.	4,00 x 4,00	16,00m ²
	Copa	Refeição dos professores.	Mesa, cadeiras, fogão, geladeira, pia, armário e micro-ondas.	3,00 x 3,00	9,00 m ²
	W.C.	-	Vaso sanitário, bancada e chuveiro.	1,50 x 2,50	3,75m ²

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 9 – Pré-Dimensionamento – Administrativo e social.

Setores	Ambiente	Descrição	Mobiliário	Dimensão	Área
ADMINISTRATIVO	Copiadora Plotagem	Local de cópia de documentos e plotagem de projetos.	Mesa, cadeira, armário, computador, copiadora e plotter.	4,00 x 4,00	16,00m ²
	Secretaria	Expedição de documentos, arquivamento e informativo.	Mesa, cadeiras, armário, computador.	4,00 x 3,00	12,00 m ²
SOCIAL	Foyer	Vivência e socialização dos alunos.	Mesas, cadeiras, bancos e sofás.	10,00 x 10,00	100,00m ²

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 10 – Pré-Dimensionamento – Didático.

Setores	Ambiente	Descrição	Mobiliário	Dimensão	Área
DIDÁTICO	Auditório	Local de orientação, cursos e eventos.	Mesa, Cadeiras e lousa.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Biblioteca	Espaço de leitura, estudo e arquivamento de livros.	Estante de livros, mesas, cadeiras, balcão e computador.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de conforto	Estudos de conforto acústico, térmico e luminoso.	Balcão, mesa, cadeiras, lousa e equipamentos.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de estruturas e instalações prediais	Estudos de estruturas e instalações prediais.	Balcão, mesa, cadeiras, lousa e equipamentos.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de informática	Estudos de programas para capacitação do acadêmico.	Mesa, cadeiras, lousa e computadores.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de pesquisas	Pesquisas acadêmicas.	Mesa, cadeiras, lousa e computadores.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de projeto	Estudos de projeto arquitetônico e paisagístico.	Mesas, cadeiras e lousa.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Laboratório de maquete	Realização de maquetes.	Mesas, cadeiras e lousa.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Sala de aula	Realização de aulas.	Mesas, cadeiras e lousa.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Sala de estudos	Reuniões e estudos dos acadêmicos.	Mesas, cadeiras e lousa.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Sala de prancheta	Criação de desenhos criativos para projetos.	Mesas, pranchetas, cadeiras e lousa	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Sala de descanso	Descanso, bem calmo para alunos que passam o dia na universidade.	Mesa, sofás e cadeiras.	8,00 x 7,00	50,00m ²
	Sala Multiuso	Vídeo, reunião e apresentação.	Mesa, cadeiras, lousa e projetor.	8,00 x 7,00	50,00m ²

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 11 – Pré-Dimensionamento - Serviços.

Setores	Ambiente	Descrição	Mobiliário	Dimensão	Área
SERVIÇO	Banheiro Masculino e PNL	-	Vaso sanitário, mictório, bancada e chuveiro.	5,00 x 5,00	25,00m ²
	Banheiro Feminino e PNL	-	Vaso sanitário, bancada e chuveiro.	5,00 x 5,00	25,00m ²
	Lanchonete	Refeição para acadêmicos, técnicos e professores.	Mesas, cadeiras, armários, fogão, pia, geladeira, micro-ondas e bancada.	5,00 x 7,00	35,00m ²
	Serviço gerias e depósito	Armazenamento e auxiliador de matérias de serviço.	Armários e pia.	2,00 x 3,00	6,00m ²

Fonte: Autor, 2017.

4.3 MEMORIAL DE CÁLCULO DAS AÇÕES DO VENTO NA EDIFICAÇÃO

$$V_k = V_o \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

4.3.1. S1 – Fator topográfico

$$S_1 = 1,0$$

4.3.2. S2 – Fator rugosidade do terreno

$$S_2 = b \times Fr \left(\frac{z}{10} \right)^p$$

$$S_2 = 0,94 \left(\frac{10}{10} \right)^{0,105}$$

$$S_2 = 1,1970$$

4.3.3. S3 - Fator Estatístico

$$S_3 = 1,0$$

Cálculo da velocidade básica:

$$V_k = V_o \times S_1 \times S_2 \times S_3$$
$$V_k = 30 \times 1,0 \times 1,19 \times 1,0$$
$$V_k = 35,7 \text{ m/s}$$

Cálculo da pressão:

$$q = 0,613 \times V_k^2 \left(\frac{N}{m^2} \right)$$
$$q = 0,613 \times 1.274,49 \left(\frac{N}{m^2} \right)$$
$$q = 781,26 \frac{N}{m^2}$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de estrutura de aço, com o foco em Light Steel Frame, tecnologia nova bastante utilizada em países desenvolvidos. Foi levado em consideração suas características, aspectos positivos e negativos, fabricação, técnicas construtivas e fatores externos como o vento. Propondo um projeto executivo na Universidade Federal do Amapá de um Bloco para o curso de Arquitetura e Urbanismo.

No decorrer da pesquisa, houve aplicação de questionários, de forma digital, com o intuito de alcançar os beneficiados do projeto, visando suprir a carência elencada. Através dos questionamentos, pode-se observar o tipo de material, área de preferência do local e ambientes proposto no projeto. Houve cálculo das ações do vento, levando em consideração a velocidade e pressão na edificação, detectando a necessidade de usar artifícios projetuais para o mesmo.

Constatou-se que a elaboração do projeto é uma peça fundamental para construção do referido método, haja vista a precisão do sistema construtivo e a incompatibilidade para improvisações no canteiro de obras. O aço em si, facilita ampla possibilidade arquitetônica projetual na construção civil, levando em consideração o limite de cinco pavimentos.

Garantindo fácil acesso de manutenção nas instalações prediais elétricas e hidráulicas, bem como o tratamento térmico e acústico, atendendo as especificações técnicas do fabricante do LSF. Por ser um método construtivo a seco, a rapidez é evidente sem a necessidade de procedimentos, como a cura do concreto armado.

No orçamento simplificado, é possível observar um acréscimo de 25% devido a logística do método construtivo, por não haver siderúrgicas no estado do Amapá. Considerando o custo benefício, em relação à rapidez e a qualidade do material, vale a pena o investimento nesse método construtivo, se bem planejado e executado, é garantido a eficácia.

Dada à importância do assunto, faz-se necessário o desenvolvimento de formas essenciais na utilização de recursos de melhorias, capazes de trazer avanços na construção civil e para o meio ambiente, pois através da pesquisa de estrutura de aço Light Steel Frame observou-se grandes benefícios nos mecanismos construtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados - Light Steel Frame**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2005.
- KOWALTOWSKI, Dóris C. C. K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: oficina de textos, 2011.
- LENGEN, Johan Van. **Manual do Arquiteto Descalço**. 1ª ed. B4 Editores: Brasil, 2014.
- LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, Métodos E Processos de Projeto E Construção Do Sistema Construtivo Light Steel Frame**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- MALCONIAN, Sarkis. **Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais**. São Paulo: Érica, 2007.
- MARGARIDO, Aluizio Fontana. **Fundamentos de Estruturas: um programa para arquitetos e engenheiros que se iniciam para o estudo das estruturas**. São Paulo: Zigate Editora, 2001.
- NEUFERT, Peter. **Arte de Projetar em Arquitetura**. 18ª ed. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2013.
- PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço: dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800:2008**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **A concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Zigate Editora, 2000.
- REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Bases para Projeto Estrutural na Arquitetura**. São Paulo: Zigate Editora, 2007.

➤ REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Estruturas de Aço, concreto e Madeira: atendimento da expectativa dimensional.** São Paulo: Zigurate Editora, 2005.

REFERÊNCIAS DE PESQUISA

- ARCH DAILY. Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah. 2017. Disponível em:< <https://www.archdaily.com.br/br/01-36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele/planta-terreo-8/>> Acesso em: 07/01/18.
- ARCH DAILY. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto pelas lentes de Fernando Guerra. 2017. Disponível em:< <http://www.archdaily.com.br/br/805973/faculdade-de-arquitetura-da-universidade-do-porto-pelas-lentes-de-fernando-guerra> > Acesso em: 01/08/17.
- ARCH DAILY. Faculdades de Arquitetura das 50 melhores universidade da América Latina. 2013. Fonte: Disponível em: < <http://www.archdaily.com.br/br/760972/as-faculdades-de-arquitetura-das-50-melhores-universidade-da-america-latina>> Acesso em: 20/07/2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- AVANZO, Helena. **A arquitetura de instituições federais de ensino superior no contexto da cultura digital** / Helena Avanzo. – 2015. 200 f. :
- BLOG ALÔ RIO DE JANEIRO. **Paraíba do Sul: entre rendas, bordados e história.** 2015. Disponível em: <<http://aloriodejaneiro.com/2015/10/07/paraiba-sul/>>. Acesso em: 01/07/2017.
- Brasil, **Plano Diretor De Desenvolvimento Urbano E Ambiental De Macapá. Fevereiro de 2004.** Macapá, AP: 2004.

➤ Brasil, **Uso E Ocupação do Solo Do Município De Macapá. Lei Complementar No 029/2004.** Macapá, AP: 2004.

➤ CANTUSIO NETO, Augusto. **Estruturas Metálicas I.** 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhFg8AJ/emi-estrutura-metalica-i>> Acesso em: 22/02/2018.

➤ CANTUSIO NETO, Augusto. **Estruturas Metálicas II.** 2007. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgj94AH/estrutura-metalica-ii>> Acesso em: 22/02/2018.

➤ FARIA FILHO, Luciano Mendes de; VIDAL, Diana Gonçalves. **Os tempos e os espaços escolares no processo de institucionalização da escola primária no Brasil.** Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2006.

➤ FREIRE, Márcia Rebouças. **Arquitetura na Interface com a Educação: outras referências** / Márcia Rebouças Freire; orientador: Prof. Dr. Pasqualino Romano Magnavita. - Salvador, 2006,200p., il. Tese (Doutorado) Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Arquitetura, 2006.

➤ HASS, Deleine Christina Gessi e MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais.** 2011, 76 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Produção Civil, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba.

➤ INSTITUTO AÇO BRASIL. **História.** 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_brasil.asp>. Acesso em: 22/02/2018.

➤ MARINGONI, Heloisa Martins. **Princípios de Arquitetura em Aço.** 2011. Disponível em: <<http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual-arquitetura.pdf>> Acesso em: 22/02/2018.

➤ MECÂNICA INDUSTRIAL. **Diferenças dos acessórios em ferro fundido e aço forjado.** 2016. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/701-diferencas-dos-acessorios-em-ferro-fundido-e-aco-forjado/>>. Acesso em: 22/02/2018.

➤ MICHAELIS. **Dicionário Prático Inglês-Português/Português-Inglês**. São Paulo: Melhoramentos, 1987.

➤ MOREIRA, Livio. *Et al.* **Estruturas Metálicas I**. 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgue0AI/estruturas-metalicas-i>> Acesso em: 22/02/2018.

➤ NASCIMENTO, Breno Matias do. *Et al.* Abordagem didática e prática da ação do vento em edificações. In. **Congresso Latino-americano da Construção Metálica**, São Paulo, p. 01-22, set. 2016.

➤ PEDROSO, Sharon Passini. *et al.* Steel Frame na Construção Civil. In. **Encontro Científico Cultura Interinstitucional**, Paraná, v. 12, p. 01-14, dec. 2014.

➤ PORTAL METÁLICA: construção civil. **Cronologia do Uso dos Metais**. 2016. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/cronologia-do-uso-dos-metais-revolucao-cientifica-industrial>>. Acesso em: 01/07/2017.

➤ Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação: **Unidade Fortaleza**. 2013. Disponível em: < <http://www.sarah.br/a-rede-sarah/nossas-unidades/unidade-fortaleza/>>. Acesso em: 01/02/2018.

➤ Revista aU | Arquitetos do Metroquadrado projetam edifício de faculdade de arquitetura em Joinville, SC | Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/266/arquitetos-do-metroquadrado-projetam-edificio-de-faculdade-de-arquitetura-em-370709-1.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

➤ Revista aU | Tecnologia Light Steel Frame | Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: < <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/185/steel-frame-149630-1.aspx>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

➤ RIBEIRO, Gislene Passos. **Conforto Ambiental, Sustentabilidade, Tecnologia E Meio Ambiente: Estudo De Caso Hospital Sarah Kubitschek – Brasília 2007**. Disponível em: <

http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/FAU/Publicacoes/PDF_IIIForum_a/MACK_III_FORUM_GISLENE_RIBEIRO.pdf> Acesso em: 22/02/2018.

➤ SOUZA, Heldio Carneiro. **Estruturas de aço: ações do vento em estruturas metálicas (parte 02)**. 2016. Disponível em: <<http://heldiocarneiro.moodlelivre.com/course/view.php?id=20>> Acesso em: 30/05/2017.

➤ TECHNE, Pini. **Steel Frame – fundações (parte 1)**. 2008, edição 135. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-1.aspx>. Acesso em: 10 de janeiro. 2018.

➤ TEIXEIRA, Rodolfo dos Santos. **O Caminho. In:UFBA : do século XIX ao século XXI** / Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciência da Informação ; Lídia Maria Batista Brandao Toutain, Rubens Ribeiro Goncalves da Silva, organizadores. – Salvador : EDUF BA, 2010.p 61-94

➤ TREBILCOCK, P. J. **Building design using cold formed steel sections: an architect's guide**. Berkshire: Steel Construction Institute (SCI) Publication, 1994. 97p.

➤ UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. **Curso de Arquitetura e Urbanismo**. 2013. Disponível em: <<http://www2.unifap.br/arquitetura/ensino/projeto-politico-pedagogico-ppp/>> Acesso em: 10/05/2017.

APÊNDICES

MEMORIAL DESCRITIVO

- **Lanchonete:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de aço galvanizado a fogo (bobinas de aço galvanizadas direto da fábrica), revestimentos "B" ou "X", com cristais normais; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Plotter/Copiadora:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 2,00 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Sala de reuniões:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 2,00 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Coordenação:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 2,00 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Secretaria:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 2,00 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.

- **Sala dos professores/Gabinete – 1 Pavimento:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 1,50 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Sala dos professores/Gabinete - Subterrâneo:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 1,50 x 1,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Copa:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e com revestimento de porcelanato até o teto, dimensões 0,37 x 0,58 cm; piso em korodur antiderrapante, rodapé em korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90x2,10 m; balancim com dimensões 1,80 x 0,60m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Banheiro dos professores:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e com revestimento de porcelanato até o teto, dimensões 0,37 x 0,58 cm; piso em korodur antiderrapante, rodapé em korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; balancim com dimensões 0,80 x 0,60m, em material de alumínio, vidro 8mm; bancada em granito verde perola nas dimensões de 0,80 x 0,50 m, com cuba embutir em louça, válvula de escoamento universal, torneira de bancada (Piatto); conjunto de bacia e caixa acoplada linha etna (celite), ducha Duo Shower (marca Lorenzetti); forro em gesso com iluminação de Led tubular.

- **Laboratório de Informática 01:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Laboratório de Informática 02:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Laboratório de Instalações Prediais e Sistemas Construtivos:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Laboratório de Conforto:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Sala de Aula 01:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de

0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.

- **Sala de Aula 02:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Sala de Aula 03:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Sala de Pranchetas:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Atelier:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Foyer – 1 Pavimento:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 2,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.

- **Foyer – Subterrâneo:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e pintada com tinta acrílica; piso em korodur, rodapé em Korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; janela com dimensões 3,20 x 1,00m, em material de alumínio, vidro 8mm; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Banheiro Feminino/PNE:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e com revestimento de porcelanato até o teto, dimensões 0,37 x 0,58 cm; piso em korodur antiderrapante, rodapé em korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; balancim com dimensões 1,00 x 0,60m, em material de alumínio, vidro 8mm; bancada em granito verde perola nas dimensões de 2,30 x 0,60 m, com 3 cubas embutir em louça, válvula de escoamento universal, torneira de bancada (Piatto); 5 conjunto de bacia e caixa acoplada linha etna (celite), ducha Duo Shower (marca Lorenzetti); divisórias Anodizado fosco ou pintura epóxi pó branco; forro em gesso com iluminação de Led tubular.
- **Banheiro Masculino/PNE:** Paredes em painéis formados de perfis leves de aço galvanizado, constituindo paredes estruturais, revestidas com OSB (Oriented Strand Board), e com revestimento de porcelanato até o teto, dimensões 0,37 x 0,58 cm; piso em korodur antiderrapante, rodapé em korodur; porta de MDF laqueada de abrir com dimensão de 0,90 x 2,10 m; balancim com dimensões 1,00 x 0,60m, em material de alumínio, vidro 8mm; bancada em granito verde perola nas dimensões de 2,30 x 0,60 m, com 3 cubas embutir em louça, válvula de escoamento universal, torneira de bancada (Piatto); 5 conjunto de bacia e caixa acoplada linha etna (celite), ducha Duo Shower (marca Lorenzetti); 3 Mictórios com sifão integrado, cor branco gelo; divisórias Anodizado fosco ou pintura epóxi pó branco; forro em gesso com iluminação de Led tubular.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Considerações gerais

- Essas Especificações Técnicas se referem à construção de um Bloco de Arquitetura e Urbanismo, com área total de 1.470,70 m². Estarão disponibilizados os Projetos de Arquitetura.
- Para a perfeita compreensão do conteúdo desta especificação técnica, sua leitura deverá ser acompanhada (quando indicado) da verificação dos desenhos contidos nas pranchas que compõem o projeto.
- As propostas a serem feitas deverão ter como referência os Projetos elaborados com suas respectivas especificações e as considerações contidas nesse documento técnico. Qualquer dúvida na interpretação de desenhos, de detalhes ou de itens das Especificações, esta deverá ser imediatamente esclarecida com os projetistas.
- Após a escolha do Empreiteiro responsável pela construção o mesmo deverá emitir e apresentar a Registro de Responsabilidade Técnica – RRT do CAU-AP, devidamente registrada, responsabilizando-se pela execução da obra.
- Na construção da obra deverão ser empregados ferramentas e equipamentos adequados aos serviços a serem feitos.
- De forma geral, todos os materiais a serem utilizados na obra deverão ser de primeira qualidade, obedecendo, quando for o caso, as prescrições destas Especificações Técnicas e aquelas relativas a cada projeto.
- Todos os serviços deverão ser executados por profissionais habilitados e competentes de forma a garantir a excelente qualidade pretendida na construção.

- Se necessário, o local onde será construído o prédio, estará disponível à visita para verificações gerais (topografia, redes de utilidades de água e luz, instalações existentes, e outras mais).

Serviços preliminares

- A Contratada obriga-se a mandar confeccionar, e conservar na obra, a respectiva placa conforme exigido pela Legislação e medindo aproximadamente 3,00x2,00 m, atendendo a orientações da Contratada.
- Canteiro de obras: O local da obra poderá ser visitado para tomada de conhecimento das condições de acesso, topografia, abastecimento de água e energia elétrica, transportes, alojamentos, depósitos, sanitários, locais para depósito de materiais. A responsabilidade pela instalação do canteiro de serviços, inclusive ligações de redes de utilidades (água, luz e esgoto), e os serviços de vigilância serão de responsabilidade da Empresa Construtora. A disposição das diversas instalações e depósitos do canteiro deverá estar de acordo com as orientações do IEF – Instituto Estadual de Florestas. Deverão ser consideradas as exigências legais relacionadas com os aspectos de segurança, higiene, salubridade e poluição.
- Será previsto tapumes na frente do terreno para isolar a obra do tráfego de veículos e pessoas.
- O barraco da obra servirá como escritório, almoxarifado e depósito, O mesmo será localizado de tal forma que não atrapalhe a circulação e o desenvolvimento da obra. As placas serão presas logo acima do tapume, com armação própria.
- Locação da obra: Necessariamente a locação da obra será feita utilizando-se o processo de gabaritos contínuos colocados nivelados no perímetro da obra. A marcação das paredes deverá ser perfeita de modo que todos os alinhamentos, esquadros, níveis e prumos sejam rigorosamente obedecidos. Esta locação deverá ser conferida e liderada pelo Responsável Técnico (R.T.) pela obra.

- Todos os Projetos, Especificações e Documentos Técnicos relativos a obra deverão ser devidamente guardados e disponibilizados à fiscalização quando solicitados.

Movimento de Terra

- O Empreiteiro executará todo o movimento de terra necessário e indispensável ao nivelamento do terreno nas cotas fixadas pelo projeto de implantação.
- A compactação deverá ser executada por equipamentos adequados e realizada com os devidos cuidados em relação ao teor de umidade e densidade do material empregado, para ser atingido o ponto ótimo de compactação.

Fundações

- As fundações deverão respeitar as características específicas do solo onde será implantada a edificação. O projeto de fundações será de responsabilidade do Empreiteiro e deverá ser respeitado na sua íntegra durante a execução.
- Adota-se como sistema padrão, a fundação do tipo “Radier”, sistema que funciona como uma laje continua de concreto armado em toda a área da edificação.
- Para a execução do radier, é necessária uma limpeza prévia da superfície do terreno assim como o nivelamento e compactação. Logo após, coloca-se um lastro de brita para proteger a ferragem do radier.
- Em torno da fundação em radier coloca-se as formas de madeira, com largura de 10 cm aproximadamente, na lateral fazendo o fechamento da área a ser concretada de acordo com as dimensões previstas no projeto estrutural. Qualquer tubulação hidrossanitária ou elétrica deve ser assentada no solo sob o radier com saída através da laje, evitando que sejam feitos futuros cortes na laje já executada, evitando assim o retrabalho e aumento do custo da fundação.

- Materiais utilizados na fundação, piso bruto e contrapiso, tais como: brita, aço, telas soldadas de aço, cimento, areia, pregos, tabuas de caixaria, aterro, tijolos (se necessário), impermeabilizantes, bem como materiais para montagem de alojamento de pessoal e guarda de materiais de obra e andaimes.

Estrutura

- Estrutura em perfis de aço leve (montantes e guias), tipo “U”, com espessura de 0,95mm, em espaçamentos modulados de acordo com o projeto. Pé direito aproximadamente 4,50m. A montagem das estruturas seguirá, rigorosamente, o projeto, a especificação e as prescrições do fabricante.
- A estrutura é composta de aço galvanizado que recebe um tratamento anticorrosivo especial, que lhe confere vida útil superior a 100 anos.
- O piso steel deck consiste na utilização de perfis de aço A446 pré-fabricados, em forma de telha trapezoidal revestidos por uma camada de concreto leve (argila expandida como agregado), cuja resistência mínima à compressão é 20MPa.

Paredes

- Tanto interna como externamente, a estrutura em aço, irá receber vedação em painel “OSB” com 11,1 mm de espessura, fixados através de parafusos.
- Sobre o vão das portas e sobre e sob os vãos das janelas devem ser construídas vergas em concreto armado. Devem ter a espessura da parede e exceder ao vão no mínimo 30cm ou 1/5 do vão. Sua superfície deverá ficar no mesmo plano dos tijolos. Receberão revestimento pintura de acordo com o acabamento das paredes onde forem inseridas.

Cobertura

- Utilização de perfis de aço carbono de acordo com projeto. Será utilizado o aço SAE1020 e o aço ASTM A36.
- São utilizados perfis de alumínio de acordo com descrição: perfil Trapezoidal – para junção e fixação das chapas; perfil “U” – para acabamento na face inferior e superior das chapas; gaxetas de borracha – para vedação com encaixe nos perfis de alumínio; parafusos Auto-atarraxante – para fixação dos perfis;
- Para montagem das chapas é necessário que tenham uma área de apoio com no mínimo 50mm e principalmente folga para dilatação. Os condutores serão em pvc embutidos nas paredes.

Impermeabilização

- As cintas de concreto armado serão impermeabilizadas nas suas faces laterais e na face superior com duas demãos cruzadas do impermeabilizante “Neutro”. A segunda demão somente será aplicada após a secagem da demão anterior.

Revestimento

- O revestimento externo final, será concluído com chapas de placa cimentícias, com espessura de 8,00 mm, e internamente, com placas de gesso acartonado “DryWall”, com espessura de 12,5mm.
- Todas as chapas serão fixadas através de parafusos nos painéis tipo “OSB”. Em todas as emendas das placas cimentícias, será aplicada tela de poliéster com 100 e 50mm, fixadas com massa cimentícia específica para juntas. Da mesma forma, as placas de gesso acartonado, que receberão em suas emendas, tela de poliéster com 100 e 50mm, fixadas com massa para “DryWall” específica para juntas.

Pavimentação

- Serão revestidos em korodur bem polido, com juntas plásticas pretas, os pisos indicados em projeto. Também serão executados em korodur os rodapés dos ambientes.
- Serão executados por pessoal especializado seguindo as normas e especificações do fabricante.
- O piso em korodur deverá ficar perfeitamente liso e sem imperfeições, depois de concluído deverá ser resinado.
- Nas portas externas serão colocadas soleiras de granito tipo verde pérola.
- Nas janelas serão colocados peitoris de granito tipo verde pérola, com caimento de água para fora.
- As calçadas de proteção no exterior das paredes, terão largura de 0,80m em toda a extensão das paredes externas da casa, construídas de piso cimentado.
- As faixas de piso de alerta localizadas antes e depois dos desníveis das rampas serão em placas cimentícias com textura e cor correspondentes às exigências da NBR 9050, padrão Guia para Deficientes Visuais, cor vermelho, marca João Vogel, ou equivalente. Serão aplicadas sobre contrapiso de concreto com 5 cm de espessura com massa de assentamento de consistência bem pastosa com cerca de 3 cm e traço 4/1 (areia/cimento).

Esquadrias

- As Portas dos banheiros, com dimensões de 0,60 x 2,10 m serão de madeira e as portas dos demais ambientes, com dimensões de 0,80 x 2,10 m. Todas portas serão assentadas em portais de madeira com 3 dobradiças, estampada em aço carbono. Com maçaneta em Zamac; espelho, testa e contra testa em aço inox inoxidável cilindro em zamac.

- As Portas em alumínio, em vidro temperado 6mm e terão as dimensões e peitoris indicados no Projeto Arquitetônico.
- As Janelas e Balancins em alumínio, em vidro temperado 6mm e terão as dimensões e peitoris indicados no Projeto Arquitetônico.
- As esquadrias em alumínio deverão ser entregues na obra protegidas com tinta anticorrosiva, podendo-se utilizar zarcão para esta finalidade.
- Todos fechos, fechaduras, básculas, portas, janelas deverão ter perfeito funcionamento.

Pintura

- Todas as pinturas serão precedidas pela execução de amostras que deverão ser aprovadas pela Fiscalização. A forma de aplicação deverá seguir as indicações dos fabricantes, ouvida a Fiscalização.
- As superfícies a serem pintadas serão raspadas para melhorar o acabamento e deverão estar perfeitamente limpas, isentas de poeiras e gorduras. As paredes e tetos receberão e receberão uma demão de líquido selador e duas demãos de tinta acrílica, de modo apresentar superfícies lisas e uniformes, sem manchas. Os tetos e paredes internas serão na cor branco neve e as paredes externas na cor pérola, com texturas. As esquadrias metálicas serão pintadas com tinta esmalte brilhante branco. As esquadrias de madeira serão envernizadas.

Limpeza da Obra

- A obra deverá ser entregue totalmente limpa. Vidros, louças, metais, pisos, azulejos lavados. Os entulhos resultantes da construção deverão ser retirados do local, e a obra somente será recebida após a vistoria da Comissão Fiscalizadora que examinará o atendimento a todas prescrições estabelecidas nos Projetos e nas Especificações relativas a obra.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO BACHAREL EM ARQUITETURA E URBANISMO

PLANÍLHA ORÇAMENTÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROPSOTA: BLOCO DE ARQUITETURA E URBANISMO
ORIENTADOR: HÉLDIO CARNEIRO DE SOUZA
ACADÊMICO: CHRISTIAN FELLIPE ALVES DA SILVA

Código	Banco	DISCRIMINAÇÃO	TIPO	UNID	QUANT.	PREÇOS R\$		VALOR
						UNITÁRIO	PARCIAL	TOTAL R\$
SERVIÇOS PRELIMINARES								31.611,01
11703	ORSE	BARRACÃO ABERTO PARA APOIO À PRODUÇÃO (CARPINTARIA, CENTRAL DE ARMAÇÃO, OFICINA, ETC.) C/ TESOURAS, TELHA 4MM, PISO EM CONCRETO DESEMPOLADO	CANT - CANTEIRO DE OBRAS	M2	111,07	20,00	2.221,40	
742201	SINAPI	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	SERP - SERVIÇOS PRELIMINARES	M2	46,69	578,00	26.986,82	
742091	SINAPI	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO	CANT - CANTEIRO DE OBRAS	M2	230,37	1,00	230,37	
740773	SINAPI	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	SERT - SERVIÇOS TÉCNICOS	M2	4,47	486,00	2.172,42	
MOVIMENTO DE TERRA								57.976,80
97082	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VIGA DE BORDA PARA RADIER. AF_09/2017	MOVT - MOVIMENTO DE TERRA	M3	37,43	1.470,00	55.022,10	
97083	SINAPI	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR DE SOLOS A PERCUSSÃO. AF_09/2017	MOVT - MOVIMENTO DE TERRA	M2	2,01	1.470,00	2.954,70	
FUNDAÇÕES								203.953,68
95241	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07_2016	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M2	20,07	1.470,00	29.502,90	
92778	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2017	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M2	70,68	1.470,00	103.899,60	
97095	SINAPI	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESSURA DE 15 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2017	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M3	319,96	220,50	70.551,18	
ESTRUTURA								304.313,18
*	*	ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAME	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M2	56,64	4.371,69	247.612,52	
LAJES								39.207,06
7947	ORSE	LAJE PRÉ-FABRICADA STEEL DECK PARA PISO, ESPESSURA DA CHAPA 0,80 MM, ESPESSURA DA LAJE 15 CM, COM CAPA DE CONCRETO FCK=25MPA	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M2	129,03	303,86	39.207,06	
ESCADA								17.493,60
9473	ORSE	ESCADA METÁLICA C/ PISO EM CHAPA 1/4", COM ALTURA TOTAL= 1,80 M	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	UN	4.373,40	4,00	17.493,60	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO BACHAREL EM ARQUITETURA E URBANISMO

PLANÍLHA ORÇAMENTÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROPSOTA: BLOCO DE ARQUITETURA E URBANISMO
ORIENTADOR: HÉLDIO CARNEIRO DE SOUZA
ACADÊMICO: CHRISTIAN FELLIPE ALVES DA SILVA

Código	Banco	DISCRIMINAÇÃO	TIPO	UNID	QUANT.	PREÇOS RS		VALOR TOTAL RS
						UNITÁRIO	PARCIAL	
		COBERTURA						744.565,37
*	*	ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAME TESOURAS/TERÇAS	COBE - COBERTURA	M2	67,60	1.832,19	123.856,04	
9215	ORSE	COBERTURA EM POLICARBONATO ALVEOLAR DE 8MM, FIXADO EM PEÇAS DE ALUMÍNIO INCLUSIVE INSTALAÇÃO	COBE - COBERTURA	M2	338,78	1.832,19	620.709,33	
		IMPERMEABILIZAÇÃO					-	41.321,70
83742	SINAPI	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM EMULSAO ASFALTICA A BASE D'AGUA	IMPE - IMPERMEABILIZAÇÕES E PROTEÇÕES DIVERSAS	M2	20,29	1.470,00	29.826,30	
741061	SINAPI	IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAOS.	IMPE - IMPERMEABILIZAÇÕES E PROTEÇÕES DIVERSAS	M2	7,82	1.470,00	11.495,40	
		REVESTIMENTO						614.630,78
9722	ORSE	REVESTIMENTO DE PAREDES COM PLACA DE GESSO ACARTONADO(2,40 X 1,20 M)	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	31,63	2.322,09	73.447,71	
9084	ORSE	PLACA CIMENTÍCIA E =8MM, DIMENSÕES: 1,20X2,00M, PARA FECHAMENTO DA FACHADA, FIXADA EM ESTRUTURA METÉLICA (FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO)	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	62,52	2.528,73	158.096,20	
*	*	REVEST. AZULEJO BRANCO 15X15 CM 1A CATEGORIA, ASSENTADO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA DE CIMENTO COLANTE	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	28,15	206,64	5.816,92	
*	*	MEMBRANA HIDRÓFUGA PROTEÇÃO INTERNA DA ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	108,62	2.322,09	252.225,42	
*	*	MEMBRANA HIDRÓFUGA PROTEÇÃO EXTERNA DA ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	53,85	2.322,09	125.044,55	
		PAVIMENTAÇÃO						139.344,26
10175	ORSE	PISO ALTA RESISTENCIA, BRANCO, E=12MM, APLICADO COM JUNTAS, POLIDO ATÉ O ESMERIL 400 E ENCERADO, EXCLUSIVE ARGAMASSA DE REGUALRIZAÇÃO	PISO - PISOS	M2	69,30	1.202,70	83.347,11	
94992	SINAPI	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 6 CM, ARMADO. AF_07/2016	PISO - PISOS	M2	56,30	690,89	38.897,11	
9418	ORSE	PISO TÁTIL DIRECIONAL E/OU ALERTA, DE CONCRETO, NA COR NATURAL, P/DEFICIENTES VISUAIS, DIMENSÕES 25X25CM, APLICADO COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA AC-II, REJUNTADO, EXCLUSIVE REGULARIZAÇÃO DE BASE	AZULEJOS E CERÂMICAS	M2	69,47	246,15	17.100,04	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO BACHAREL EM ARQUITETURA E URBANISMO

PLANÍLHA ORÇAMENTÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROPSOTA: BLOCO DE ARQUITETURA E URBANISMO
ORIENTADOR: HÉLDIO CARNEIRO DE SOUZA
ACADÊMICO: CHRISTIAN FELLIPE ALVES DA SILVA

Código	Banco	DISCRIMINAÇÃO	TIPO	UNID	QUANT.	PREÇOS RS		VALOR TOTAL RS
						UNITÁRIO	PARCIAL	
ESQUADRIAS								46.760,77
91327	SINAPI	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 90X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	ESQV - ESQUADRIAS/FERRAGENS/VIDROS	UN	573,78	44,00	25.246,32	
94582	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, COM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016	ESQV - ESQUADRIAS/FERRAGENS/VIDROS	UN	256,97	65,00	16.703,05	
94575	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO, VEDAÇÃO COM ESPUMA EXPANSIVA PU, COM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016	ESQV - ESQUADRIAS/FERRAGENS/VIDROS	M2	320,76	15,00	4.811,40	
FORRO								139.916,34
97065	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MULTIDIRECIONAL (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	M2	4,65	1249,03	5.807,99	
*	*	LÃ DE PET ISOFOAM IE50 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	10,06	1249,03	12.565,24	
10350	ORSE	ESTRUTURA PARA FIXAÇÃO DE FORRO DE GESSO ACARTONADO COM PERFIS EM TUBO METALON, 40 X 20MM - OBRA DA SUPERINT. REG. DO TRABALHO	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	21,78	1249,03	27.203,87	
7702	ORSE	FORRO DE GESSO ACARTONADO, COR BRANCA, PLACA 1243 X 618MM, MARCA GYPSUM, MODELO GESSOLYNE OU SIMILAR, INSTALADO	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	M2	75,53	1249,03	94.339,24	
PINTURA								225.451,66
88415	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. AF_06/2014	PINT - PINTURAS	M2	1,96	4666,77	9.146,87	
88497	SINAPI	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	PINT - PINTURAS	M2	8,75	4666,77	40.834,24	
2296	ORSE	PINTURA PARA EXTERIORES, SOBRE PAREDES, COM LIXAMENTO, APLICAÇÃO DE 01 DEMÃO DE SELADOR ACRÍLICO, 01 DEMÃO DE TEXTURA ACRÍLICA BRANCA E 02 DEMÃOS DE TINTA ACRÍLICA CONVENCIONAL	PINT - PINTURAS	M2	28,27	4666,77	131.929,59	
88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	PINT - PINTURAS	M2	9,33	4666,77	43.540,96	
ENCERRAMENTO								17.606,32
9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	M2	1,95	9.028,88	17.606,32	
TOTAL								2.567.451,87
						25% DE LOGÍSTICA	25%	641.862,97
TOTAL COM LOGÍSTICA								3.209.314,83