

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA - UNIFOR/MG**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO**  
**STÉFANI GOMES SILVA**

**A ESTRUTURA METÁLICA**  
**EM ESPAÇOS DE GRANDE COMPLEXIDADE: ESTUDO DE UM CENTRO DE**  
**FISIOTERAPIA EM LAGOA DA PRATA-MG**

**FORMIGA – MG**

**2/2017**

STÉFANI GOMES SILVA

A ESTRUTURA METÁLICA  
EM ESPAÇOS DE GRANDE COMPLEXIDADE: ESTUDO DE UM CENTRO DE  
FISIOTERAPIA EM LAGOA DA PRATA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIFOR-MG,  
com requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Arquitetura E Urbanismo.  
Orientador: Prof. Cezár Augusto Silvina Figueredo

FORMIGA – MG

2/2017

S586 Silva, Stéfani Gomes.

A estrutura metálica em espaços de grande complexidade: estudo de um centro de fisioterapia em Lagoa da Prata-MG / Stéfani Gomes Silva. – 2017.

95 f.

Orientador: César Augusto Silvino Figueredo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)-Centro Universitário de Formiga-UNIFOR-MG, Formiga, 2017.

1. Estrutura. 2. Aço. 3. Reabilitação. 4. Fisioterapia. I. Título.

CDD 624.1821

STÉFANI GOMES SILVA

A ESTRUTURA METÁLICA  
EM ESPAÇOS DE GRANDE COMPLEXIDADE: ESTUDO DE UM CENTRO DE  
FISIOTERAPIA EM LAGOA DA PRATA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIFOR-MG,  
com requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Arquitetura E Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ma. César Augusto Silvino Figueiredo  
Orientador

---

Prof. Ms. Karla Cristina Garcia de Carvalho

---

Convidado Rodrigo Torres Moreira Oliveira

UNIFOR-MG  
Formiga, 10 de Novembro de 2017

*“Só o que está morto não muda! Repito por pura alegria de viver: a salvação é pelo risco, sem o qual a vida não vale a pena!”*

*Clarice Lispector, 1992*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e a todos os anjos e Santos que me iluminaram, deram força, persistência, e colocaram ao longo do meu caminho pessoas especiais que contribuíram com o que tinham, seja em qualquer forma ou valia para que este trabalho fosse realizado.

Em especial aos meus pais, José Pedro e Matilde por todo apoio emocional, pelo amor e a confiança depositada em mim, serei eternamente grata a vocês por todo sacrifício, paciência, pelos ensinamentos, da formação do meu caráter. Se hoje estou aqui e sou quem sou é por vocês.

Ao meu irmão Crislei, minha cunhada Milene e meu afilhado Gabriel, que fizeram meus dias melhores, com o apoio nos dias difíceis incentivando sempre a fazer o meu melhor.

Aos meus familiares pela compreensão de minha ausência em alguns momentos importantes, por acreditarem na minha capacidade e não me deixarem desistir.

Aos amigos pessoais, agradeço a vocês todos os momentos compartilhados, momentos estes de alegria muitas risadas, choro e desabafos.

As engenheiras Anita e Talita pela oportunidade de estagiar no escritório Conceito Engenharia e Projetos, onde pude crescer profissionalmente, obrigada pelos conhecimentos compartilhados, pela paciência e pela amizade.

A todos os mestres que fazem parte dessa conquista, que transmitiram seus conhecimentos de forma muito especial. Em especial ao meu orientador o Professor Mestre César Augusto Silvino Figueiredo, no qual devo meu respeito e reconhecimento, pela sensibilidade ao ensinar e conseguir transmitir tanto conhecimento de forma única, pelas orientações que foram essenciais para execução desse trabalho.

No mais, muito obrigada!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Vista da ponte Iron Bridge.....	22
Figura 2- Croqui representativo ponte Iron Bridge .....	22
Figura 3 - Croqui Palácio de Cristal.....	23
Figura 4 - Interior do Palácio de Cristal .....	24
Figura 5 - Ferroviária da Luz em São Paulo/SP .....	25
Figura 6 - Casa Eames fachada.....	26
Figura 7 - Armação da estrutura da Casa Eames .....	26
Figura 8 - Edifício WT Morumbi fachada .....	27
Figura 9 - Processo de refinação do aço.....	28
Figura 10 - Perfis laminados de abas inclinadas .....	30
Figura 11 - Perfis laminados de abas paralelas .....	31
Figura 12 - Perfis extrudados .....	31
Figura 13 - Perfis Soldados .....	32
Figura 14 - Perfil U simples .....	32
Figura 15 - Perfil Cartola .....	32
Figura 16 - Perfil Calha .....	32
Figura 17 – Cabo de aço .....	33
Figura 18 - Vigas Alveolares .....	33
Figura 19 - Gráfico da produção de aço bruto no Brasil.....	34
Figura 20 - Benefícios da economia circular .....	39
Figura 21 - Traumato-ortopédica.....	46
Figura 22 - Prática da Osteopatia.....	46
Figura 23 - Quiropraxia .....	47
Figura 24 – Hidroterapia.....	48
Figura 25 - Neurofuncional .....	49
Figura 26 - Fisioterapia aplicada à saúde da mulher.....	50
Figura 27 - Modelagem do Centro de Reabilitação Egmont.....	53
Figura 28 - Sistema de rampas dentro das piscinas .....	54
Figura 29 - Toboágua .....	54
Figura 30 - Corte .....	55
Figura 31 - Planta do centro de reabilitação Egmont .....	55
Figura 32 - Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal .....	56

Figura 33 - Plantas, cortes e fachadas do Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal .....	57
Figura 34 - Interior do Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal .....	58
Figura 35 - Fachada principal.....	59
Figura 36 - Estudo da volumetria em função do conforto .....	60
Figura 37 - Corte esquemático solução do telhado .....	60
Figura 38 - Museu da memória .....	62
Figura 39 - Fachada do Museu da Memória.....	63
Figura 40 - Implantação do Museu da Memória .....	63
Figura 41 - Imagem noturna .....	63
Figura 42 - Perspectiva da Grid House .....	64
Figura 43 – Diagrama de Sustentabilidade .....	65
Figura 44 - Detalhe ligação dos elementos estruturais .....	66
Figura 45 - Detalhamento do grid principal .....	66
Figura 46 - Croqui .....	67
Figura 47 - Pavilhão com vigas de aço em formato de asa.....	67
Figura 48 - Planta baixa .....	68
Figura 49 - Cobertura com Shads .....	69
Figura 50 - Fachada do Hospital Sarah Kubitscheck .....	70
Figura 51 - Imagem área da cidade de Lagoa da Prata MG .....	71
Figura 52 - Vista panorâmica do novo loteamento .....	73
Figura 53 – Residencial das Palmeiras .....	73
Figura 54 – Paisagem do terreno .....	73
Figura 55 – Vista do terreno Avenida José Pereira da Silva .....	74
Figura 56 – Vista da lagoa .....	74
Figura 57 - Mapa de estudo das condicionantes do terreno .....	75
Figura 58 - Mapa de cheios e vazios.....	77
Figura 59 - Mapa de Áreas verdes.....	77
Figura 60 - Mapa de uso do solo.....	78
Figura 61 - Mapa de hierarquia viária.....	79
Figura 62 - Mapa de equipamentos urbanos comunitários e mapa de mobiliário urbano .....	79
Figura 63 - Mapa de gabarito .....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de Atividades .....	20
Tabela 2 - Especificações de aço.....	30
Tabela 3 – Vantagens da estrutura metálica.....	35
Tabela 4 – programa de necessidades .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CO<sup>2</sup> – Dióxido de Carbono  
COFITO – Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
CS – Coluna Soldada  
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional  
CVS – Coluna/Viga Soldada  
ELS – Estado Limite de Serviço  
ELU – Estado Limite Único  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Analítica  
MCA – Medicina Complementar/Alternativa  
MT – Medicina Tradicional  
NBR – Norma Brasileira  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
PNPIC – Práticas Integrativas e Complementares  
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada  
S.O.S – Serviços de Obras Sociais  
SUS – Sistema Único de Saúde  
VS – Viga Soldada  
ZR2 – Zona Residencial 02

## RESUMO

A estrutura metálica vem sendo um método construtivo carregado com tecnologias, que a possibilita uma série de vantagens, que dentre elas, se destacam a sua capacidade de resistência mecânica com um número reduzido de material utilizado em obra, podendo ser reutilizado e reciclado sem perder suas características mecânicas, além de tudo contribuir para uma construção mais rápida, com menos desperdícios e sustentável. Este trabalho de conclusão de curso constitui-se em uma revisão bibliográfica do tema, abordando a estrutura metálica e seus aspectos, além da área de fisioterapia, suas aplicações e conceitos. Abordando uma proposta projetual de um centro de fisioterapia na cidade de Lagoa da Prata-MG, com objetivo de melhorar os atendimentos públicos na área, levando aos pacientes um atendimento digno e acolhedor.

Palavras chave: Estrutura. Aço. Reabilitação. Fisioterapia

## **ABSTRACT**

The metallic structure has been a constructive method loaded with technologies, which allows a series of advantages, among which, its mechanical resistance capacity is highlighted with a reduced number of material used, being able to be reused and recycled without losing its mechanical characteristics , In addition to contributing to a faster, less wasteful and sustainable construction.

This work is a bibliographical review of the subject, addressing the metallic structure and its aspects, besides the area of physiotherapy, its applications and concepts. Approaching a project proposal of a physiotherapy center in the city of Lagoa da Prata-MG, aiming to improve the public care in the area, leading patients to a dignified and welcoming service.

Keywords: Structure. Steel. Rehabilitation. Physiotherapy

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
1.1 TEMA .....	17
1.2 JUSTIFICATIVA .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	18
1.3.1 Objetivo geral.....	18
1.3.2 Objetivos específicos .....	18
1.4 METODOLOGIA.....	19
1.5 CRONOGRAMA .....	20
2 INTRODUÇÃO À ESTRUTURA METÁLICA .....	21
2.1 Histórico do Aço.....	21
2.2 O aço como elemento estrutural.....	27
2.2.1 Aço como material.....	28
2.2.2 Perfis .....	30
2.2.3 Soluções especiais – vigas alveolares .....	33
2.2.4 Produção e custos.....	34
2.2.5 Vantagens .....	35
2.2.6 Desvantagens .....	37
2.2.7 Sustentabilidade.....	38
2.3 Legislação Pertinente.....	40
2.3.1 ABNT NBR 8800/2008 – Projeto de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios .....	40
2.3.2 ABNT NBR 14762 Dimensionamento de estrutura de aço constituído por perfis formados a frio – procedimento.....	41
2.3.4 ABNT NBR 9050/2015 Acessibilidade a edificação, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.....	41

2.3.5 RDC 50/202 .....	42
2.3.6 Lei de uso e ocupação do solo.....	42
3. CENTROS DE FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO .....	44
3.1 Histórico da fisioterapia.....	44
3.2 Especificações da área de fisioterapia .....	45
3.2.1 Traumato-ortopédica: .....	45
3.2.2 Osteopatia.....	46
3.2.3 Quiropraxia.....	47
3.2.4 Hidroterapia.....	47
3.2.5 Neurofuncional .....	48
3.2.8 Saúde da mulher .....	49
4.0 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....	51
5.0 OBRAS ANÁLOGAS .....	53
5.1 Vandhalla, Egmont Centro de Reabilitação .....	53
5.2 Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal.....	56
5.3 O Crescente.....	59
5.4 Museu da memória .....	61
5.5 Grid House.....	64
5.6 Hospital Sarah Kubitscheck.....	69
6. DIAGNÓSTICO DO SITIO E REGIÃO .....	71
6.1 Análise Histórica, Cultural, Socioeconômica da cidade e região .....	71
6.2 Estudo da área de projeto e seu entorno.....	72
6.3 Estudo do plano diretor do município de Lagoa da Prata-MG 2017 .....	75
6.4 Estudo de Mapas-Sínteses .....	76
6.4.1 Mapa de cheios e vazios .....	76
6.4.2 Mapa de Áreas Verdes .....	77
6.4.3 Mapa de uso do solo.....	78

6.4.4 Mapa Hierarquia Viária .....	78
6.4.5 Mapas de equipamentos urbanos comunitários e Mapa de mobiliário urbano .....	79
6.4.6 Mapa de gabarito .....	80
6.0 PROPOSTA PROJECTUAL.....	81
6.1 Programa de necessidades e pré-dimensionamento.....	81
6.2 Fluxograma.....	84
7.0 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS .....	86
8.0 REFERÊNCIAS.....	87

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia na área da construção civil vem exigindo das construções uma redução do impacto ambiental, otimização de tempo e custo, com ótimo desempenho estrutural. Neste cenário o aço vem conquistando espaço perante o mercado, sendo utilizado em praticamente todas as áreas de uma obra.

Segundo Campos (2010) a estrutura em aço já faz parte há tempos no desenvolvimento de eficiência na construção civil, embora o Brasil seja um dos maiores produtores de aço, o emprego da estrutura ainda se faz precária no país, mesmo que lentamente esse fato vem sido modificado. Segundo Santiago (2008) “Há atualmente no país experiências, bem sucedidas no emprego de sistemas industrializado [...] A construção industrializada se apresenta como um caminho para a mudança da realidade da construção civil brasileira.”

Sales (2001) diz que “Esse tipo de construção requer conhecimento das potencialidades e das limitações de todos os sistemas complementares ligados na obra [...] exige uma grande atenção no planejamento e na interação de cada uma das suas etapas”.

Tendo em vista as vantagens que essa estrutura proporciona, temos como objeto de estudo o projeto de um centro de fisioterapia e reabilitação em Lagoa da Prata/MG; dados obtidos pela secretária de saúde do município revelam que os lugares são inadequados e não seguem a vigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para os atendimentos, sofrendo assim com a alta demanda de pacientes.

O campo de fisioterapia segundo o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional – COFITO 2017 “previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por alterações genéticas, por traumas e por doenças adquiridas”. Contando hoje com quinze especialidades.

A proposta projetual da construção de um centro de fisioterapia e reabilitação física conta atendimentos em convênio ao SUS (Sistema Único de Saúde) que é “um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo. Ele abrange desde o simples atendimento ambulatorial até o transplante de órgãos, garantindo acesso integral, universal e gratuito para toda população.” (SUS 2017) pelo programa PNPIC

(Práticas Integrativas e Complementares) que integra a fisioterapia no SUS, nos campos de atuação da traumato - ortopédica, osteopatia, quiropraxia, fisioterapia aquática, neurofuncional, dermato funcional, fisioterapia respiratória, saúde da mulher e fisioterapia do trabalho. Tendo como ênfase a utilização da estrutura metálica para sua concepção.

## **1.1 TEMA**

O aço como solução estrutural para espaços de saúde, através da proposta de um Centro de fisioterapia e reabilitação física em Lagoa da Prata-MG como objeto de pesquisa.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Atualmente em Lagoa da Prata, os atendimentos públicos na área de fisioterapia contam com dois lugares improvisados de apoio ao idoso, Serviços de Obras Sociais (S.O.S) e a Vila da Associação São Vicente de Paulo. Estes centros possuem espaços não adequados para atendimento fisioterapêutico, porém atendem a demanda exigida nos mesmos. Entretanto com a falta de locais especializados para os demais atendimentos públicos à população, estes centros atendem a todo município e sofrem com a alta demanda de atendimentos, tornando os ambientes inapropriados, gerando desconforto, incompatibilidade de uso e problemas de infraestrutura, como o não atendimento as normas vigentes da ANVISA RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.

Dados levantados em conjunto com a secretária de saúde do município, apontam o atendimento deficitário, havendo hoje uma fila de espera de até cinco meses, causando assim problemas de atendimento que impactam na saúde pública e na qualidade de vida dos cidadãos.

Com resultado deste cenário os profissionais da área não conseguem exercer com dignidade sua profissão, devido à alta demanda de consultas e a falta de infraestrutura, deixando assim muito a desejar as condições básicas para atendimentos ao público de Lagoa da Prata e região. (Deivid Viana fisioterapeuta profissional da rede publica e privada em Lagoa da Prata 2017).

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Desenvolvimento de uma monografia como subsídio a uma análise do sistema estrutural em aço aplicado em edifícios da área de saúde, tendo como objetivo de pesquisa o projeto de um Centro de Fisioterapia em Lagoa da Prata-MG.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Pesquisar a utilização da estrutura metálica na área da saúde;
- Levantar vantagens e desvantagens do método;
- Caracterizar a estrutura de aço e seus requisitos;
- Análise de legislação pertinente como RDC;
- Desenvolvimento de pesquisa na área de atendimento fisioterápica e suas especialidades, juntamente com o condicionamento físico, como são realizados esses atendimentos em todos os públicos;
- Desenvolver a proposição do projeto em questão, referente aos estudos desenvolvidos na primeira etapa de fundamentação teórica.

## 1.4 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho a metodologia inicial utilizada foi através de pesquisas bibliográfica, eletrônicas e demais formas de documentação referentes a projetos e metodologias que utilizam estruturas metálicas. Bem como análises de obras análogas relacionadas ao sitio, ao sistema estrutural escolhido para análise de composição e estudo da estrutura e ao tema do projeto. Elaboração e estudo de legislação da cidade, lei de uso e ocupação do solo, plano diretor e código de obras, com complementação aos estudos sobre as normas técnicas pertinentes a execução plausível do projeto.

Referencial teórico dividido em dois tópicos, sendo eles: Introdução á estrutura metálica e Centros de fisioterapia e reabilitação.

Estudo sobre as leituras das obras análogas que demonstram desenvolvimento de técnicas eficazes ao projeto arquitetônico de modo a demonstração de modelos próximos ao sitio, terreno e metodologia construtiva proposta para o projeto.

Posteriormente o desenvolvimento da pesquisa em documentos da cidade de Lagoa da Prata-MG, por meio de dados obtidos pela Prefeitura e Órgãos municipais, analisando historicidade, características sociais, culturais, socioeconômicas e ambientais. Construção de mapas sínteses dos quais são: Mapa de cheios e vazios, Áreas verdes, Uso do solo, Hierarquia viária, Equipamentos urbanos comunitário e mobiliário urbano e o mapa de gabarito.

Com a análise de todo o objeto de estudo do conteúdo acima, desenvolver-se-á o programa de necessidades. Com base em todos os estudos prossegue com o desenvolvimento do projeto arquitetônico executivo, com detalhamentos, imagens, e maquete eletrônica para melhor entendimento do projeto.

## 1.5 CRONOGRAMA

Na TAB.1 é apresentado o cronograma em tempo para realização de todas as etapas do trabalho, nela há descrito todas as atividades na primeira etapa de fundamentação e na segunda etapa de preposição do projeto.

Tabela 1 – Cronograma de Atividades

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES											
	Atividades	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
TCC FUNDAMENTAÇÃO	Pesquisa do tema	■									
	Estudo da estrutura		■								
	Formatação dos elementos pré-textuais		■								
	Revisão do conteúdo		■								
	Entrega dos elementos pré-textuais		■								
	Pesquisa bibliográfica			■							
	Pesquisa sobre obras análogas				■						
	Elaboração do trabalho				■						
	Entrega final 1º etapa					■					
TCC FINAL	Estudo preliminar					■	■				
	Anteprojeto							■			
	Projeto básico							■			
	Maquete eletrônica								■		
	Finalização e preparação para apresentação final									■	■

FONTE: A AUTORA (2017)

## 2 INTRODUÇÃO À ESTRUTURA METÁLICA

Os tópicos que se seguem têm como objetivo referenciar e fundamentar o tema proposto para este trabalho, visando conduzir a pesquisa abordando primeiramente a história do aço compreendendo melhor o material, o aço como elemento estrutural, qualificação dos seus desempenhos e características, seu processo de fabricação, tipologias dos perfis, produção e custos, vantagens e desvantagens, sustentabilidade, e posteriormente a descrição das normas pertinentes para correta execução do projeto arquitetônico.

### 2.1 Histórico do Aço

Embora a utilização do ferro já fizesse parte do cotidiano da população em criação de objetos, seu uso na construção civil se deu após a Segunda Guerra Mundial, a partir da revolução industrial. O desastre causado pela guerra deixou muitos desabrigados, para uma solução mais rápida e eficiente a fim de gerar uma revitalização das cidades destruídas, começaram a utilizar os sistemas pré-fabricados, que possibilitaram atingir o objetivo em um tempo reduzido ao tempo que gastariam com o sistema convencional de construção. (FRANSOZO, 2003 apud DIRIGENTE CONSTRUTOR, 1992).

Tendo assim o início da utilização do ferro em variados tipos de construção pelas suas qualidades e processo industrializado, que possibilitou a redução de custo e disponibilizando com facilidade o material. (MURILHA E SALGADO, 2011).

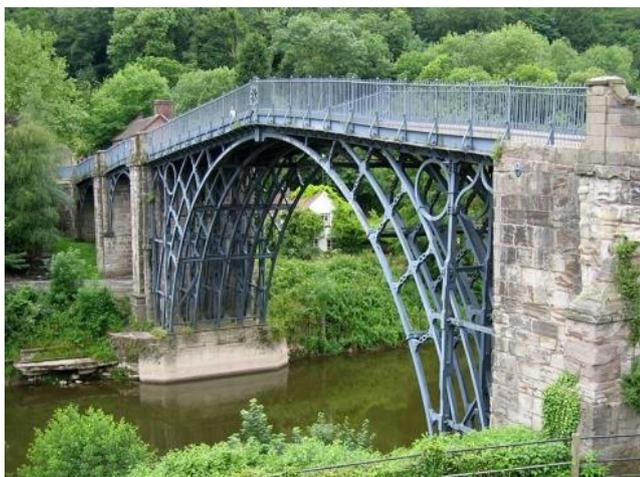
A utilização do ferro na fabricação dos mais diversos utensílios e máquinas fez despertar a especulação em torno de suas potencialidades estruturais e sobre sua capacidade de substituir, com vantagem, outros materiais até então utilizados nos mais variados ramos da atividade humana. Assim, o ferro passou a ser utilizado com mais intensidade na arquitetura. (MURILHA E SALGADO, 2011 apud GOMES DA SILVA, GERALDO. 1985 *Op. Cit.*, p. 23-24)

A ponte sobre o rio Severn (FIG. 1 e FIG. 2) em Coalbrookdale/Inglaterra em 1781 foi um dos marcos na história da industrialização do sistema estrutural em ferro com grande escala, projetada para vencer um vão de trinta metros e meio, utilizando

somente um único arco empregado com cinco armações semicirculares de ferro fundido, no total de trezentos e oitenta e três toneladas de ferro. (KÜHL, 1998, p. 23)

Figura 1- Vista da ponte Iron Bridge

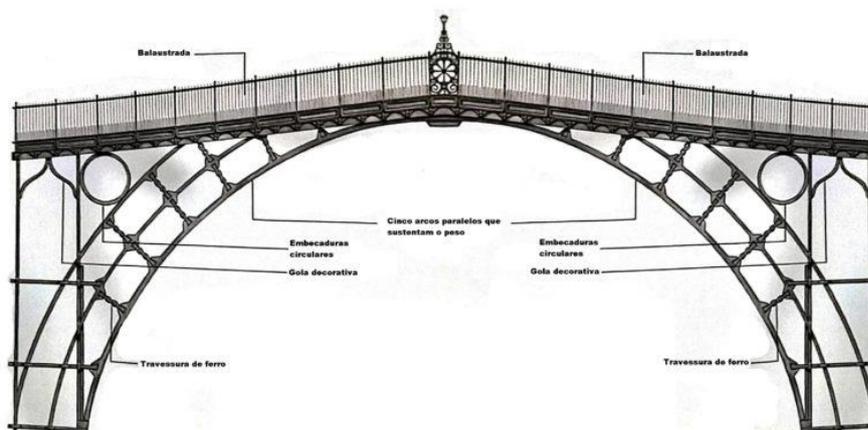
Vista da ponte Iron Bridge em Coalbrookdale/Inglaterra, projeto do arquiteto Thomas Farnolls Pritchard com a colaboração de Abraham Darby III.



Fonte: Blog Teoria e história das artes e arquitetura II(2017) <  
<https://thaa2.wordpress.com/category/daniel-rodrigues-pascoal/> >

Figura 2- Croqui representativo ponte Iron Bridge

Representação da ponte Iron Bridge, projeto do arquiteto Thomas Farnolls Pritchard com a colaboração de Abraham Darby III.



Fonte: Blog Teoria e história das artes e arquitetura II (2017) <  
<http://engenheirocaicara.com/construcoes-extraordinarias-iron-bridge/> >

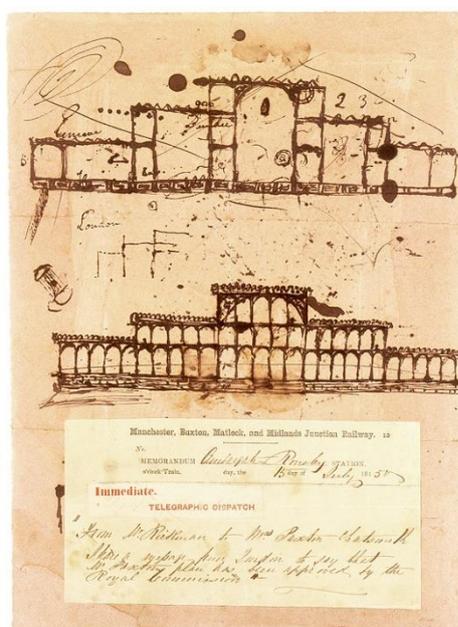
Esta ponte foi projetada com uma margem de segurança considerável, por se tratar de um material relativamente novo e não se obter tantas informações do mesmo, tendo o seu limite de resistência à compressão significativa, permitindo melhor desempenho, entretanto com baixa resistência a tração. (KÜHL, 1998, p. 23)

A concepção estrutural da obra era semelhante à de pontes de pedra e a junção das partes foi baseada em técnicas de construção de tesouras em madeira. A solução era, de certa maneira, consequência (sic) natural de derivações de métodos construtivos tradicionais, uma vez que a pedra era empregada, em geral, de modo a trabalhar fundamentalmente a compressão. (KÜHL, 1998, p. 23).

Após alguns anos a aplicação do ferro na construção civil começou a se despertar, e um dos famosos projetos na área da arquitetura é o Palácio de Cristal (FIG. 3) do arquiteto e jardineiro Joseph Paxton. O Palácio de Cristal foi construído todo em ferro fundido e vidro, para a grande exposição de 1851 em Londres, Inglaterra. O projeto foi escolhido por um comitê para a exposição temporária onde se exibiria as invenções e tecnologias mais recentes da época, a “Grande exposição das Obras de Indústria de Todas as Nações”. A construção deveria ser economicamente viável e rápida na execução. (MERIN, 2013).

Figura 3 - Croqui Palácio de Cristal

Primeiro croqui para o projeto da grande exposição por Joseph Paxton.



Fonte: Merin, 2013 <<http://www.archdaily.com/397949/ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton/51d4776fb3fc4beae10001b8-ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton-image>>

Paxton um jardineiro famoso teve interesse ao projeto depois de varias rejeições da comissão em outros projetos, fez vários experimentos construindo estufas utilizando a associação de elementos como o ferro fundido pré-fabricado, madeira laminada e folhas de vidro padrão (FIG. 4). (MERIN, 2013).

O design da Paxton foi baseado em um módulo de 10 polegadas x 49 polegadas, o tamanho da maior folha de vidro disponível no momento. O sistema modular consistia em triângulos retangulares, espelhados e multiplicados, suportados por uma grade de vigas de ferro fundido e pilares. Estas unidades básicas eram extremamente leves e fortes e foram estendidas a um comprimento incrível de 564 metros. O projeto foi influenciado também pela paixão de Paxton para o biomimicry; Ele se inspirou nas folhas gigantes da *Victoria Amazonica waterlily*. (MERIN, 2013).

Figura 4 - Interior do Palácio de Cristal



Fonte: Merin, 2013 <<http://www.archdaily.com/397949/ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton/51d5776db3fc4b5834000230-ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton-image>>

No Brasil o inicio dos projetos com a estrutura metálica, deu-se com a implantação das estradas de ferro na metade do sec. XIX, impulsionando as construções nas estações ferroviárias com a nova estrutura. Uma das estações que impulsionou o sistema estrutural de aço no Brasil foi a Estação Ferroviária da Luz em São Paulo/SP 1901 (FIG. 5), projeto do inglês Charles Henry Driver, construída com materiais importados por navios. (FRANSOZO, 2003).

O avanço dessa tecnologia estrutural se deu na década de 40 proveniente da construção do parque siderúrgico nacional, que continha a fundação da Usina Presidente Vargas em Volta Redonda/RJ. A primeira na fabricação do aço no país é a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) que marcou o processo industrializado no

Brasil, viabilizando a construção de indústrias que formam o grupo atual do parque fabril no Brasil. (FRANSOZO, 2003 apud VON KRÜGER, 2000; CNS, 2003).

Figura 5 - Ferroviária da Luz em São Paulo/SP  
Início da nova Estação Ferroviária da Luz em São Paulo



Fonte: Ulisses Jesus Arquitetura Urbanismo, 2017 <  
<https://ulissesjesus.wordpress.com/2014/06/20/estacao-da-luz/>>

“O Brasil tem hoje o maior parque industrial de aço da América do Sul; é o maior produtor da América Latina e ocupa o sexto lugar como exportador líquido de aço e nono como produtor de aço no mundo.”(CSN, 2017)

“No mundo moderno de hoje, onde predominam características de racionalidade, exatidão, qualidade, segurança e rapidez na montagem e/ou desmontagem na construção, a estrutura metálica impõe-se cada vez mais como o processo construtivo do presente e do futuro, apresentando assim, grandes potencialidades para construções industrializadas, possibilitando redução de prazos, de desperdícios e de mão de obra. Vale ressaltar que a estrutura metálica não veio para substituir outras soluções estruturais, mas é mais uma solução a ser incorporada pelos sistemas construtivos, possibilitando assim novas soluções arquitetônicas”(FRANSOZO, 2003 apud ZANETINI 2001).

Uma das obras marcantes da modernidade foi à obra de Charles e Ray Eames a Casa Eames (FIG. 6), projetada para estudo de caso no programa Case

Study Houses que buscava o emprego de novos materiais na construção civil, que fosse fácil de construir, rápido e não prejudicasse o terreno, o projeto deu tão certo que acabou sendo feita como moradia para os próprios arquitetos. (PEREZ, 2017)

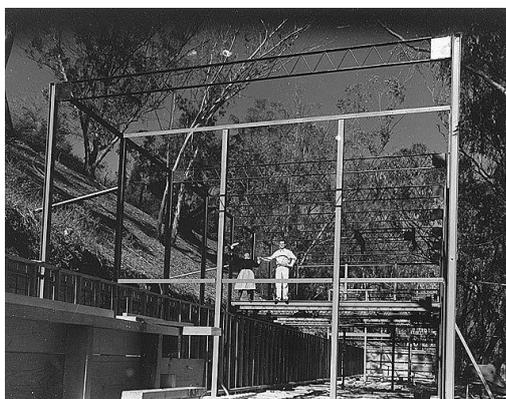
Figura 6 - Casa Eames fachada



Fonte: Perez, 2017 < <http://www.archdaily.com.br/br/805839/classicos-da-arquitetura-casa-eames-charles-e-ray-eames/58acb062e58ece2d690004cf-classicos-da-arquitetura-casa-eames-charles-e-ray-eames-foto>>

Um quadro simples de aço foi montado com apoio ao uma parede de concreto (FIG. 7), com perfis H de 4 polegadas nas paredes e de 12 polegadas nas vigas da cobertura, vedação feita com diferentes painéis a criar um jogo de luzes natural dentro do ambiente. (PEREZ, 2017)

Figura 7 - Armação da estrutura da Casa Eames



Fonte: Perez, 2017 < <http://www.archdaily.com.br/br/805839/classicos-da-arquitetura-casa-eames-charles-e-ray-eames/58acb044e58ece2d690004c7-classicos-da-arquitetura-casa-eames-charles-e-ray-eames-imagem>>

Um dos exemplos na contemporaneidade é o prédio WT Morumbi (FIG. 8) com 178.0 m<sup>2</sup>, obra dos arquitetos Roberto Aflalo Filho, Felipe Aflalo Herman, José Luiz Lemos e Grazzieli Gomes Rocha na cidade de São Paulo, Brasil. Conta com toda estrutura em aço e fechamento em placas de vidro. (WT MORUMBI, 2017)

Figura 8 - Edifício WT Morumbi fachada



Fonte: WT Morumbi, 2017 <<http://www.archdaily.com.br/br/866858/wt-morumbi-aflalo-gasperini-arquitetos/58c12636e58ece1b6a00021f-wt-morumbi-aflalo-gasperini-arquitetos-foto>>

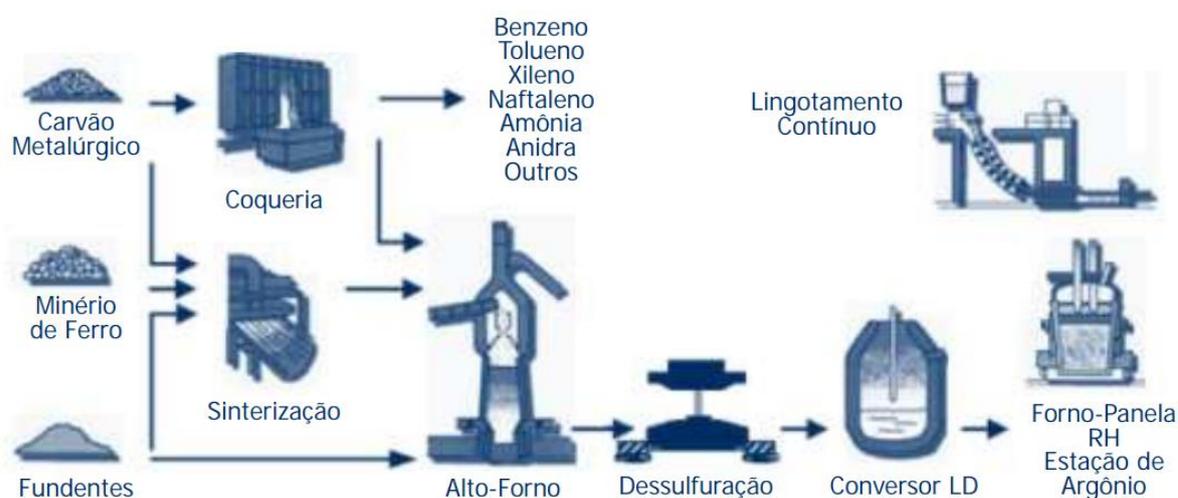
## 2.2 O aço como elemento estrutural

O aço como sistema estrutural se apresenta como uma ideia de sofisticação e modernidade na arquitetura, sendo uma ferramenta estratégica em grandes projetos. O material aço é desenvolvido por ligas industrializadas em um rígido controle de qualidade, esse rígido controle lhe confere perfeitas condições mecânicas, com alta resistência, trabalhabilidade, homogeneidade e comportamento previsível. A otimização no uso do material, por conferir um coeficiente de segurança relativamente baixo e se trata de um material 100% reciclável, sem perder suas propriedades mecânicas.( MARINGONI, 2004 pag. 20)

## 2.2.1 Aço como material

O minério de ferro é encontrado em abundância na natureza geralmente na forma de óxidos. “O minério de ferro, o coque e os fundentes são as matérias primas deste processo que envolve a redução do óxido de ferro a ferro gusa no alto forno. Seu refino acontece na aciaria, onde há a adição de Cobre, Níquel e Cromo entre outros.”(FIG. 9). (MARINGONI, 2004 pag. 25)

Figura 9 - Processo de refinação do aço



Fonte: Marigoni, 2004 pag. 25

<[http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual\\_arquitetura.pdf](http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual_arquitetura.pdf)>

O controle do teor de carbono e de sua composição química permite a obtenção de inúmeros tipos de aço, diferentes quanto à dureza, resistência mecânica, ductilidade e resistência à corrosão. O resultado é um dos materiais de maior resistência e menor deformabilidade entre os materiais de uso estrutural. ( MARINGONI, 2004 pag. 25)

Segundo o Instituto Aço Brasil, existe hoje uma vasta variação de aço no mercado, pela alteração de sua composição química obtendo varias aplicações para demandas especificam. Os aços podem ser classificados da seguinte forma:

- Aços Carbono: São aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas. Obtendo:
  - Perfis leves ( $h < 80\text{mm}$ )
  - Perfis médios ( $80\text{mm} < h \leq 150\text{mm}$ )
  - Perfis pesados ( $h > 150\text{mm}$ )

- Vergalhões
- Fio-máquina (principalmente para arames)
- Barras (qualidade construção civil)
- Tubos sem costura
- Trefilados
- Aços Ligados / Especiais: São aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas.
  - Fio-máquina (para parafusos e outros)
  - Barras em aços construção mecânica
  - Barras em aços ferramenta
  - Barras em aços inoxidáveis e para válvulas
  - Tubos sem costura
  - Trefilados
- Aços construção mecânica: são aços ao carbono e de baixa liga para forjaria, rolamentos, molas, eixos, peças usinadas, etc.
- Aços ferramenta: são aços de alto carbono ou de alta liga, destinados à fabricação de ferramentas e matrizes, para trabalho a quente e a frio, inclusive aços rápidos.

Segundo a NBR 8800/2008 sobre a especificação do aço estrutural: tabela A.1, “apresenta os valores nominais mínimos, da resistência ao escoamento ( $f_y$ ) e de resistência a ruptura ( $f_u$ ) de aços relacionados por Normas Brasileiras para o uso estrutural em perfis e chapas.”

Tabela 2 - Especificações de aço

**Tabela A.1 — Aços especificados por Normas Brasileiras para uso estrutural <sup>a</sup>**

ABNT NBR 7007			ABNT NBR 6648			ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650		
Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral			Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural			Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono para uso estrutural		
Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa
MR 250	250	400-560	CG-26	255	410	CF-26	260/260	400/410
AR 350	350	450	CG-28	275	440	CF-28	280/280	440/440
AR 350 COR	350	485				CF-30	---/300	---/490
AR 415	415	520						
ABNT NBR 5000			ABNT NBR 5004			ABNT NBR 5008		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas grossas e bobinas grossas, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural		
Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa
G-30	300	415	F-32/Q-32	310	410	CGR 400	250	380
G-35	345	450	F-35/Q-35	340	450	CGR 500 e		
G-42	415	520	Q-40	380	480	CGR 500A	370	490
G-45	450	550	Q-42	410	520			
			Q-45	450	550			
ABNT NBR 5920/ABNT NBR 5921			ABNT NBR 8261					
Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural			Perfil tubular, de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular ou retangular para usos estruturais					
Denominação	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	Denominação	Seção circular		Seções quadrada e retangular		
				$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	$f_y$ MPa	$f_u$ MPa	
CFR 400	---/250	---/380	B	290	400	317	400	
CFR 500	310/370	450/490	C	317	427	345	427	

<sup>a</sup> Para limitações de espessura, ver norma correspondente.

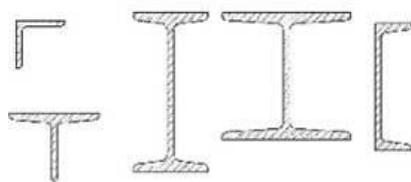
Fonte: NBR 8800 <[https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/acero/NBR8800\\_2008\\_1.pdf](https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/acero/NBR8800_2008_1.pdf)>

## 2.2.2 Perfis

- Laminados de abas inclinadas

Os perfis laminados de abas são do tipo I, H, U, L, T (FIG. 10) seguindo norma específica, são perfis feitos pelo processo de laminação, onde o material sofre uma redução da sua seção transversal por meio de compressão, variando com alturas entre 75 a 150mm. ." (MARINGONI, 2004 pag. 27)

Figura 10 - Perfis laminados de abas inclinadas



Fonte: Metálica, 2017 <<http://www.metálica.com.br/arquitetura-e-aco-estudo-dos-condicionantes-para-projeto-arquitetonico-integrado>>

- Laminado de abas paralelas

Os perfis laminados de abas paralelas são do tipo I (W) e H (W e HP) (FIG. 11) seguem parâmetros rígidos entre dimensões, forma e qualidade do aço. “Os Perfis Gerdau Açominas seguem a norma ASTM A 6 / A 6M e são produzidos através do mais moderno processo de laminação com bitolas variando de 150 a 610 mm.” (MARINGONI, 2004 pag. 27)

Figura 11 - Perfis laminados de abas paralelas

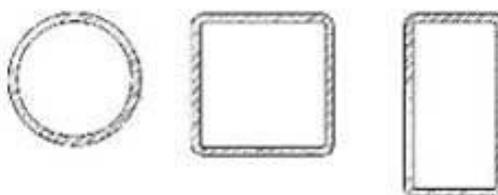


Fonte: Metálica, 2017 <<http://www.metlica.com.br/arquitetura-e-aco-estudo-dos-condicionantes-para-projeto-arquitetonico-integrado>>

- Extrudados

Os perfis extrudados (FIG. 12) são de seção tubular, quadrado ou retangular fabricado por meio de extrusão. (MARINGONI, 2004 pag. 28)

Figura 12 - Perfis extrudados

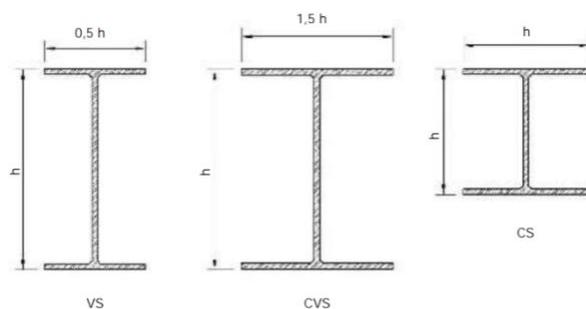


Fonte: Metálica, 2017 <<http://www.metlica.com.br/arquitetura-e-aco-estudo-dos-condicionantes-para-projeto-arquitetonico-integrado>>

- Soldados

São perfis com variação de formas por chapas soldadas (FIG. 13), “Os mais usados são os perfis tipo I (VS - Viga Soldada, CVS Coluna / Viga Soldada, CS - Coluna Soldada) soldados por processo automático, em séries normalizadas.” (MARINGONI, 2004 pag. 28)

Figura 13 - Perfis Soldados

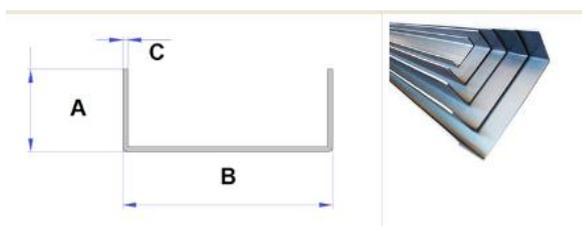


Fonte: <[http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual\\_arquitetura.pdf](http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual_arquitetura.pdf)>

- Chapas corrugadas e Perfis conformados a frio

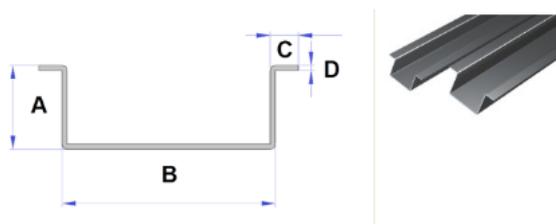
São perfis obtidos por dobras em chapas finas a frio, são dos tipos U, UE, Z, cartola, tubos com costura, telhas, painéis, formas de lajes (FIG. 14, 15 E 16). (MARINGONI, 2004 pag. 29)

Figura 14 - Perfil U simples



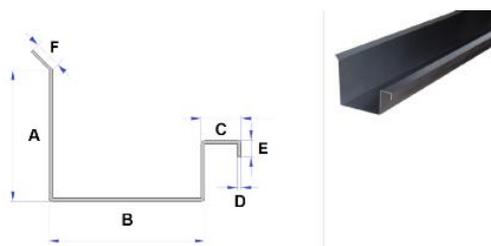
Fonte: WF Telhas e Perfis <[http://www.telhaseperfis.com.br/?page\\_id=24](http://www.telhaseperfis.com.br/?page_id=24)>

Figura 15 - Perfil Cartola



Fonte: WF Telhas e Perfis <[http://www.telhaseperfis.com.br/?page\\_id=24](http://www.telhaseperfis.com.br/?page_id=24)>

Figura 16 - Perfil Calha

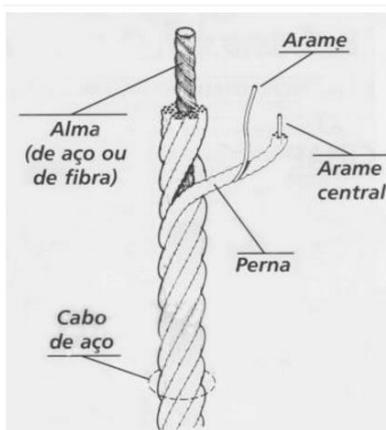


Fonte: WF Telhas e Perfis <[http://www.telhaseperfis.com.br/?page\\_id=24](http://www.telhaseperfis.com.br/?page_id=24)>

- Cabos de aço

Estes perfis são “constituídos por vários arames treilados de alta resistência, apresentando excelente desempenho sob esforços de tração. Sua utilização requer detalhes e complementos especiais” (FIG. 17). (MARINGONI, 2004 pag. 29)

Figura 17 – Cabo de aço

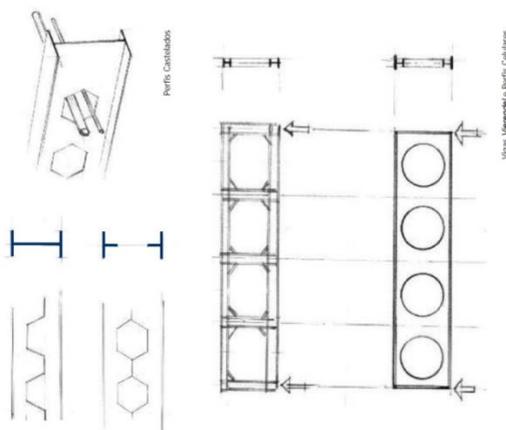


Fonte: Elevadores, 2017 <<http://megasulelevadores.blogspot.com.br/2011/07/cabos-de-aco-do-elevador.html>>

### 2.2.3 Soluções especiais – vigas alveolares

São vigas com perfurações em toda sua extensão que são compatíveis a seção das vigas (FIG. 18). “Seu uso resulta em aumento das inércias, otimização de vãos e pé direito, redução do peso da estrutura e passagem de utilidades.” (MARINGONI, 2004 pag. 30)

Figura 18 - Vigas Alveolares

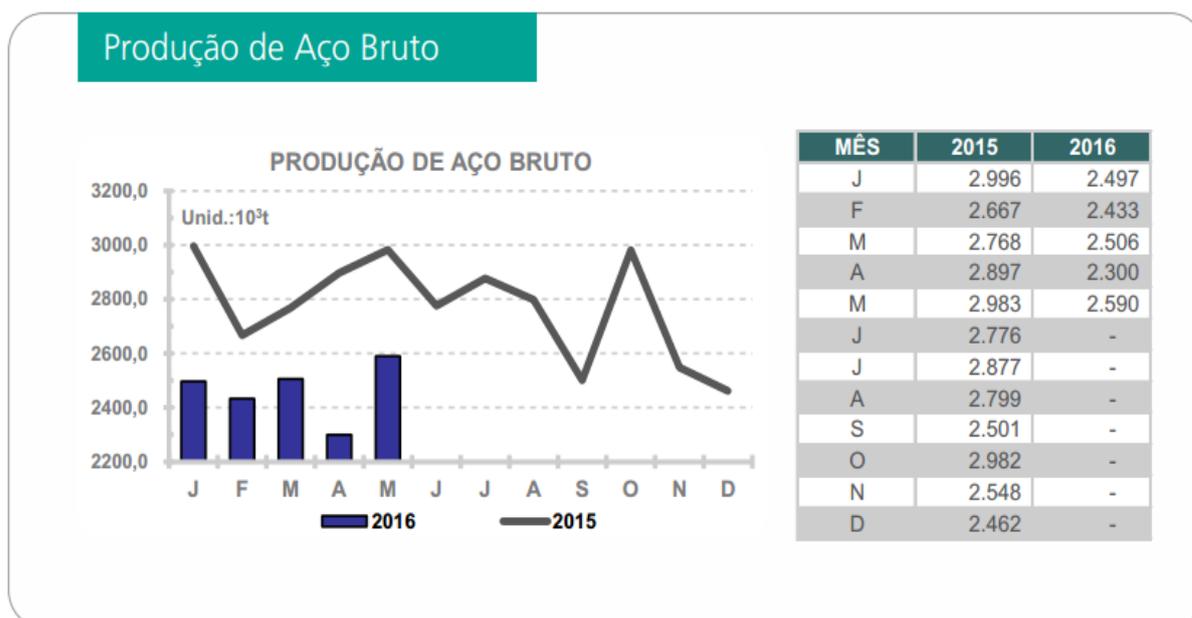


Fonte: <[http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual\\_arquitetura.pdf](http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual_arquitetura.pdf)>

## 2.2.4 Produção e custos

Com relação à produção do aço bruto no Brasil segundo o Instituto Aço Brasil, temos o seguinte gráfico representativo (FIG.19):

Figura 19 - Gráfico da produção de aço bruto no Brasil



Fonte: Instituto Aço Brasil

<[http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco\\_Brasil\\_Informa\\_Jun16.pdf](http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco_Brasil_Informa_Jun16.pdf)>

Segundo o gráfico podemos notar que a produção de aço bruto no Brasil teve uma diferença significativa entre os dois anos avaliados com uma queda de 13,2%. Totalizando a produção do ano de 2016 em 12,3 milhões de toneladas em aço bruto, e 8,4 milhões de toneladas de laminados dos quais tiveram uma queda comparado ao ano de 2015 entre 13,9% a 16,7%. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2016 – AÇO BRASIL INFORMA pag. 7)

Os custos dependem de uma junção de fatores como, mão de obra, material qualificado e fornecedores, com variações do local e momento econômico. Para que se faça uma ótima escolha do sistema estrutural, se faz necessário à avaliação de todos esses fatores, com os benefícios que ira adquirir com a mesma.

Uma estrutura mais leve (menor quantidade de material) pode levar a um alto custo de mão de obra. O custo de mão de obra sobre peças industrializadas tem sensível redução em função da repetitividade. Soluções padronizadas, equalização de vãos e dimensões de peças, detalhes de

ligação, trazem, além de economia, facilidade no transporte e na montagem. Avaliar o empreendimento como um todo, considerando os fatores mencionados, mostra o panorama real da obra. A substituição de parte do orçamento pode trazer surpresas na totalização (sic) dos custos. Detalhes especiais são como poesia, fundamentais desde que essenciais. (MARINGONI, 2004 pag. 21)

### 2.2.5 Vantagens

Segundo Alves (2011) o crescimento da construção civil no Brasil vem ganhando forças proveniente da economia e a globalização, exigindo desse mercado, construções mais eficientes com tempo otimizado no campo de obra, redução ou eliminação de desperdícios e resíduos, proporcionando assim um avanço na tecnologia e abrindo novas oportunidades do emprego de novos materiais na construção. De olho nesse cenário as siderúrgicas promovem a divulgação da estrutura metálica que a cada dia se desenvolve em avançada tecnologia incorporando desempenho funcional, concorrência de mercado, custos e trabalho. Dentre suas principais vantagens temos Tabela 3:

Tabela 3 – Vantagens da estrutura metálica

Menor tempo de execução	A estrutura metálica é projetada para a fabricação industrial e seriada, de preferência, levando a um menor tempo de fabricação e montagem.
Maior confiabilidade	Devido ao fato do material ser único e homogêneo, com limites de escoamento e ruptura e módulo de elasticidade bem definidos, além de ser uma estrutura fabricada e montada por profissionais qualificados.
Maior limpeza de obra	Devido à ausência de entulhos, como escoramento e fôrmas.
Maior facilidade de transporte e manuseio	Em função de maior resistência do material, as peças de aço são menores, com menor peso relativo, facilitando assim o carregamento, transporte e manipulação.
Maior facilidade de ampliação	É bastante frequente a necessidade de ampliação de estruturas industriais, ocasião em que a expansão deve ser executada sem interferir nas outras atividades: isto só é possível devido à precisão e menores dimensões das peças e à fabricação fora do local de obra.
Maior facilidade de montagem	Sendo a estrutura de aço feita em regime de fabricação industrial, a equipe montadora já recebe as peças nos tamanhos definidos, com

	as extremidades preparadas para soldagem ou aparafusamento durante a montagem; esta é rápida e eficiente, feita com mão de obra qualificada e equipamentos leves.
Facilidade de desmontagem e reaproveitamento	A estrutura de aço tem a seu crédito o valor residual que não é perdido com a execução da obra, pois ela pode ser desmontada e transferida para outro local sem maiores problemas.
Facilidade de vencer grandes vãos	A maior resistência do aço, conduz à melhoria das condições para vencer grandes vãos, com menores dimensões das peças e menores pesos.
Precisão das dimensões dos componentes estruturais	Como a fabricação obedece a rigorosas especificações dimensionais, pode-se encomendar todos os acessórios antecipadamente, sejam portas, janelas, basculantes e outros. Menores também os gastos com alvenarias e argamassas; no caso de prédios, após a montagem da estrutura, ela está totalmente nivelada e aprumada, o que serve de guia para as demais etapas.
Maior facilidade de reforço	Quando houver necessidade de aumento de carga, a estrutura pode ser facilmente reforçada, em alguns casos com a colocação apenas de uma chapa numa viga ou coluna.
Resistência à corrosão	O aço apresenta excelente resistência à corrosão atmosférica desde que determinados cuidados sejam tomados. Para melhorar ainda mais a resistência do aço à corrosão, protege-se a estrutura com pintura e/ou galvanização; pode-se ainda trabalhar com aços de alta resistência à corrosão atmosférica. Que são capazes de durar quatro vezes mais que os aços comuns.
Redução de carga nas fundações	A grande consequência da alta resistência do aço aos esforços de tração, compressão e cisalhamento é o enorme alívio de cargas para as fundações. As estruturas em aço são cerca de 6 vezes menos pesadas que as estruturas em concreto.
Menores dimensões das peças	A elevada resistência das peças executadas em aço leva automaticamente, a menores dimensões. No caso de colunas, obtêm-se maior área útil e menores pesos; no de vigas, menores alturas (metade das do concreto) e menores pesos.

Fonte: METÁLICA 2017

### 2.2.6 Desvantagens

Segundo Texeira (2007) apud Castro (1999) afirma que a estrutura metálica apresenta alguns fatores limitantes que geram o atraso na disseminação do sistema construtivo no Brasil:

- Desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura;
- Falta de materiais complementares industrializados (vedações, por exemplo) ou fornecedores nacionais;
- Exigência de cuidados às movimentações diferentes dos componentes estruturais de vedação para que não gerem patologias;
- Necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com essa tecnologia;
- Conforto térmico-acústico é prejudicado devido à retirada de massa, recomendado alternativas para o tratamento;
- Patologias como corrosão, vibrações de piso, deslocamentos, etc;
- Necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo;
- Preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada;
- Cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias;
- Necessidade de criação de uma filosofia industrializada;
- Ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos nas escolas de formação de arquitetos, engenheiros e projetistas, fazendo com que haja uma carência de profissionais especializados no mercado.

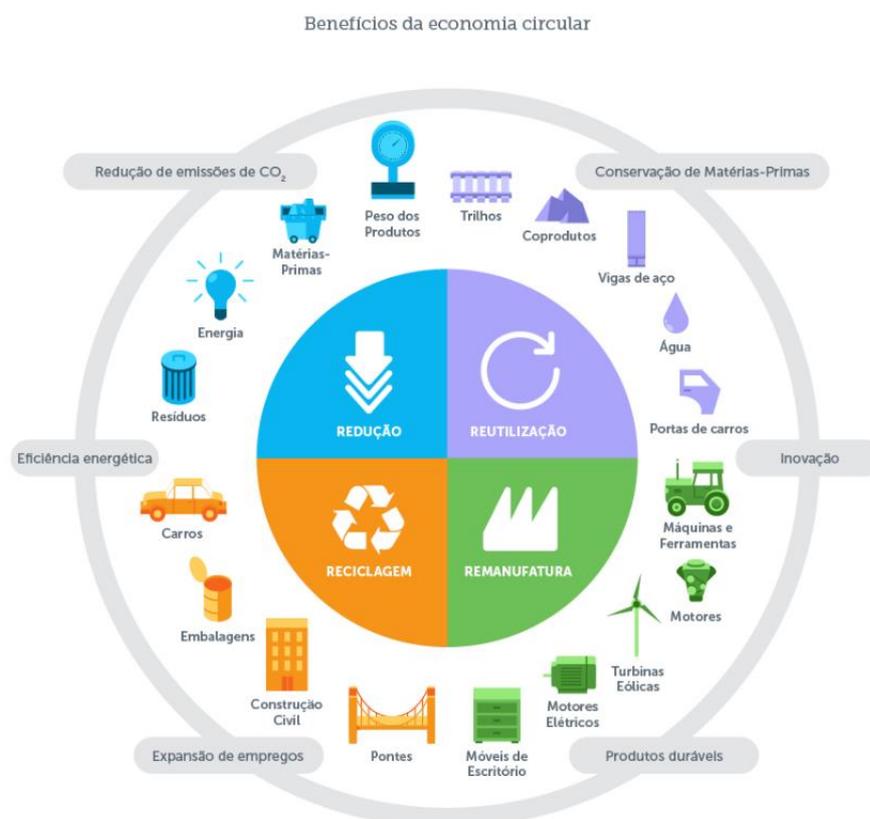
Segundo Sales (2001) este sistema construtivo em aço, necessita de um bom desempenho da associação entre sistemas de vedação e estrutura, conhecimento de suas possibilidades e limitações, grande atenção no processo projetual, desde o projeto até a montagem e finalização. A sua viabilidade esta diretamente associada ao casamente entre sistemas, podendo assim chegar à eficiência de uma obra industrializada e seus benefícios.

### **2.2.7 Sustentabilidade**

Segundo Machado 2010, o termo sustentabilidade veio da necessidade de proteção ambiental, decorrente de manifestações contra as atitudes do homem em relação ao meio ambiente no final do sec. XX, pós-revolução industrial. Até os dias atuais essa preocupação com o meio ambiente se faz um termo essencial a qualquer área, no cenário da construção civil é relevante o fator sustentável, pois se tem um dos maiores índices de desperdícios, poluição agregada à produção, entre outros fatores. Dentre as possibilidades para sustentabilidade na construção civil, temos a aplicação da estrutura metálica por unir racionalização, velocidade e qualidade, conferindo juntamente com os sistemas de vedação adequados, uma melhora significativa na redução de desperdícios.

O aço é um material que sempre teve associado à sustentabilidade, desde sua fabricação, utilização, descarte e reaproveitamento, podendo ser reciclado e reutilizado varias vezes sem perder todas as suas qualidades e características mecânicas. Segundo o Instituto Aço Brasil 2017, no cenário brasileiro 30% do aço gerado é consequência de reciclagem, com base no conceito de economia circular (FIG. 20) que tem como objetivo a redução, a reutilização, a remanufatura e a reciclagem, proporcionando assim eficiência na geração de resíduos, conservação de matéria prima, redução de emissão CO<sub>2</sub>, inovações e geração de emprego.

Figura 20 - Benefícios da economia circular



Fonte: Instituto Aço Brasil

<[http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco\\_Brasil\\_Informa\\_Jun16.pdf](http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco_Brasil_Informa_Jun16.pdf)>

A busca da construção civil por métodos construtivos mais limpos e de baixo impacto ambiental é crescente e essencial. A busca de materiais que correspondam a essa expectativa, desde sua fabricação, implantação e vida útil, vem sendo premissas de projetos pelo mundo afora. O aço por si só é um material versátil, durável e reciclável, podendo ser modificado e requalificado sem se perder suas principais características, sendo assim umas das escolhas mais pertinentes em projetos que visam agilidade em campo de obra, número menor de desperdício, possibilidade de grandes estruturas com um número de material racionalizado entre outras características já vistas no trabalho, proporcionando uma particularidade no quesito sustentabilidade.

## **2.3 Legislação Pertinente**

Para que o projeto seja produzido de maneira correta com obtenção de eficiência na construção, devem-se utilizar as normas que se segue.

### **2.3.1 ABNT NBR 8800/2008 – Projeto de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**

O estudo desta norma se faz pertinente à escolha do sistema estrutural proposto para o centro de fisioterapia, ela estabelece parâmetros para concepção de projetos e construções mistas em aço e concreto, com especificações de perfis, pilares mistos, lajes mistas e ligações mistas de aço e concreto, com requisitos mínimos a serem obedecidos no projeto.

No que se refere a aços estruturais e materiais de ligação à norma define que para o uso de barras, e chapas são aceitos aços assegurados pela norma que possuam resistência de escoamento máxima de 450 Mpa e relação entre resistência à ruptura e ao escoamento não inferior a 1,18Mpa.

Com relação ao estado-limite é estabelecido à consideração dos estados-limites últimos (ELU) relacionado à segurança da estrutura sujeita a combinações desfavoráveis de ações previstas em toda sua vida útil. E os estados-limites de serviço (ELS) são a respeito do desempenho da estrutura em condições normais de utilização.

Este método de estado-limite é utilizado para o dimensionamento de uma estrutura assegurando que nenhum estado-limite seja excedido quando a estrutura for posta a todas as ações variáveis, das quais são classificadas como ações permanentes, variáveis e excepcionais.

Ações permanentes: são aquelas que seu valor não modifica, direta ou indiretamente, tendo uma continuidade desse valor durante toda a sua vida útil;

Ações variáveis: registra-se a variação do seu valor durante toda sua vida útil, causadas por sobrecarga, equipamentos, moveis, ação do vento entre outros;

Ações excepcionais: são as que seu valor durante em um momento determinado e probabilidade de ocorrência mínima durante a vida útil da estrutura.

### **2.3.2 ABNT NBR 14762 Dimensionamento de estrutura de aço constituído por perfis formados a frio – procedimento**

A norma se baseia no método dos estados limites, estabelecendo parâmetros gerais para dimensionamento de perfis estruturais de aço formados a frio, que são feitos por meio de chapas, tiras de aço-caborno ou aço de baixa liga, e suas conexões aplicadas em edifícios.

Leva em consideração parâmetros de qualificação do aço para que possam ser moldados a frio, tendo que apresentar uma relação entre a resistência à ruptura e da resistência ao escoamento maior ou igual a 1,08, não devendo considerar aços com valor mecânico superior à 180MPa e 300 MPa p.

Cálculos para ações como permanentes e variáveis, grande e pequena variabilidade, recalques diferenciados, variação de temperatura, que determinando diante destes cálculos a base para o dimensionamento das peças.

### **2.3.4 ABNT NBR 9050/2015 Acessibilidade a edificação, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.**

Esta norma estabelece parâmetros para melhor adequação dos espaços para o recebimento de uma pessoa com deficiência física permanente ou temporária, deficiência visual, auditiva entre outras, garantindo-lhes o direito de ir e vir com segurança e conforto, assegurando assim a sua autonomia perante a rotina do dia a dia.

Sobre acessibilidade a norma estabelece os espaços com condições de alcance, percepção e entendimento, autonomia, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transporte e comunicação.

Definições de áreas como:

- Área de aproximação: garante um espaço para manobras sem obstáculos, com a possibilidade de aproximação de todas as pessoas para a utilização do mobiliário ou elemento com autonomia;
- Área de circulação: Espaço livre de obstáculos frequentado por todas as pessoas;

- Área de descanso: áreas das quais possam parar para um descanso, ficam adjacentes as áreas de circulação, destinadas a pessoas que necessitam de paradas estratégicas;
- Área de refugio ou resgate: acesso diretamente ligado a saída de emergência, garantindo segurança enquanto o aguardo do socorro;
- Ambientes construídos como, banheiros, rampas, sinalização sonora, visual e tátil, entre outros.

A norma vem a garantir a autonomia com segurança para todas as pessoas e suas limitações temporárias ou permanentes, possibilitando assim a integração de todos na sociedade.

### **2.3.5 RDC 50/202**

Prevê um regulamento técnico para projetos arquitetônicos da área de saúde, com parâmetros de ambientes mais adequados a cada especificação a ser projetada.

Parâmetros para construção de ambientes físicos até as instalações pertinentes, e aprovação do projeto arquitetônico.

Programa físico funcional dos estabelecimentos de saúde implica a aplicação de metodologias para melhor programa de necessidade para cada estabelecimento assistencial de saúde. Tanto como o dimensionamento, quantificação e instalações prediais dos ambientes por meio de tabelas divididas por unidade funcional, sendo atendimento ambulatorial, atendimento imediato, internação, diagnóstico e terapia, apoio técnico, ensino e pesquisa, apoio administrativo e apoio logístico.

O estudo desta norma se faz de extrema importância para a elaboração adequada dos ambientes do projeto proposto, visando a melhor qualificação dos ambientes, e a aprovação pela ANVISA.

### **2.3.6 Lei de uso e ocupação do solo**

O plano diretor do município de Lagoa da Prata-MG estabelece normas e leis sobre ao processo de transformação urbana em aspectos políticos, sociais, físico-ambientais e administrativos, tendo em vista o crescimento sustentável do município.

O município é dividido por zonas definidos por tipos de uso, ocupação e parcelamento, regulados por parâmetros urbanísticos. O lote escolhido para o projeto se estabelece na zona residencial nomeada como ZR2, com a taxa de ocupação igual a 80% e coeficiente de permeabilidade de 20%. O estudo e entendimento desta norma se faz necessário para melhoramento de criação de espaços na cidade, planejamento de escoamento pluvial, gabaritos, pavimentação, acessibilidade e entre outros fatores, buscando sempre a melhor criação dos espaços urbanos.

### **3. CENTROS DE FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO**

Os tópicos desenvolvidos têm como objetivo referenciar e fundamentar o tema proposto para este trabalho, visando conduzir a pesquisa abordando primeiramente a história da fisioterapia e a especificações das áreas propostas ao centro em estudo.

#### **3.1 Histórico da fisioterapia**

Segundo a resolução nº 80 do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, conceituam:

a fisioterapia como sendo uma ciência aplicada, cujo objeto de estudos é o movimento humano, em todas as suas formas de expressão e potencialidades, quer nas suas alterações patológicas, quer nas suas repercussões psíquicas e orgânicas, com objetivo de preservar, manter, desenvolver ou restaurar a integridade dos órgãos, sistema ou função.(COFITO, 2017)

Na China em 2698 A.C., foi identificado os primeiros relatos da fisioterapia, por meios físicos com intuito terapêutico, em especial a cinesioterapia, em seguida com relatos na Índia em 1984. Porém ao longo da antiguidade os recursos físicos como massagens, águas termais e banhos de sol eram mencionados como tratamento medicinal. (Gava, 2004, p. 27).

Segundo Copetti 2004, a fisioterapia teve como inicio a utilização empírica de recursos naturais pelos povos antigos, o primeiro registro que se tem faz referência aos exercícios terapêuticos no Cong Fu, da China antiga com um conjunto de posturas.

Segundo Rebelatto & Botomé (1999), havia uma preocupação dos povos antigos (período compreendido entre 4000 a.C. e 395 d.C.), com as chamadas diferenças incômodas, hoje conhecidas por doenças. Para eliminá-las, eram utilizados os agentes físicos disponíveis como recursos e técnicas. Faz-se menção à utilização do peixe elétrico como recurso terapêutico, o que provavelmente deu origem a um dos recursos atuais da Fisioterapia, a eletroterapia. Nesta época, a ginástica era de domínio dos sacerdotes que a utilizavam com fins terapêuticos na cura de alguma doença já instalada. (COPETTI, 2004).

Segundo Gava (2004 p. 28), a fisioterapia teve seu inicio na metade do sec. XIX, na Europa, com as primeiras escolas na Alemanha. Ganha destaque mundial na Inglaterra com os trabalhos de massoterapia, cinesioterapia respiratória e sobre tudo a fisioterapia neurológica.

O seu início no Brasil se deu no final do sec. XIX, com a criação do serviço de Eletricidade Médica e Hidroterapia na cidade do Rio de Janeiro: na Casa das Duchas, existente até hoje. Em 1884 foi inaugurado o primeiro serviço de fisioterapia no Hospital de Misericórdia, do Rio de Janeiro pelo médico Arthur Silva. Em meados da segunda década de XX, foi fundado o Departamento de Eletricidade Médica na faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo pelo professor médico Raphael de Barros. A eletroterapia era uma especialidade muito valorizada durante o início da fisioterapia no Brasil, que por consequência o símbolo da profissão de fisioterapia é um raio envolvido por uma cobra. (GAVA, 2004, p. 28)

Os médicos dessa área eram conhecidos como médicos de reabilitação atendiam com o auxílio de técnicos para as aplicações efetivas das técnicas terapêuticas prescritas, como exemplo a aplicação das técnicas de massagem, de corrente elétrica e etc. (GAVA, 2004, p. 28)

O fisioterapeuta, como profissional da área de saúde, não só encontra-se inserido no mesmo contexto das demais profissões no que diz respeito a ter uma formação muito mais direcionada para a doença que para a saúde, como também é, em nossa opinião, o que mais sofre desse infortúnio, já que é frequentemente visto como “o profissional de reabilitação”, ou seja aquele que atua exclusivamente no momento em que a doença, a lesão ou a disfunção já esta estabelecida.

O fisioterapeuta possui importante papel a desempenhar no campo da reabilitação física, principalmente quando atua em conjunto com outras profissões, agindo de forma interdisciplinar. Porém, questionando a visão de que mesmo tenha que continuar restringindo-se a essa área de atuação, quando na verdade, dado a sua evolução enquanto profissão já atingiu maturidade suficiente para modificar seu perfil profissional. Hoje o fisioterapeuta é um membro da saúde com sólida formação científica, que atua desenvolvendo ações de prevenção, avaliação, tratamento e reabilitação, sendo nessas ações programas de orientações e promoção a saúde, além de agentes físicos como o movimento, a água, o calor, o frio e a eletricidade. (DELIBERATO, 2002, p.3)

## **3.2 Especificações da área de fisioterapia**

### **3.2.1 Traumato-ortopédica:**

A especificação da fisioterapia Traumato-ortopédica é uma das mais antigas e populares dentre essa profissão, ela lida com o trauma do aparelho musculoesquelético (FIG. 21), tratando de doenças e deformidades encontradas nos

músculos, ossos e articulações relacionados ao aparelho locomotor. (BBERLATO; TOKUMOTO; OLIVEIRA, 2009)

Figura 21 - Traumato-ortopédica



Fonte: UNIFACISA, 2017 <<http://www.cesed.br/portal/?p=6932>>

### 3.2.2 Osteopatia

A Osteopatia trata-se de um sistema de avaliação e tratamento visando reestabelecer o ofício das estruturas do sistema corporal, intervindo manualmente tratando todas as partes do corpo humano (FIG. 22), tratando de doenças mais frequentes como escoliose, lombalgias, cervicalgias entre outras. (VALENTE, 2016)

Figura 22 - Prática da Osteopatia



Fonte: Erica Sitta <<https://ericasitta.wordpress.com/2015/04/29/osteopatia-o-que-e-isso/>>

### 3.2.3 Quiropraxia

A quiropraxia é uma especificação relativamente nova no Brasil, ela diagnostica, previne e trata do desarranjo biomecânico do sistema musculoesquelético, tendo ênfase no tratamento manual realizando o alinhamento e ajustes da coluna vertebral passivamente, reestabelecendo a relação e funções articulares normais, visando aliviar a dor, aumentar a capacidade funcional e o atraso da progressão da doença (FIG. 23). (LOPES; CHIAPETTA; SILVA, 2015)

Figura 23 - Quiropraxia



Fonte: Curso de quiropraxia da Coluna Vertebral <<http://www.powerlife.com.br/quiropraxia.htm>>

### 3.2.4 Hidroterapia

A fisioterapia aquática promove os exercícios em meio hídrico, sendo mais prazerosas e motivadoras tendo uma das melhores aceitações por pacientes, que tem dificuldade locomotora, e diferentes patologias.

Indica-se a hidroterapia para pacientes com quadros subagudos e crônicos de dor, espasmo muscular, edema, diminuição da amplitude de movimento e força muscular, déficit de equilíbrio e propriocepção, alterações posturais ou no retorno às condições cardiorrespiratórias prévias a algum problema, como em pós-operatórios ou pós imobilizações prolongadas, especialmente quando não se permite a descarga total de peso por um motivo ou outro. Também é usado como recreação e manutenção da saúde geral, para portadores de alguma patologia crônica ou grupos especiais, como idosos e gestantes. (IDE; YNOUE; FARIAS; CHÃO; ROSA, 2004 )

Com o uso da água sob todas as suas formas variáveis utilizados para fins terapêuticos vem ganhando praticidade e tendo aumento significativo em pacientes

beneficiados através desse método, encontrando na água melhor percepção corporal ajudando assim com o que o paciente tenha um quadro de melhora rápido e significativo (FIG. 24).

Figura 24 – Hidroterapia



Fonte: Fisioteraleucos <<http://fisioteraleucos.com.br/hidroginastica-ou-hidroterapia-veja-as-diferencas-e-quando-usa-las/>>

### 3.2.5 Neurofuncional

Segundo a Reed 2011 a fisioterapia neurofuncional estuda as doenças do sistema nervoso periférico (nervos e músculos), e do sistema nervoso central (medula espinhal e encéfalo) e todos os seus envoltórios.

Em outras palavras, existe uma alteração neuroanatômica ou neurofisiológica que produz manifestações clínicas, as quais devem ser interpretadas. Este exercício de associação dos sintomas e sinais neurológicos apresentados pelo paciente (diagnóstico sindrômico) com o tipo de função alterada e com a estrutura anatômica a ela associada (diagnóstico anatômico ou topográfico) é a base do raciocínio em Neurologia Clínica.(REED, 2011)

As doenças neurológicas podem ter duas origens: genética e hereditária, dentre os sintomas estão:

Alterações psíquicas (distúrbios da consciência, do comportamento, da atenção, da memória, da organização do pensamento, da linguagem, da percepção e da organização de atos complexos, retardo do desenvolvimento neuropsicomotor e involução neuropsicomotora); alterações motoras (déficit de força muscular ou paralisias nos diferentes

segmentos corporais, distúrbios da coordenação e do equilíbrio, movimentos involuntários, por ex. tremores, e outras); alterações da sensibilidade (anestésias, formigamentos, etc.); alterações da função dos nervos do crânio e da face (olfação, visão, movimentos dos olhos, audição, mastigação, gustação, deglutição, fala, movimentação da língua, do ombro e do pescoço); manifestações endócrinas por comprometimento do hipotálamo ou hipófise, que são as áreas do Sistema Nervoso que controlam as glândulas endócrinas (atraso de crescimento, puberdade precoce, diabetes insipidus, e outras); alterações dependentes da função do sistema nervoso autônomo (cardiovasculares, respiratórias, digestivas, da sudorese, do controle de esfínteres anal e vesical e outras); manifestações devidas ao aumento da pressão intracraniana, em decorrência do aumento de volume de um dos três componentes que ocupam a caixa craniana (tecido cerebral, vasos sanguíneos cerebrais ou líquido cefalorraquidiano), tais como dor de cabeça e vômitos; crises epiléticas, com ou sem convulsões motoras, com ou sem alterações da consciência; manifestações de comprometimento das meninges, principalmente rigidez de nuca.(REED 2011).

Para a reabilitação destes pacientes a fisioterapia neurofunciona (FIG. 25) possui recursos específicos, estimulando o aprendizado ou reaprendizado de suas funções motoras.(REED, 2011)

Figura 25 - Neurofuncional



Fonte: Home Físio BH <<http://homefisiobh.com/neurologia.php>>

### 3.2.8 Saúde da mulher

A fisioterapia na área da saúde da mulher (FIG. 26), acompanha juntamente com o pré-natal toda a fase da gravidez, juntamente com o parto e o pós parto, tendo total assistência integrada e preventiva, as grávidas são monitoradas por equipes durante todas as fases a garantir a melhor adequação do corpo, preparando-a para um parto mais humanizado e uma recuperação mais rápida. (BARACHO 2012 p.13)

Segundo Bim e Perego, (2002) o profissional de fisioterapia na área de obstetrícia é o de auxiliar a mulher com suas mudanças físicas do início ao fim do período de gravidez.

Figura 26 - Fisioterapia aplicada à saúde da mulher



Fonte: Físio Notícias < <http://fisionoticias.blogspot.com.br/2012/03/fisioterapia-tem-area-de-atendimento.html> >

#### **4.0 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO**

Para o tema proposto foi realizado um estudo sobre a estrutura metálica levantando dados para melhor entendimento da sua funcionalidade e concepção, juntamente com o referencial teórico é possível à compreensão de que a utilização desta estrutura necessita de um estudo detalhado das suas potencialidades e das suas peculiaridades de projeto, para complementação do estudo é proposto à criação do projeto de um centro de fisioterapia e reabilitação em Lagoa da Prata-MG. O projeto proposto do centro de fisioterapia e reabilitação em Lagoa da Prata-MG, tem o objetivo de alcançar toda demanda do município em atendimento público na área, da qual é deficitária pela infraestrutura inadequada existente, com o apoio de programa do SUS e da Secretária de Saúde.

A escolha do sistema estrutural para concepção do projeto foi tomada de acordo com conhecimentos adquiridos pela pesquisa, partindo da avaliação das suas vantagens, devendo proporcionar a inserção de um novo método construtivo na cidade. A proposta pretende infundir o sistema construtivo como referencia projetual de praticidade, economia, modernidade e sustentabilidade. Além disto, proporcionar uma melhora nos atendimentos públicos na área da fisioterapia, levando aos pacientes um ambiente confortável, implantação de uma infraestrutura adequada para cada especialidade de atendimento, com prioridade de trazer acolhimento aos pacientes e seus acompanhantes. Criação de um micro clima com paisagismo integrado a lagoa, com ambientes de contemplação e repouso, convidativos a toda população do local, visto que o micro clima da cidade é predominantemente elevado. A escolha do terreno se fez pela localização, proximidade ao Hospital São Carlos pela Rua Cirilo Maciel para atendimentos de emergências que possam surgir com os pacientes do centro, e pelo fator de ser um local calmo com pouco fluxo de automotores, garantindo um bem-estar nos ambientes projetados.

Segue então estudo de obras análogas que tem como relação às propostas levantadas para o trabalho, sendo duas relevantes para o centro de reabilitação juntamente com a aplicação da estrutura metálica, duas pertinentes a estrutura e método empregado e a implantação da edificação em terreno com baixa declividade, e uma referente à proposta modular e implantação dos ambientes no terreno.

Através da análise destas obras do que realmente deu certo ou não, serão colhidas ideias e propostas de projetos das mesmas como modo de auxiliar na tomada de decisões para concepção do projeto.

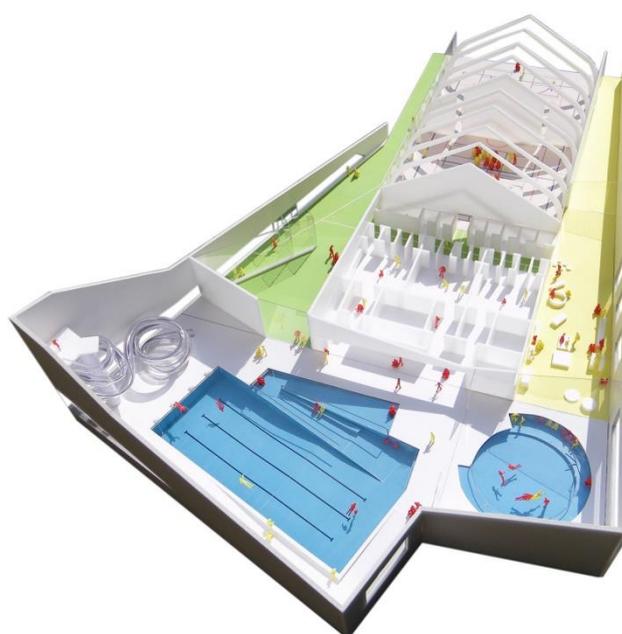
## 5.0 OBRAS ANÁLOGAS

Através das obras apresentadas foi realizado um estudo analisando técnicas utilizadas nos projetos visando estrutura, dimensionamentos, implantações e condicionantes climáticas.

### 5.1 Vandhalla, Egmont Centro de Reabilitação

Localizado na Dinamarca, a escola de Vandhalla é uma das principais escolas com prioridade a pessoas com deficiências físicas permanentes e temporárias (FIG. 27) . Obra do escritório de engenharia Hundsbaek e Henriksen, com área total construída de 4000m<sup>2</sup>, concluída no ano de 2013.(VANDHALLA, 2014)

Figura 27 - Modelagem do Centro de Reabilitação Egmont



Fonte: Vandhalla, 2014 <<http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/52f2f58fe8e44ea3c500004d-vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects-model>>

O centro de reabilitação Egmont é uma extensão da escola Vandhalla. Este centro foi projetado com o intuito de sanar as necessidades da escola em atender com acessibilidade seus alunos e população. O complexo foi projeto baseado em

normas de acessibilidade, contendo quadras esportivas, área de treinamento e condicionamento físico, saunas e piscinas hidroterápicas aquecidas com fundo que se adequa a variação dos exercícios (FIG. 28), onde seu ponto principal é o tobogoágua (FIG.29) que é todo adequado para todas as deficiências. Ele proporciona o exercício de equilíbrio e consciência corporal, proporcionando assim a escola recursos necessário entre o treinamento de atividades cognitivas e treinamento físico, tendo a total integridade entre todos os alunos (FIG. 30 E 31). (VANDHALLA, 2014)

Figura 28 - Sistema de rampas dentro das piscinas



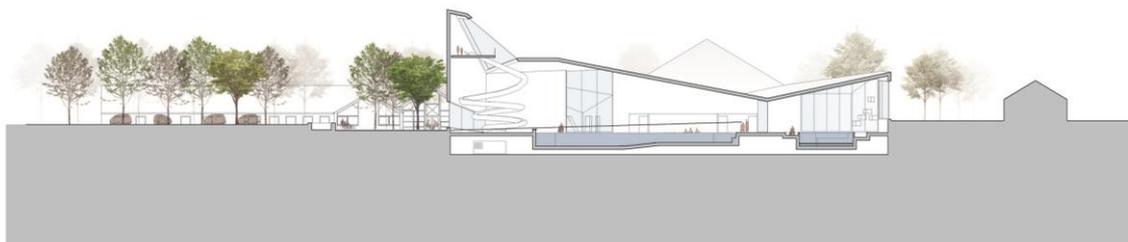
Fonte: Vandhalla, 2014 <<http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/52f2f4ffe8e44edab600003d-vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects-photo>>

Figura 29 - Toboágua



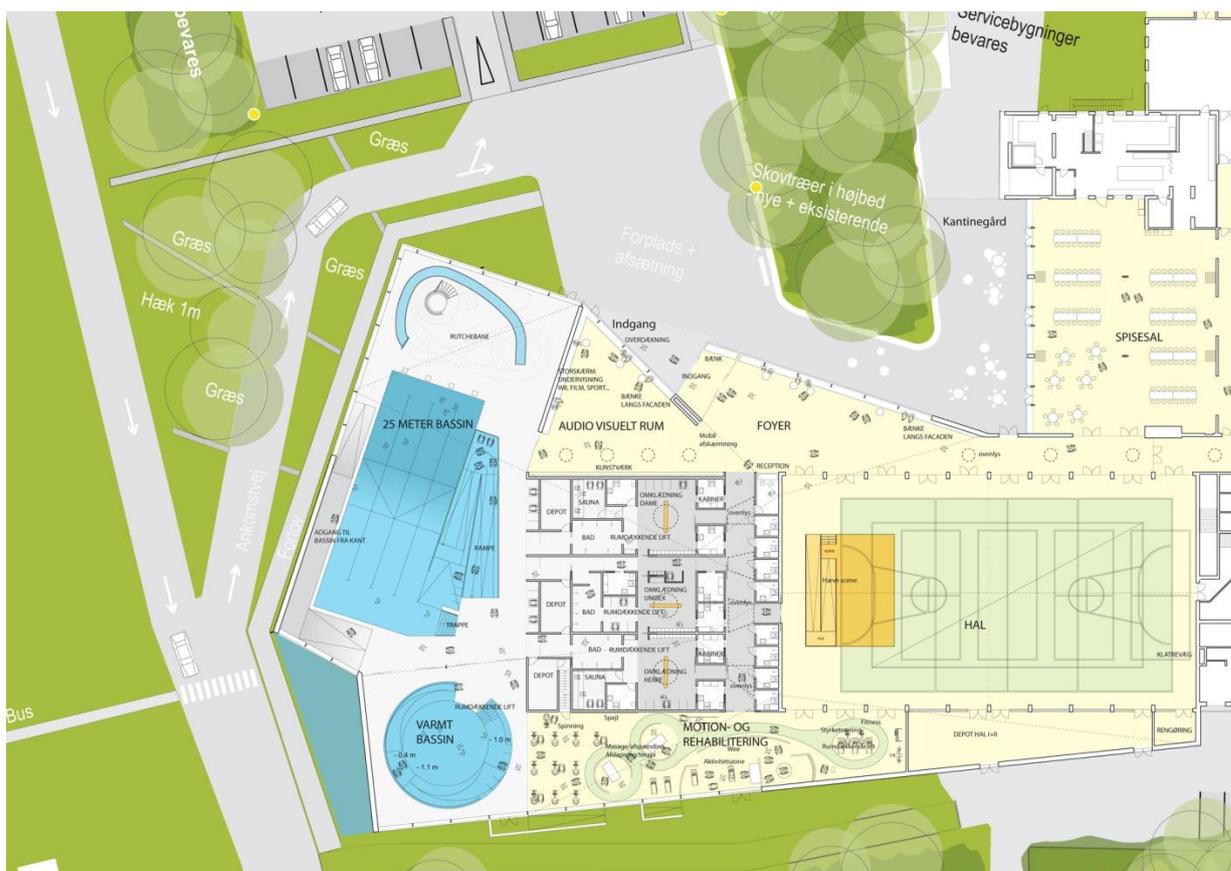
Fonte: Vandhalla, 2014 <<http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/52f2f4eee8e44ea3c500004a-vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects-photo>>

Figura 30 - Corte



Fonte: Vandhalla, 2014 < <http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/52f2f569e8e44ea3c500004c-vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects-section>>

Figura 31 - Planta do centro de reabilitação Egmont



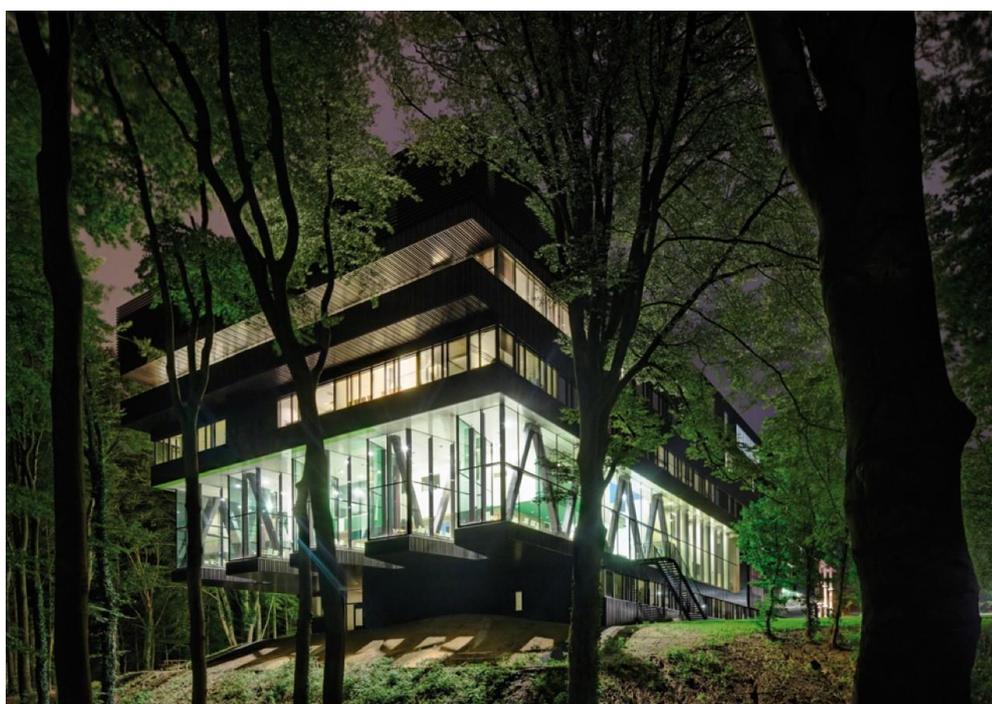
Fonte: Vandhalla, 2014 < <http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/52f2f5c8e8e44ea3c500004e-vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects-floor-plan>>

Ao se estudar esta obra, foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referência na proposta projetual, como adequação de todo complexo ao deficiente físico, proposto um completo programa de necessidades para reabilitação, condicionamento físico, percepção corporal e integração de todos os alunos.

## 5.2 Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal

Projeto finalista do Prêmio Mies Van der Rohe de 2011 (FIG. 32), o centro de reabilitação conta 14000m<sup>2</sup> construídos localizado em uma floresta nos arredores de Arnhem, Holanda. Projeto do arquiteto Koen van Velsen, conta com quatro pavimentos, no inferior onde temos os escritórios, no pavimento térreo temos todo o programa esportivo com quadras, teatro, piscinas aquecidas e restaurantes, no centro da edificação têm todas às clinicas assegurando aos pacientes a sensação de que estão abraçadas pela comunidade, e no pavimento superior tem-se continuação de finalidades esportivas. (KLIMMENDAAL, 2011)

Figura 32 - Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal



Fonte: Klimmendaal, 2011 <<http://www.archdaily.com/126290/rehabilitation-centre-groot-klimmendaal-koen-van-velsen/5013f42428ba0d3b45000802-rehabilitation-centre-groot-klimmendaal-koen-van-velsen-photo>>

O sistema estrutural escolhido para este projeto foi o metálico com perfis em aço galvanizado, a escolha se fez por se tratar de um material sustentável o que se trata de uma das premissas do projeto, portanto o aço foi uma escolha certa, conferindo além da sustentabilidade, esbeltes, geração de espaços modulares, proporcionar pouca manutenção durante sua vida útil, além da estética onde a combinação da estrutura com fechamentos em vidros proporcionou a integração da natureza com o prédio. Tudo feito sob medida, o prédio confere um eclético programa de necessidades, estando sempre atento as necessidades sociais o edifício convida além dos pacientes todas as pessoas da comunidade a utiliza-lo, integrando assim os pacientes a uma rotina agradável que os fazem se sentir acolhidos. (KLIMMENDAAL, 2011)

A relevância de tal obra traz ao projeto do centro de fisioterapia a ideia da integração, dos espaços bem aproveitados e modulados com a utilização do sistema estrutural em aço(FIG.34).

Figura 33 - Plantas, cortes e fachadas do Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal

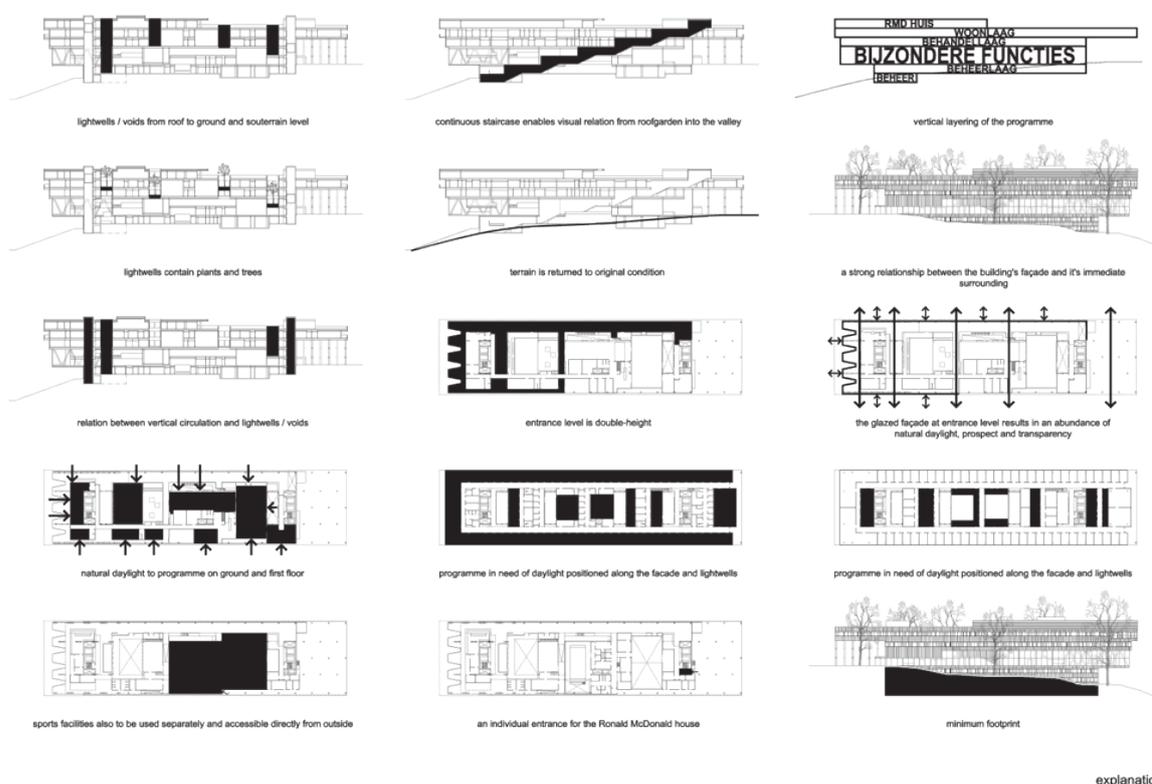


Figura 34 - Interior do Centro de Reabilitação Groot Klimmendaal



Fonte: Klimmendaal, 2014 <<http://www.archdaily.com/126290/rehabilitation-centre-groot-klimmendaal-koen-van-velsen/5013f43f28ba0d3b45000807-rehabilitation-centre-groot-klimmendaal-koen-van-velsen-photo>>

Com o estudo desta obra, foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referência na proposta projetual, sua materialidade, a utilização da estrutura metálica como protagonista do projeto, tendo toda a estrutura aparente criando um jogo de volumes com a presença de vidraças, o que permite a integração com a natureza, sua composição arquitetônica com um programa de necessidades para atendimentos de reabilitação, para atender também atividades que promovam a integração da população no edifício.

### 5.3 O Crescente

Projeto dos arquitetos Nimish Shah e Deep Doiya, localizado em Gujarat, Índia, trata-se de um edifício de escritórios com um único pavimento em forma de um semi círculo, a sua estrutura se deu em base de estudos sobre o sitio e suas condições climáticas, como a sua posição que foi pensada para melhor utilização da luz natural difusa que entra pela edificio, por meio de vidraças nas extremidades e também pelo centro, onde conta com uma pequena e simpática praça. (CRESCENTE, 2016)

Com consequência das situações do sitio levantadas, um dos fatores que mais influenciou a obra foi o fato da temperatura que pode chegar até 35°C, por tanto o seu posicionamento e sua concepção da forma foram planejados para estabelecer um conforto dentro do espaço construído (FIG. 35). (CRESCENTE, 2016)

Figura 35 - Fachada principal

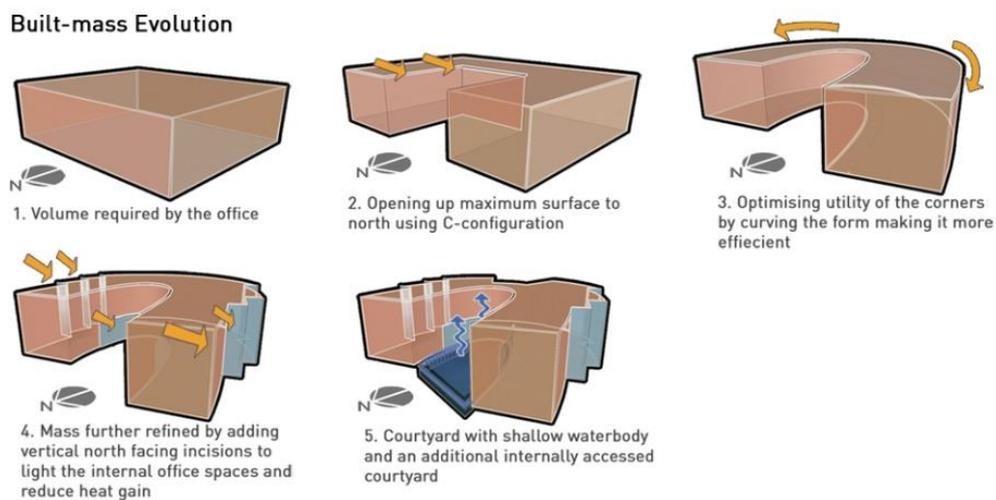


Fonte: Crescente, 2016 <<http://www.archdaily.com/790035/the-crescent-sanjay-puri-architects/576a8ca4e58ecec7870000de-the-crescent-sanjay-puri-architects-photo>>

Estruturado totalmente em estrutura de aço, com seu telhado e vedações em chapas de aço corten, sua obra foi concluída no prazo de em três meses. Sua arquitetura escultural foi concebida através de estudos das condições climáticas, melhor posicionamento do edifício, formas como a variação do telhado que permite a entrada de ar e luz natural, e concepção podendo assim ter o melhor aproveitamento

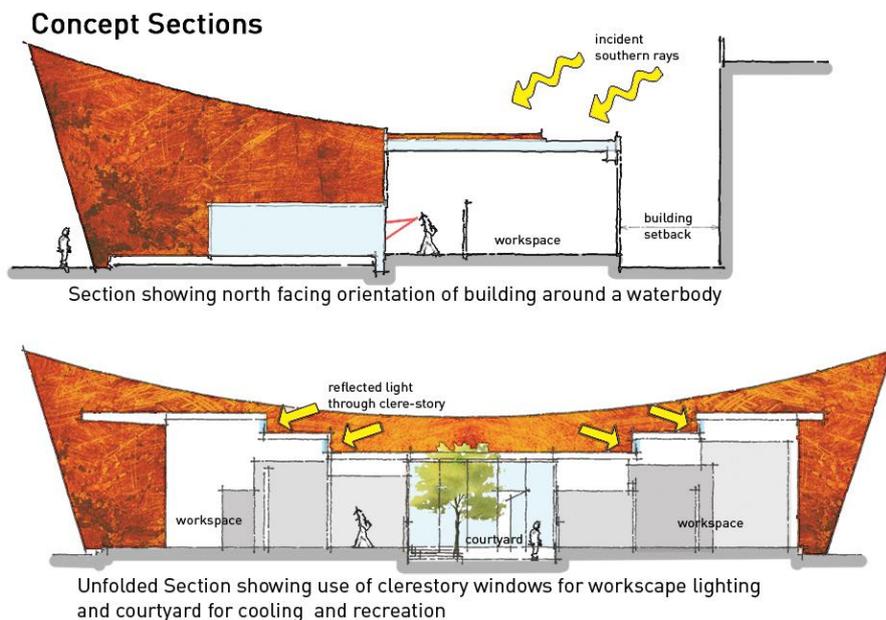
do conforto ambiental conferindo a ele uma eficiência energética (FIG.36 E 37).  
(CRESCENTE, 2016)

Figura 36 - Estudo da volumetria em função do conforto



Fonte: Crescente, 2016 <<http://www.archdaily.com/790035/the-crescent-sanjay-puri-architects/576a8d5be58ecec7870000e4-the-crescent-sanjay-puri-architects-diagram>>

Figura 37 - Corte esquemático solução do telhado



Fonte: Crescente, 2016<<http://www.archdaily.com/790035/the-crescent-sanjay-puri-architects/576a8d61e58ecedf86000142-the-crescent-sanjay-puri-architects-concept-sections>>

Através do estudo desta obra foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referencia na proposta projetual, o ótimo aproveitamento dos fatores climáticos e do sitio, dos quais se assemelham aos fatores do local escolhido para implementação do projeto, como a criação de desníveis na cobertura, a orientação do edifício e sua forma, foram estratégias para amenizar essas condicionantes climáticas. A composição dos materiais empregados também é um fator relevante, utilizando o aço para estrutura e vedação juntamente com vidros, criando assim um ambiente agradável aproveitando todas as condicionantes climáticas para se obter o máximo de conforto.

#### **5.4 Museu da memória**

Na atualidade o emprego da estrutura metálica esta cada vez mais presente e um dos exemplos marcantes dessa utilização temos o Museu da memória mais Centro Matucana.

O estudo desta obra foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referencia na proposta projetual, sua estrutura com a riqueza de componentes treliçados onde possibilita a abertura de um grande vão central, que é apoiado por quatro pontos de apoio juntamente com uma vedação em vidro o que lhe confere uma luz difusa por todo interior, o cuidado com a implantação do projeto com o meio, onde tudo foi planejado a inseri-lo como se ele já pertencesse ao lugar, compondo ainda mais o ambiente inserindo foi uma das grandes questões do projeto, pois trata-se uma obra para guardar historicidade de um país e um povo, portanto seu projeto faz o convite para toda população a entrar e se sentir em casa.

Figura 38 - Museu da memória



Fonte: Fernandes, 2011 <[http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715\\_769](http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715_769)>

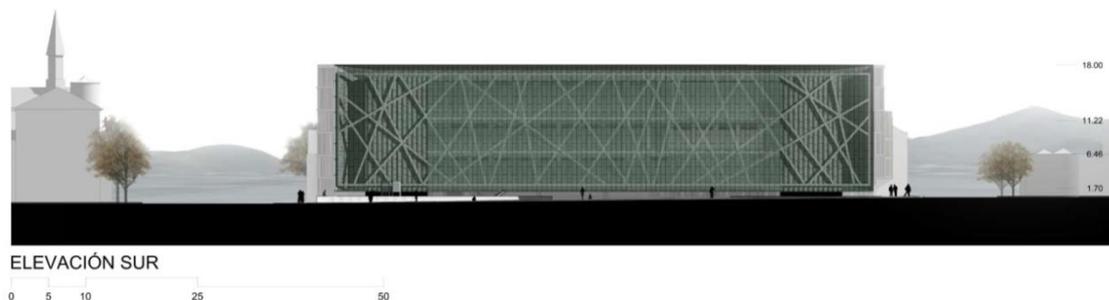
Este museu (FIG. 38) conta com uma área total construída de 10900m<sup>2</sup> em Santiago, Chile, projeto do Estúdio América. Com uma composição de treliças que compreende em toda sustentação do grande cubo vencendo todo o vão encaminhando todo o esforço para quatro pontos de apoio nas extremidades. (FERNANDES, 2011)

Em meios de jardins o prédio abriga uso comercial e serviços, organizado em duas fases a Barra com exposições, museu e administrativo, e a Base com eventos como cinemas de artes e espaços para cursos. (FERNANDES, 2011)

Fechamento em vidro que proporciona ao museu a entrada de luz natural em toda sua extensão. O Museu da Memória traz consigo sensações e lembranças através de exposições, dos materiais empregados em toda obra que remetem a uma lembrança ou sentimento, todo um contexto em volta da historicidade chilena. (FERNANDES, 2011)

Preocupados também com o futuro e a preservação dos recursos naturais, o prédio tem a captação de radiação solar por placas fotovoltaicas, aberturas zenitas para melhor aproveitamento da luz natural (FIG. 39, 40 E 41). ( FERNANDES, 2011)

Figura 39 - Fachada do Museu da Memória



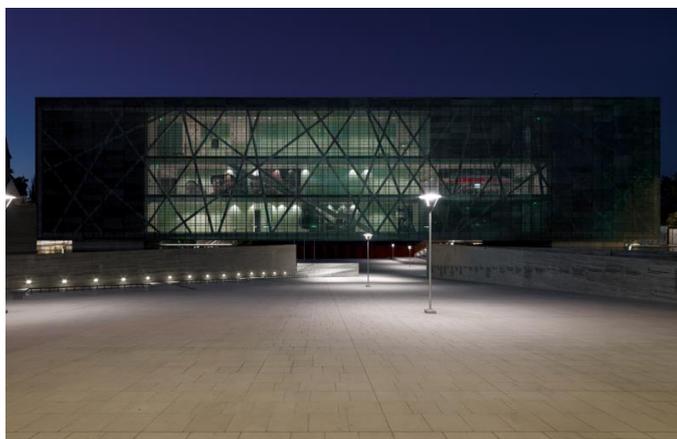
Fonte: Fernandes, 2011 <[http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715\\_758](http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715_758)>

Figura 40 - Implantação do Museu da Memória



Fonte: Fernandes, 2011 <[http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715\\_763](http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715_763)>

Figura 41 - Imagem noturna



Fonte: Fernandes, 2011 <[http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715\\_779](http://www.archdaily.com.br/br/01-715/museu-da-memoria-estudio-america/715_779)>

## 5.5 Grid House

Projeto dos arquitetos Fernando Forte, Lourenço Gimenes e Rodrigo Marcondes Ferraz, nas montanhas da Mantiqueira em Minas Gerais com 3123.0m<sup>2</sup> em um terreno acidentado entremeia a uma floresta de beleza inigualável com as Araucárias. (GRID HOUSE, 2009)

Projetada com a projeção térrea a Grid House tem como conceito a integração a natureza que esta em todo seu entorno (FIG. 42), elevada do solo pela alta humidade do solo traz além de conforto e preocupação com os materiais empregados uma estética singular. (GRID HOUSE, 2009)

Figura 42 - Perspectiva da Grid House



Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/574552f5e58ece0d2800000c-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-photo>>

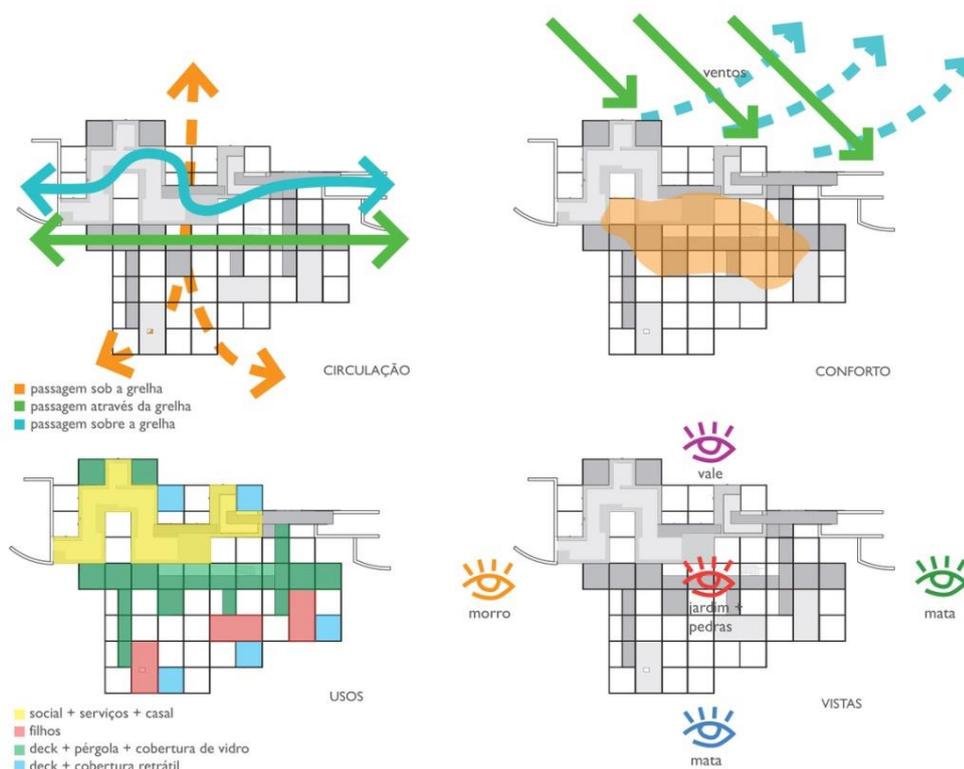
O projeto consiste em um grid composto por módulos de madeira de 5,5x5,5x5,3m, onde fica assim suspensa conectando e criando caminhos de três formas diferentes, por cima no telhado jardim, por baixo onde se atravessa um espelho d'água e pelo central onde se percorre por dentro da casa, pode-se observar na figura 6.8 a seguir. (GRID HOUSE, 2009)

O grid é composto por um núcleo com a área social da casa, entre cada espaço encontram-se vazios com jardins organizando assim a fragmentação do projeto. Apoiado por um grupo de pilares de concreto que juntamente com as vigas em trussed em aço corten para possibilitar vãos a cada 11m. O pavilhão de lazer fica

no topo da colina, com a estrutura em aço corten em forma de asa, possibilitando balanços no vão livre. “O pavilhão de lazer e o bloco de residência, com a mesma grelha estrutural mostrando situações antagônicas de ocupação do solo - seja no vale ou na colina, o módulo estabelece um diálogo claro com a topografia.” (GRID HOUSE, 2009)

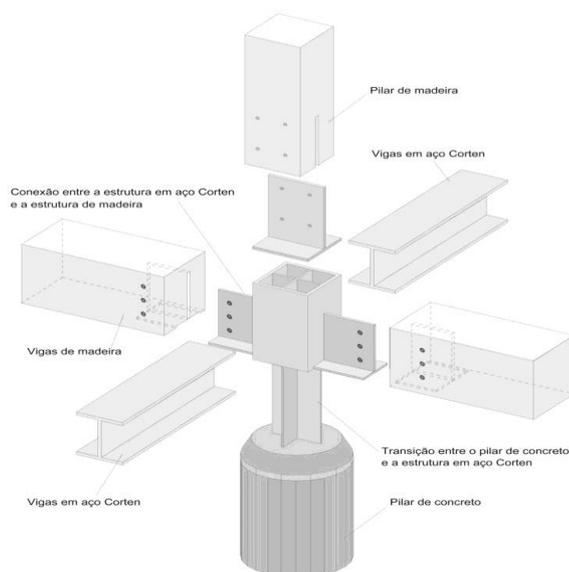
A concepção deste projeto traz consigo a simplicidade de um sistema modular, onde se teve máximo de aproveitamento do sitio, sua metodologia gerada a partir da integração total com a natureza, a utilização de uma estrutura integrada com diferentes materiais como o aço e a madeira, criando uma composição de ambientes bem pensados e empregados (FIG. 43, 44, 45, 46, 47 E 48).

Figura 43 – Diagrama de Sustentabilidade



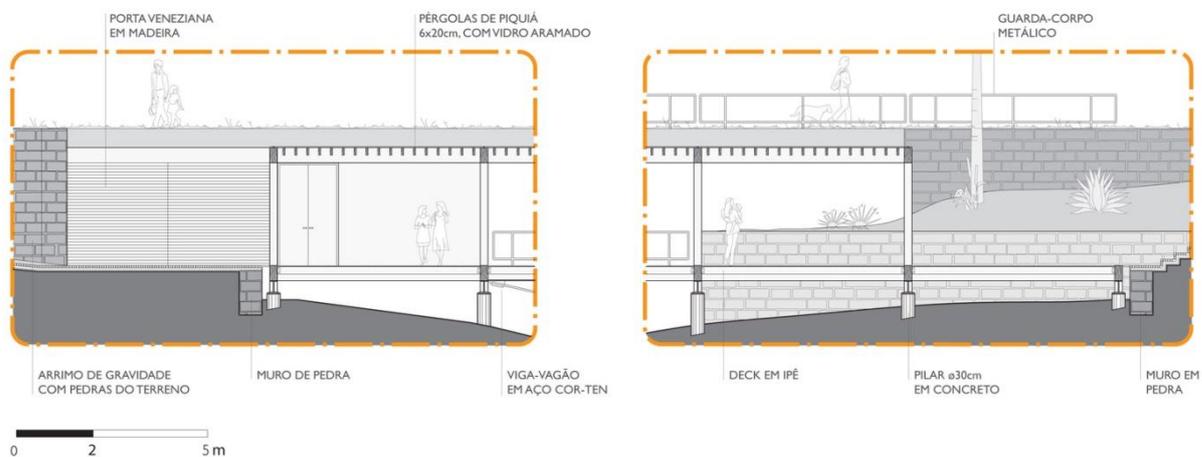
Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/5745515be58ece858d000001-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-diagramas-sustentabilidade>>

Figura 44 - Detalhe ligação dos elementos estruturais



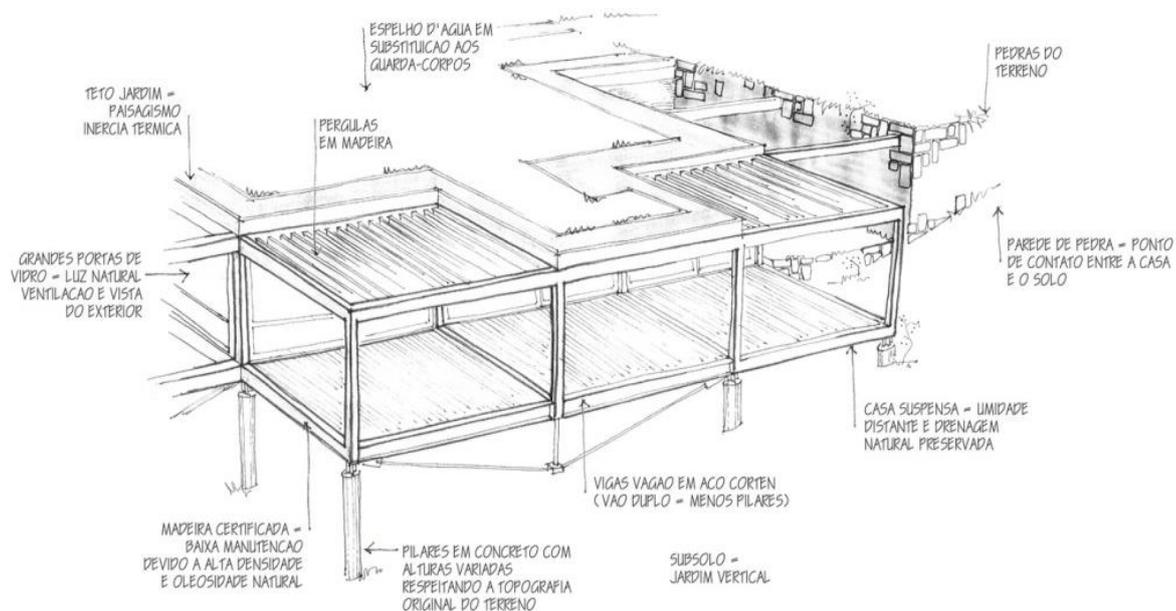
Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/57455143e58ece0d28000001-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-detalhe-estrutural>>

Figura 45 - Detalhamento do grid principal



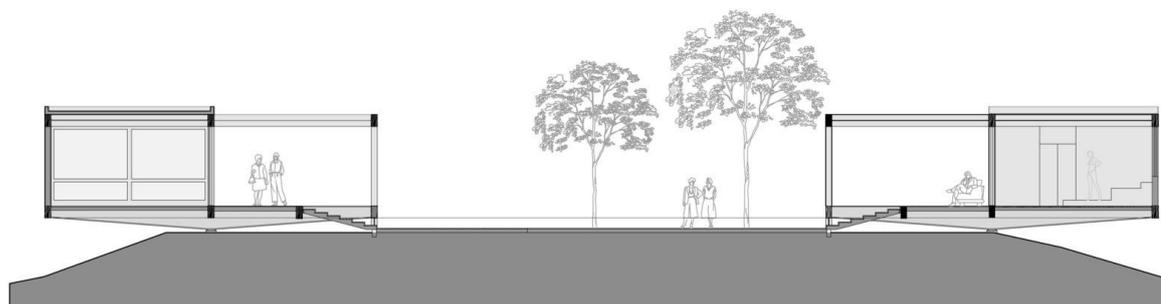
Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/574551dae58ece858d000003-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-detalhes1>>

Figura 46 - Croqui



Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/574551dae58ece858d000003-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-detalhes1>>

Figura 47 - Pavilhão com vigas de aço em formato de asa



CORTE PAVILHÃO

0 5 10

Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/57454ed2e58eceac8500000d-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-pavilhoes-corte>>

Figura 48 - Planta baixa



Fonte: Grid House, 2009 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/57455217e58ece858d000005-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-planta>>

O estudo desta obra foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referência na proposta projetual, concepção através da utilização de módulos possibilitando um arranjo de espaços bem definidos com máximo aproveitamento do terreno, sua proposta de elevação da edificação do solo com a utilização de vigas em forma de asa.

## 5.6 Hospital Sarah Kubitscheck

Projeto do arquiteto João Filgueiras Lima mais conhecido como Lelé, localizado no Maranhão, Salvador – Brasil faz parte da rede Sarah que compreende em dez hospitais espalhados pelo território brasileiro. Sua composição estrutural feita em aço é marcada pela utilização dos shads que são contínuos por toda sua cobertura, entre eles são implementados fileiras paralelas de brises horizontais, permitindo a passagem de iluminação e ventilação natural, dando forma ao prédio (FIG.49). (IGOR FRACALLOSSI, 2012)

Figura 49 - Cobertura com Shads



Fonte: Igor Fracalossi, 2012 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/57455217e58ece858d000005-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-planta>>

Com um partido completamente horizontalizado, uma arquitetura bioclimática estudada e planejada para as condicionantes locais, seu projeto foi pensado para dar além de total integridade ao paciente, para que pudesse ter uma vida ativa dentro do ambiente hospitalar, o conforto e a motivação ao paciente, através do conjunto de todos os elementos construtivos (FIG. 50). (LUKIANCHUKI, 2010)

Figura 50 - Fachada do Hospital Sarah Kubitscheck



Fonte: Igor Fracalossi, 2012 <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/57455217e58ece858d000005-grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos-casa-principal-planta>>

O estudo desta obra foi possível observar os seguintes pontos relevantes que serão utilizados como referencia na proposta projetual, o fator da utilização da ventilação e iluminação natural através de uma arquitetura bioclimática, implantação dos elementos estruturais shads para que se pudesse realizar a geração de um micro clima agradável, construção em um único nível, com total preocupação com os pacientes, seu conforto e sua autonomia durante a estadia no hospital.

## 6. DIAGNÓSTICO DO SITIO E REGIÃO

Abaixo segue a descrição das principais características da região pertinente para a implantação do objeto de estudo na cidade de Lagoa da Prata-MG.

### 6.1 Análise Histórica, Cultural, Socioeconômica da cidade e região

O município de Lagoa da Prata (fig. 51) originou-se a partir da implantação de um pequeno povoado fundado pelo Coronel Carlos José Bernardes Sobrinho, fixando a sede da fazenda perto de uma lagoa em uma região pantanosa, recebendo então o nome de “do Pântano”, e em 1896, passou a se chamar São Carlos do Pântano, e só então e 1916 um açude construído pelo português Novais, com a ampliação do açude o aterro feio por este se encheu da água límpida e cristalina da vereda que estava próxima, passavam ali alguns missionários visitantes que ao notarem aquela lagoa sempre comentavam que era linda como se fosse uma lagoa de prata, assim se deu o nome do município, que desde então encanta a toda a população e visitantes. (IBGE, 2017)

Figura 51 - Imagem aérea da cidade de Lagoa da Prata MG



Fonte: Portal Férias <<http://www.ferias.tur.br/fotos/3327/lagoa-da-prata-mg.html>>

De clima predominantemente tropical de altitude a cidade de Lagoa da Prata fica localizada no Centro Oeste Mineiro, no Alto São Francisco com uma área total

de 442km<sup>2</sup>, a 211 km da capital do estado, a 658 metros de altitude. Com temperatura anual que varia entre 21,8°C no verão e 10°C no inverno, contendo um considerável índice pluviométrico da região com media anual de precipitação de 1512mm, temos duas estações bem definidas, um verão com pancadas de chuva entre os meses de outubro à março, e um inverno de clima seco entre os meses de maio à setembro. (PREFEITURA, 2017)

Grandes partes do município têm a presença da vegetação de Cerrado, algumas formações de floresta conhecidas como Cerradão, matas ciliares e veredas que são muito comuns na cidade, como a famosa lagoa que originou o nome da cidade. (PREFEITURA, 2017)

Sua principal fonte de economia é a agropecuária voltada a laticínios e usina de açúcar, com forte crescimento também na área têxtil de ursos de pelúcia. Cidade consideravelmente plana, conta com uma frota de bicicletas considerável, criando oportunidades de trabalho nesse segmento, como fabricas de bicicletas e lojas especializadas espalhadas pelo município. (PREFEITURA, 2017)

Com a população estimada entre 50.714 habitantes, desfrutam da cultura local de cidade do interior, como congado um dos eventos religiosos de grande prestígio da população, assim também como eventos de paróquias, música com a banda local que proporciona aulas publicas, esporte publico com implementação de praças com intuito de varias atividades, rodeio e exposição agropecuária, fazem parte da cultura do lagopratense.

## **6.2 Estudo da área de projeto e seu entorno**

O lote escolhido para o estudo se localiza no bairro São José quadra 14, na cidade de Lagoa da Prata (FIG. 52, 53, 54, 55 E 56), com uma área total de 3242,54m<sup>2</sup> somatória de 11 lotes, pertencente ao um loteamento residencial palmeiras recém-inaugurado onde ainda não se tem construções. Após avaliação do mapa de estudo do terreno podemos notar que se trata de uma área com grandes possibilidades, tendo a maior fachada fica localizada para o sol nascente e pequena fachada para o sol poente, o vento que domina a região é o do noroeste, chegando a 8km/h, com uma vista privilegiada da vereda, local de baixo fluxo de veículos o que nos propõe a geração baixa de ruídos.

Figura 52 - Vista panorâmica do novo loteamento



Fonte: Residencial das Palmeiras <<http://residencialdaspalmeiras.web2075.uni5.net/>>

Figura 53 – Residencial das Palmeiras



Fonte: Residencial das Palmeiras <<http://residencialdaspalmeiras.web2075.uni5.net/>>

Figura 54 – Paisagem do terreno



Fonte: a autora, 2017

Figura 55 – Vista do terreno Avenida José Pereira da Silva



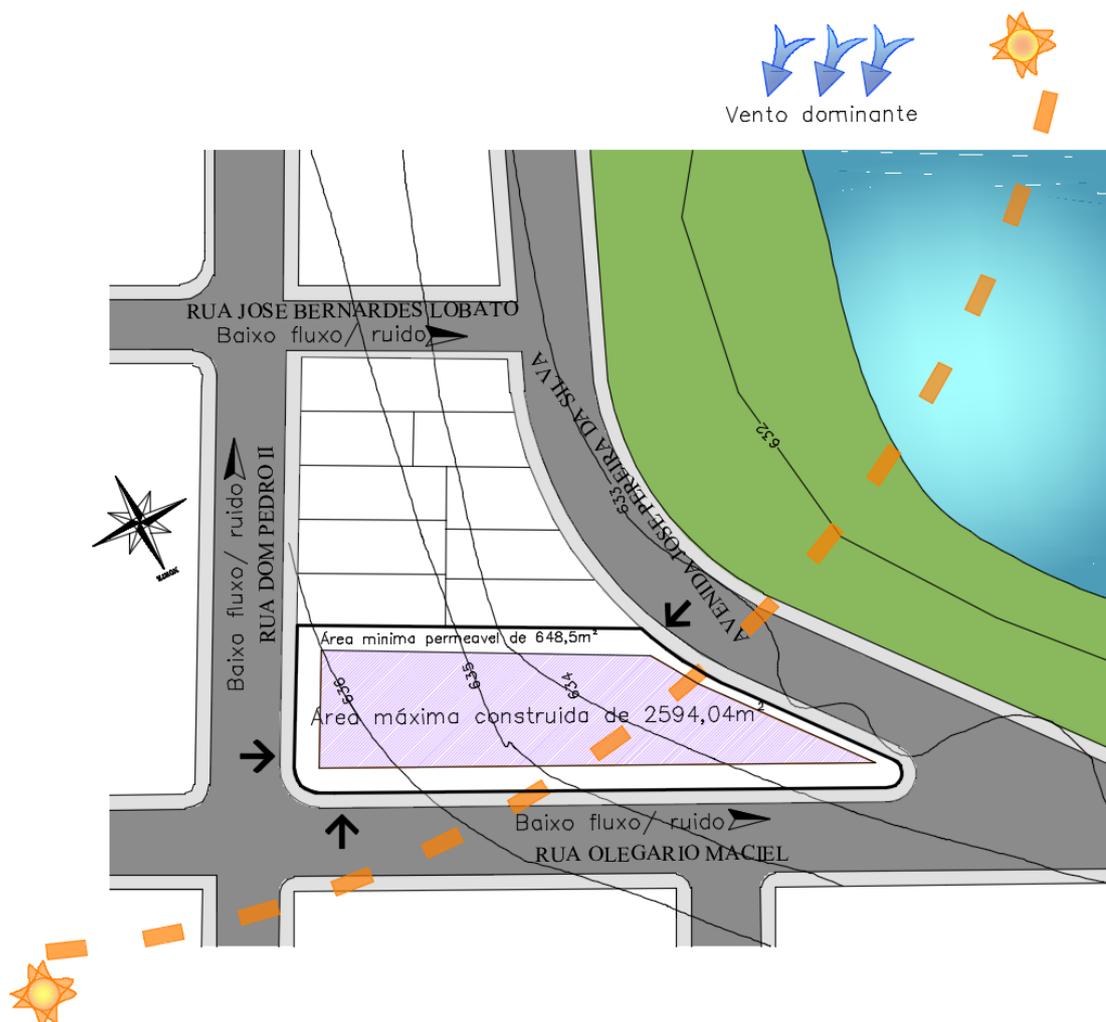
Fonte: a autora, 2017

Figura 56 – Vista da lagoa



Fonte: a autora, 2017

Figura 57 - Mapa de estudo das condicionantes do terreno



Fonte: Elaborado pelo autor. Criado em: 10 Mai. 2017

Com o estudo sobre esse mapa podemos observar que o local se compreende em uma área de pouco fluxo de carros, bairro próximo ao centro do município, com clima predominantemente quente, vento dominante no sentido sudoeste para nordeste, a partir desta análise pode-se concluir o melhor posicionamento para o edifício que será inserido.

### 6.3 Estudo do plano diretor do município de Lagoa da Prata-MG 2017

Com base na lei complementar nº176/2017 dispõe das normas e leis do plano diretor do município, temos para o lote em estudo situado na Zona Residencial II:

- Art. 88.

§ 1º A taxa de ocupação máxima na ZR-2 deverá ser igual a 80% (oitenta por cento) e o coeficiente de permeabilidade mínimo igual a 20% (vinte por cento) e o coeficiente de permeabilidade mínimo igual a 10% (dez por cento), com os seguintes afastamentos laterais e de fundos:

I - zero, em fachadas cegas até 7,6 m (sete metros e sessenta centímetros) de altura;

II - mínimo de 1,5 m (um metro e cinquenta centímetros) em fachadas que tenham aberturas de iluminação e ventilação até 7,6 m (sete metros e sessenta centímetros) de altura;

III - Mínimo de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros) em fachadas acima de 7,6 m (sete metros e sessenta centímetros) de altura;

IV - em lotes de até 12 m (doze metros) de testada, mínimo de 1,5 m (um metro e cinquenta centímetros) em fachadas com abertura até 12 m (doze metros) de altura e mínimo de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros) em fachadas com abertura acima de 12 m (doze metros) de altura;

§ 2º Para o uso residencial, comercial ou de uso misto, podem ser edificados na ZR-2 até 15 (quinze) metros, com pé-direito mínimo de 2,8 m (dois metros e oitenta centímetros) cada piso, permitida ainda a existência de pilotis no térreo dentro da altura permitida;

§ 4º Para o uso comercial ou misto o número de vagas de garagens e/ou estacionamento funcionais deve ser:

IV – uma vaga para cada 150,0 m<sup>2</sup> (cento e cinquenta metros quadrados) em clínicas, laboratórios, estádios, ginásios e clubes;

## **6.4 Estudo de Mapas-Sínteses**

### **6.4.1 Mapa de cheios e vazios**

Com este mapa (FIG. 58) podemos observar uma área adensada onde se trata do centro da cidade, e logo essa densidade vai diminuindo pela implantação de um novo loteamento no bairro São José.



temos uma área de preservação com a presença de uma nascente na lagoa que fica no bairro onde o terreno escolhido está inserido e pouca presença de praças.

### 6.4.3 Mapa de uso do solo

O mapa (FIG. 60) nos mostra como que este solo esta sendo utilização, em qua função ele esta exercendo pra sociedade, podemos ver que há uma grande diversidade entre comercios, setores de serviços, setor institucional e uma grande parte de lotes urbanos.

Figura 60 - Mapa de uso do solo



Fonte: Elaborado pelo autor. Criado em: 10 Mai. 2017

### 6.4.4 Mapa Hierarquia Viária

Este mapa (FIG. 61) nos demonstra todas as vias do entorno estudado, e como elas se classificam, via arterial são vias com velocidade máxima permitida por lei é de 60km/h; via coletora de qual a função é coletar e distribuir o trânsito com a velocidade máxima permitida de 40km/h; via local com velocidade maxima permitida de 30km/h.



Com este mapa (FIG. 62) nos temos o estudo de todo equipamento urbano e mobiliário urbano, notamos que o transporte publico, pontos importantes para a proposta do projeto, como o hospital, policina, prefeitura entre os outros pontos de relevancia como, escola e praças.

#### 6.4.6 Mapa de gabarito

Na região temos a predominancia de edificações de um a dois pavimentos, com prédios altos para fins de hospedagem e comercio, como podemos analisar no mapa que segue (FIG. 63).

Figura 63 - Mapa de gabarito



Fonte: Elaborado pelo autor. Criado em: 10 Mai. 2017

## 6.0 PROPOSTA PROJECTUAL

### 6.1 Programa de necessidades e pré-dimensionamento

O Programa proposto para a próxima etapa, referente à TCC preposição, foi elaborado programa de necessidades para cada setor de acordo com os estudos e levantamentos realizados:

Tabela 4 – programa de necessidades

<b>Consultórios</b>	
Ambiente	Descrição
Almoxarifado	Local para estocagem e armazenamento de matérias
Consultórios	Realização dos atendimentos médicos
Copa de apoio	Ambiente para refeições rápidas
DML	Depósito para matérias de limpeza
Recepção	Espaço para atendimento inicial aos pacientes
Sala de massoterapia	Atendimento por técnicas manuais de massagem
Sanitários	
Setor Cardiorrespiratório	Sala de testes e aerossolterapia
Setor da preventiva	Sala para atendimentos do publico idoso
Setor de Cinesioterapia e Mecanoterapia	Sala de atendimento em grupos
Setor de pediatria	Atendimento a crianças
<b>Condicionamento físico</b>	
Ambiente	Descrição

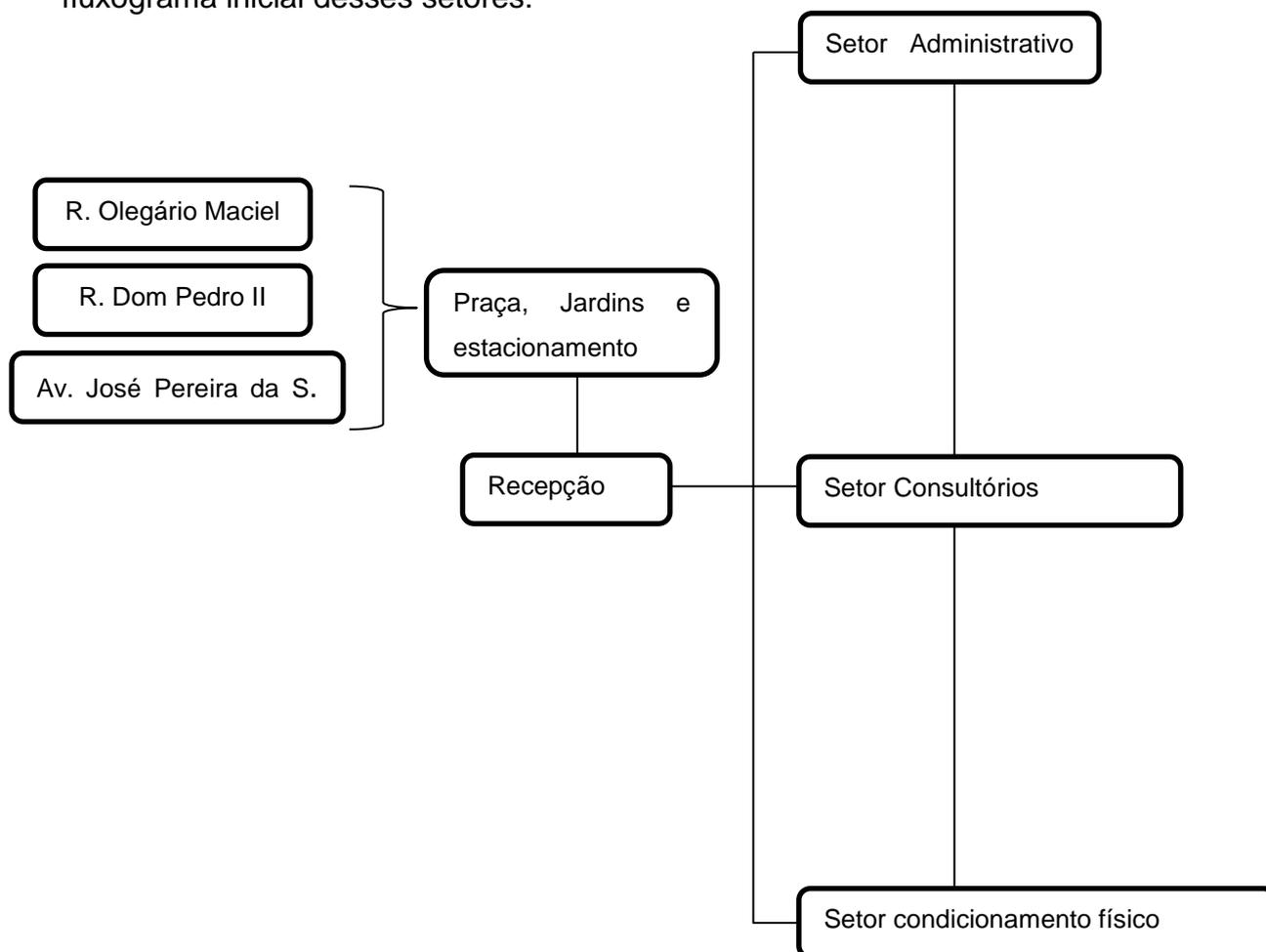
Recepção	Espaço para atendimento inicial aos pacientes
Vestiários	
Academia	Sala com aparelhos para exercício físico
Hidroterapia	Piscinas, para atendimento da prática de hidroterapia
Sala de avaliação	Sala para colher dados sobre cada paciente, e diagnosticar o exercício específico
<b>Paisagismo e áreas comuns</b>	
Ambiente	Descrição
Estacionamento	Permanência de veículos automotores
Praça	Local para descanso e contemplação
Praça de alimentação	Espaço para refeições
Sanitários	Apoio para pacientes e visitantes
<b>Administrativo</b>	
Ambiente	Descrição
Almoxarifado	Local para estocagem e armazenamento de matérias
Carga e descarga	Ambiente de acolhimento rápido a novos materiais
Copa de apoio	Ambiente para refeições rápidas
Depósito de lixo	Descarte correto e destinação dos resíduos
Direção geral	Destinado a administração de todo o prédio
DML	Depósito para matérias de limpeza
Recepção	Espaço para atendimento inicial aos pacientes
Sala de arquivo	Sala para catalogação e arquivamento de documentos

Sala de reuniões e ventos	Sala destinada ao uso de reuniões e eventos esporádicos como palestras
Vestiários e sanitários	Ambiente para aparamentação do funcionário

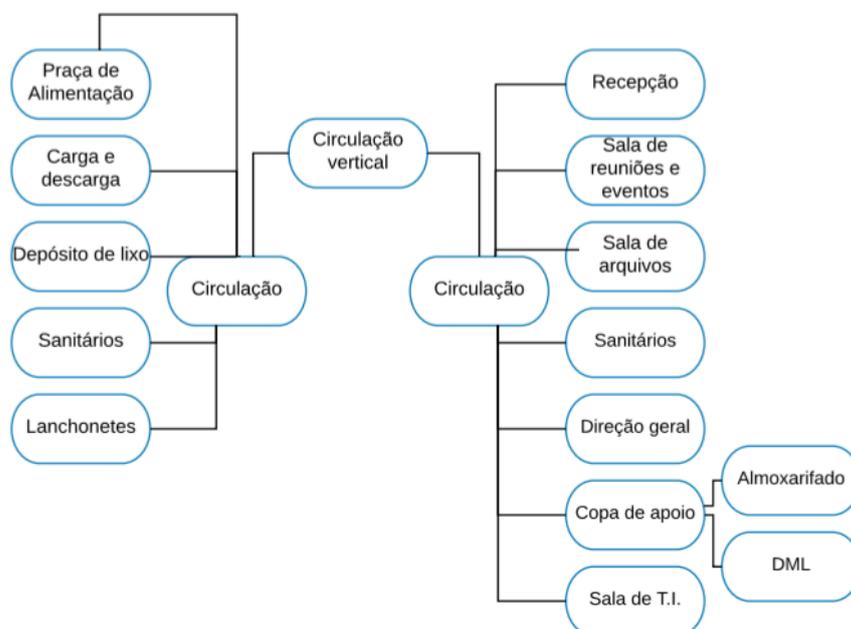
Fonte: a autora, 2017

## 6.2 Fluxograma

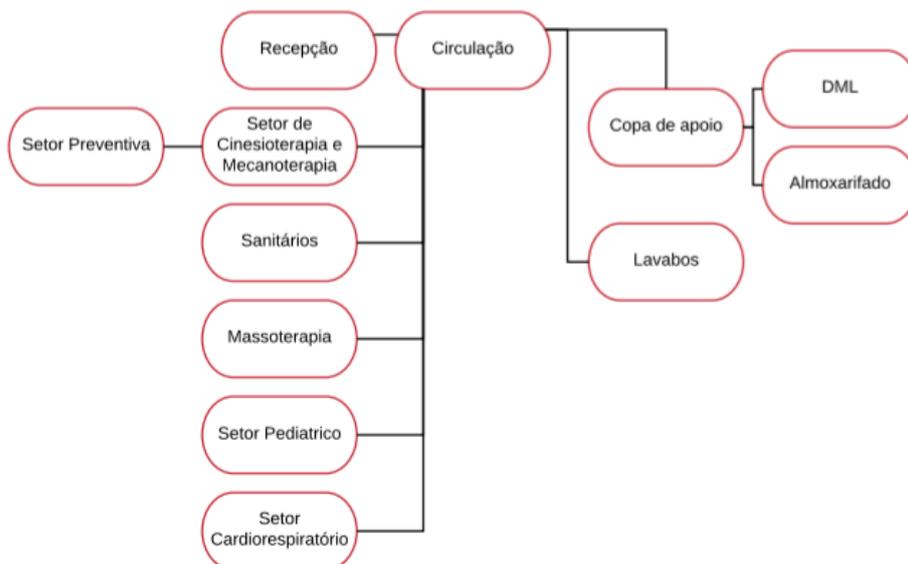
Com o programa de necessidades estabelecido foi desenvolvido um fluxograma inicial desses setores:



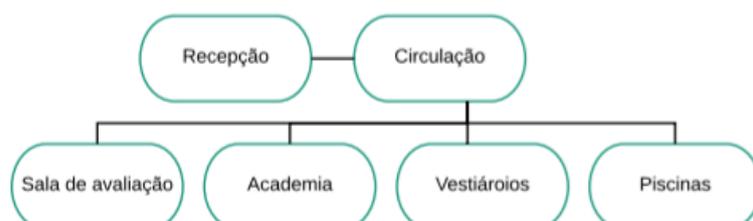
### Fluxograma setor Administrativo



### Fluxograma Setor Consultórios



### Fluxograma Setor Condicionamento Físico



## 7.0 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O trabalho de conclusão de curso proporcionou a compreensão da complexidade de um projeto com base na estrutura metálica, onde deve envolver muito mais estudos por se tratar de uma estrutura muito complexa. O seu uso vem agradando cada dia a mais a construção civil.

Pode se perceber que sua utilização ainda se faz precário no país, mesmo sendo um dos maiores produtores de aço, o Brasil tem uma cultura de construções em alvenaria, criando assim certo desinteresse pelos profissionais da área por falta de conhecimento das suas potencialidades. Portanto o seu uso requer um projeto detalhado, pois não se admite erros na execução, estudo sobre tipos de ligações além do emprego com origem de outros materiais, tendo assim seu uso de forma consciente garantindo tudo o que esse sistema tem a oferecer.

Também permitiu o entendimento de uma área da saúde, a fisioterapia que é considerada como uma prática para reabilitação e prevenção de lesões corporais e mentais, com um programa de especializações bem diversificado, a funcionalidade de um centro de fisioterapia e reabilitação e como ele se organiza para finalidade de atendimentos. Um espaço onde toda população possa ser atendida para realização de prevenção e reabilitação com toda infraestrutura, para possibilitar o acolhimento desse paciente, por se ter seções de atividades que muitas das vezes os traz um desconforto considerável. O centro possibilitara a esses pacientes vivenciar e ter um novo olhar para pratica da fisioterapia, um lugar em que possam se sentir em casa, integrados com a sociedade e natureza, com lugares onde poderão relaxar contemplar a natureza com práticas de ioga nos jardins juntamente com a população do município que será convidada a frequentar o centro.

Com o objetivo de acolher toda a demanda de consultas na área pública de atendimentos fisioterapêuticos, com planejamento de inserção arquitetônica do centro no sítio exposto no trabalho, contribuindo assim para uma melhora na saúde de todos os lagopratenses, e ser um referencial para toda região no que se trata no emprego da estrutura metálica.

## 8.0 REFERÊNCIAS

AFLALO GASPERINI ARQUITETOS. **WT Morumbi**.

Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/866858/wt-morumbi-aflalo-gasperini-arquitetos>>. Acesso em 12 mai. 2017.

ALVES, C.E.A. **Construção em aço no Vale do Aço do estado de Minas Gerais : cronologia, características, e patologias**. 2011. 180P. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

Disponível em:

<[http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2256/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Constru%C3%A7%C3%A3oA%C3%A7oValeDoA%C3%A7o.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2256/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Constru%C3%A7%C3%A3oA%C3%A7oValeDoA%C3%A7o.pdf)>. Acesso em : 28 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Normas técnicas**.

Disponível em : <<http://www.abcem.org.br/site/biblioteca-digital/normas-tecnicas>>. Acesso em : 28 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

<[https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/acero/NBR8800\\_2008\\_1.pdf](https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/acero/NBR8800_2008_1.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2017.

BARACHO, Elza. **Fisioterapia aplicada à saúde da mulher**.5 ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan, 2012.

BERLATO, E.; TUKOMOTO, L.F.; OLIVEIRA, M.V.N. de. **O papel da fisioterapia em lesões traumato ortopédicas de quadril em idosos**. 2009. 49 p. Monografia

(Pós-Graduação em Fisioterapia Traumatológica Funcional) - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins, 2009 Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/biblioteca/monografias/48508.pdf>>. Acesso dia 02 abr. 2017.

BIM, C.R. et. al. Fisioterapia aplicada a ginecologia e obstetrícia. **Iniciação Científica Cesumar**, Maringá, v. 4, n. 11, p. 51-61, mar.-jul., 2002. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/51/16>>. Acesso em : 20 abr. 2017.

BELLEI, Ildony Hélio. **Edifícios Industriais em aço**: projeto e cálculo. 5.ed. [s.l.] : [s.n.]. 2006.

Brasil. Ministério da Saúde. Portal da Saúde. **Práticas integrativas e complementares**. Disponível em: <[http://dab.saude.gov.br/portaldab/ape\\_pic.php](http://dab.saude.gov.br/portaldab/ape_pic.php)>. Acesso em: 26 mar. 2017

Brasil. Ministério da Saúde. Portal da Saúde. **SUS**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/entenda-o-sus>>. Acesso em: 20 Mar. 2017.

CAMPOS, Holdianh Cardoso. **Avaliação pós ocupação de edifícios construídos no sistema de *light steel framing***. 2010. 164 p. Dissertação (Mestrado em estruturas metálicas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2312/1/DISSERTA%C3%87%C3%82O\\_Avalia%C3%A7%C3%A3oP%C3%B3s-ocupa%C3%A7%C3%A3oEdifica%C3%A7%C3%B5es.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2312/1/DISSERTA%C3%87%C3%82O_Avalia%C3%A7%C3%A3oP%C3%B3s-ocupa%C3%A7%C3%A3oEdifica%C3%A7%C3%B5es.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2017

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL.

**Atendimento de osteopatia e quiropraxia passam a ser oferecidos no SUS.** Disponível em: <<http://coffito.gov.br/nsite/?p=6329#more-6329>> Acesso em: 26 Mar. 2017.

ESTÚDIO AMÉRICA. **Museu da Memória.**

Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/715/museu-da-memoria-estudio-america>>. Acesso em: 12 mai. 2017.

FGMF Arquitetos. **Grid House.**

Disponível em: <<http://www.archdaily.com/28912/grid-house-forte-gimenes-marcondes-ferraz-arquitetos/>>. Acesso em: 12 mai. 2017.

FRACALOSSI, Igor. **Clássicos da Arquitetura:** Hospital Sarah Kubitschek Salvador

Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele>> . Acesso em: 11 mai. 2017

FRANSOZO, Hélder Luís. **Avaliação de desempenho térmico de habitações de baixo custo estruturadas em aço.** 2003. 274 p. Dissertação (Mestrado em estruturas metálicas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

Disponível em:

<[http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6240/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Avalia%C3%A7%C3%A3oDesempenhoT%C3%A9rmico.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6240/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3oDesempenhoT%C3%A9rmico.pdf)>. Acesso em 18 mar. 2017.

GAVA, Marcus Vinicius. **Fisioterapia:** história, reflexões e perspectiva. São Bernardo do Campo: UMESP, 2004.

IDE, R.M. et. al. Fisioterapia aquática nas disfunções do aparelho locomotor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2, 2004, Belo Horizonte.

**Anais...** Belo Horizonte : [s.n.], 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/congrext/Saude/Saude92.pdf>> . Acesso em: 22 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico de Lagoa**

**Da Prata.** Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=313720>>. Acesso em: 28 mar. 2017

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Companhia Siderúrgica Nacional.** Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/csn\\_iniciativa.asp](http://www.acobrasil.org.br/site2015/csn_iniciativa.asp)>. Acesso em: 02 abr. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Siderurgia em foco.** p. 1-7, jun. 2016. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco\\_Brasil\\_Informa\\_Jun16.pdf](http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/Aco_Brasil_Informa_Jun16.pdf)>.

Acesso em: 02 abr. 2017.

KÜHL, Beatriz Mugayar. **Arquitetura do Ferro em São Paulo:** reflexões sobre sua preservação. São Paulo: Ateliê Editorial, 1998. p. 23. Disponível em:

<[https://books.google.com.br/books?hl=pt-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dXBcjKgVWPwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Esta%C3%A7%C3%A3o+ferrovi%C3%A1ria+da+Luz+1901+em+sp&ots=LfflXDQFVr&sig=e693gP2ctS20E3hBnJv0LhTGajs#v=onepage&q=Esta%C3%A7%C3%A3o%20ferrovi%C3%A1ria%20da%20Luz%201901%20em%20sp&f=false)

[BR&lr=&id=dXBcjKgVWPwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Esta%C3%A7%C3%A3o+ferrovi%C3%A1ria+da+Luz+1901+em+sp&ots=LfflXDQFVr&sig=e693gP2ctS20E3hBnJv0LhTGajs#v=onepage&q=Esta%C3%A7%C3%A3o%20ferrovi%C3%A1ria%20da%20Luz%201901%20em%20sp&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dXBcjKgVWPwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Esta%C3%A7%C3%A3o+ferrovi%C3%A1ria+da+Luz+1901+em+sp&ots=LfflXDQFVr&sig=e693gP2ctS20E3hBnJv0LhTGajs#v=onepage&q=Esta%C3%A7%C3%A3o%20ferrovi%C3%A1ria%20da%20Luz%201901%20em%20sp&f=false)>. Acesso em: 02 abr. 2017.

LAGOA DA PRATA. Prefeitura Municipal de Lagoa da Prata. **Lagoa da Prata.**

Disponível em: <<http://lagoadaprata.mg.gov.br/lagoa-da-prata/>>. Acesso em 12 mai. 2017.

LOPES, A.C.B. et. al. **Quiropraxia:** revisão sistemática. Disponível em:

<<http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/596/u2016v13n30e596>>.

Acesso em: 12 mai. 2017.

LUKIANCHUKI, Marieli Azoia. **A evolução das estratégias de conforto térmico e ventilação natural na obra de João Filgueiras Lima, Lelé:** Hospital Sarah de

Salvador e do Rio de Janeiro. 2010, 324. Dissertação (mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-25042011-100330/pt-br.php>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

MACHADO, Roberta Carvalho . **Aspecto da sustentabilidade ambiental nos edifícios estruturados em aço.**2010, 232 p. dissertação (mestrado em construção metálica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: <[http://www.propec.ufop.br/uploads/propec\\_2016/teses/arquivos/tese164.pdf](http://www.propec.ufop.br/uploads/propec_2016/teses/arquivos/tese164.pdf)>. Acesso em: 14 de mar. 2017.

MARINGONI, Heloisa Martins. **Princípios de arquitetura em aço.** 3. Ed. [s.l.] : [s.n.], 2007. Disponível em: <[http://www.krahenbuhl.com.br/catalogos/pdfs\\_ferroeaco/Gerdau/principios\\_da\\_arquitetura\\_em\\_aco.pdf](http://www.krahenbuhl.com.br/catalogos/pdfs_ferroeaco/Gerdau/principios_da_arquitetura_em_aco.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2017.

MURILHA, Douglas. SALGADO, Ivone. A arquitetura dos mercados públicos: tipos, modelos e referências projetuais. **Arquitextos.** ano 12, n. 138.02, Vitruvius, nov. 2011. Disponível em: em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.138/4113>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

PEREZ, Adelyn. **Clássicos da Arquitetura:** Casa Eames. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/805839/classicos-da-arquitetura-casa-eames-charles-e-ray-eames.>>. Acesso em: 11 mai. 2017

PORTAL METÁLICA. Vantagens da construção em aço. Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/vantagens-da-construcao-em-aco>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

PURI, Sanjay. **The Crescent.** Disponível em: <<http://www.archdaily.com/790035/the-crescent-sanjay-puri-architects/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

SALES, Urânia Costa; SOUZA, Henor Artur de; NEVES, Francisco de Assis das. Mapeamento de problemas na construção industrializada em aço. **Rem, Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 4, p. 303-309, dez. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000400012>>. Acesso em 02 abr. 2017.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema Light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. 2008, 153f. Dissertação (mestrado em estrutura metálica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2248/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_UsoSistemaLightSteel.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2248/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_UsoSistemaLightSteel.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2017.

TEIXEIRA, Renata Bacelar. **Análise da gestão do processo de projeto estrutural de construções metálicas**. 2007. 269 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/PASA-89AG8X/206.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

VALENTE, Toni. **As Doenças que a osteopatia trata**. Disponível em: <<http://fisioterapia.com/as-doencas-que-osteopatia-trata/>>. Acesso em: 12 mai. 2017

VANDHALLA. **Egmont Rehabilitation Centre**. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/474130/vandhalla-egmont-rehabilitation-centre-cubo-arkitekter-force4-architects/>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

VAN VELSEN, Koen. **Centro de reabilitação Groot Klimmendaal**. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/126290/rehabilitation-centre-groot-klimmendaal-koen-van-velsen/>>. Acesso em: 08 abr. 2017.