

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DAS VIABILIDADES DA CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE MÚLTIPLOS ANDARES EM
ESTRUTURA METÁLICA**

MARCELO SAMUEL ALVES DA CRUZ

**ANÁPOLIS / GO
2018**

MARCELO SAMUEL ALVES DA CRUZ

**ANÁLISE DAS VIABILIDADES DA CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE MÚLTIPLOS ANDARES EM
ESTRUTURA METÁLICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA
CIVIL DA UNIEVANGÉLICA
ORIENTADOR: RODOLFO RODRIGUES DE
SOUSA BORGES

ANÁPOLIS / GO:

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

CRUZ, MARCELO SAMUEL ALVES DA.

ANÁLISE DAS VIABILIDADES DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE MÚLTIPLOS ANDARES EM ESTRUTURAS METÁLICAS

69P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Viabilidade mercadológica
 2. Viabilidade técnica
 3. Viabilidade ambiental
- I. ENC/UNI II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CRUZ, MARCELO SAMUEL ALVES DA. Análise das Viabilidades da Construção de Edifícios Residenciais de Múltiplos Andares em Estruturas Metálicas. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcelo Samuel Alves da Cruz

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Análise das Viabilidades da Construção de Edifícios Residenciais de Múltiplos Andares em Estruturas Metálicas

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Marcelo Samuel Alves da Cruz

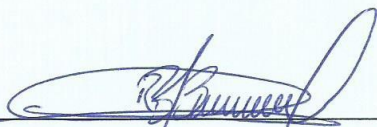
E-mail: marcelocruz.engcivil@hotmail.com

MARCELO SAMUEL ALVES DA CRUZ

**ANÁLISE DAS VIABILIDADES DA CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE MÚLTIPLOS ANDARES EM
ESTRUTURA METÁLICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

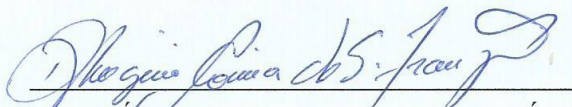
APROVADO POR:



**RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA BORGES
(ORIENTADOR)**



**FABRÍCIO NASCIMENTO SILVA
(EXAMINADOR INTERNO)**



**RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 07 de JUNHO de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, pois somente Ele é digno de todo louvor, honra e glória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, o autor da minha vida, que me deu forças e direção nos momentos mais difíceis até aqui. Não foi fácil, porém nunca me senti desamparado.

A todos da minha família, meus pais que sonharam comigo, mas especialmente minha esposa Suzana Cruz, que sempre esteve comigo acreditando em mim mesmo quando eu deixava de acreditar, sempre me incentivando, passando por momentos tão difíceis que somente eu e ela sabemos como foi passar por essas etapas, sem ela seria muito difícil conseguir.

Ao meu orientador e professor, Rodolfo Rodrigues de Sousa por ter acreditado no meu trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos que fiz nessa caminhada, alguns durarão por toda a vida, sem dúvidas significaram muito para mim e fizeram a diferença na minha vida.

“Uma mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltará ao seu tamanho
original.”
— Albert Einstein

RESUMO

A cada dia que passa a competição entre empresas do setor da construção civil está cada vez mais acirrada, sendo necessário identificar novas oportunidades a partir das necessidades que são exigidas nesse mercado competitivo. A busca por novos sistemas construtivos e novas tecnologias estão no cotidiano das empresas que sempre visam otimizar o seu processo produtivo, oferecendo um produto a custo menor sem comprometer sua qualidade. No entanto percebe-se uma nova necessidade, que é produzir sem agredir o meio ambiente, ou minimizar ao máximo o impacto no meio ambiente.

A partir da identificação dessas necessidades acima citada, surge a idéia para desenvolver esse trabalho, onde poderá ser analisada a viabilidade econômica e mercadológica, a viabilidade técnica e a viabilidade ambiental. No que tange construção de edifícios residenciais, projetos de edifícios estruturados em aço surge como uma nova tecnologia proposta para atender essa demanda. Por se tratar de um material extremamente reciclável, mesmo que o ferro seja essencial para sua composição e sendo um mineral extraído da natureza, torna-se viável o uso desse material. Estruturas em aço permite, com mais facilidade, a associação de outros tipos de materiais a serem incorporados na estrutura, como é o caso de lajes pré-fabricadas e diversos tipos de fechamentos de ambientes, como o bloco cerâmico e o sistema Drywall. Por ser mais leve, o aço exige menos da fundação do edifício. Com relação a mão de obra, estruturas metálicas necessitam de uma demanda menor de contingente de funcionários para a execução do projeto, porém uma mão de obra especializada.

Conclui-se que, edifício de múltiplos andares estruturados em aço oferece vantagens mais do que suficiente e o seu uso é totalmente viável em edifícios residenciais. Estruturas metálicas estão vindo para mudar o rumo da construção civil residencial.

Palavras chave: Estruturas Metálicas. Aço na Construção Civil. Edifícios Residenciais. Sustentabilidade.

ABSTRACT

With each passing day the competition between companies in the civil construction sector is increasingly fierce, it is necessary to identify new opportunities based on the needs that are required in this competitive market. The search for new construction systems and new technologies are in the day to day of companies that always aim to optimize their production process, always offering a product at a lower cost without compromising product quality. However a new need is perceived, to produce without harming the environment, or to minimize the impact to the environment. From the identification of these needs mentioned above, the idea arises to develop this work, where economic and marketing viability, technical viability and environmental viability can be analyzed. Regarding residential building construction, steel structured building projects emerges as a new technology proposed to meet this demand. Because it is an extremely recyclable material, even if iron is essential for its composition and being a mineral extracted in nature, however because it is recycled becomes the use of this material. Steel structures allow the association of other types of materials to be incorporated into the structure, such as prefabricated slabs and various types of closures, such as the ceramic block and the Drywall system. Because it is lighter the steel requires less of the foundation of the building. With regard to labor, metal structures require a lower demand of contingents of employees for the execution of the project, however this workforce needs to be specialized. It is concluded that multi-storey steel-structured buildings offers more than enough advantages that make it fully feasible to use in residential buildings, metal structures are coming to change the direction of residential construction.

Keywords: Metallic Structures. Steel in Civil Construction. ResidentialBuildings. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Giro rápido com capital empregado.....	22
Figura 2.2 - Capacidade de influência direta o custo final de um empreendimento.....	25
Figura 2.3 - Possibilidades de correções no projeto.....	25
Figura 3.1 - Origem das patologias.....	28
Figura 3.2 - Erro na furação na ligação viga-pilar.....	30
Figura 3.3 - Pilar de aço parcialmente envolvido por concreto.....	34
Figura 3.4 - Tipos de Aço e Limites de Escoamento.....	40
Figura 4.1 - Estudos sobre desenvolvimento sustentável.....	42
Figura 4.2 - Composição percentual estimada de resíduos de construção civil.....	45

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ASTM	American Society for Testing and Materials
BDI	Budget Difference Income – Benefícios e Despesas Indiretas
CD	Custo Direto
CI	Custo Indireto
CO²	Dióxido de Carbono
COFINS	Contribuição Para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira
CSLL	Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido
Fig.	Figura
GEE	Gases de Efeito Estufa
IRR	Internal Rate of Return
ISS	Imposto sobre Serviço de Qualquer Natureza
NBR	Norma Brasileira
PAYBACK	Retorno Investimento
PIB	Produto Interno Bruto
<i>R_{f,d}</i>	Esforço resistente de cálculo correspondente do elemento estrutural para o estado
<i>S_{f,d}</i>	Esforço solicitante de cálculo em situação de incêndio, obtido a partir da combinação de ações.
<i>t_{f, d}</i>	Valor de cálculo de resistência ao fogo com base no incêndio padrão
ISO 834	
<i>t_{f, req}</i>	Tempo requerido de resistência ao fogo
θ_a	Temperatura do aço
θ_{cr}	Temperatura crítica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
	1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
	1.1.1 Sustentabilidade do aço	16
	1.1.2 Aspectos mercadológicos, econômicos e técnicos	17
	1.2 OBJETIVOS.....	18
	1.2.1 Objetivos gerais	18
	1.2.2 Objetivos específicos	18
	1.3 METODOLOGIA.....	19
	1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2	VIABILIDADE MERCADOLÓGICA E ECONOMICA	19
	2.1 VIABILIDADE MERCADOLÓGICA.....	19
	2.1.1 Aço como vantagem mercadológica	21
	2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	21
	2.2.1 Planejamento	23
	2.2.1.1 <i>Gestão de custos</i>	23
	2.2.1.2 <i>Gestão do orçamento</i>	26
3	VIABILIDADE TÉCNICA	28
	3.1 PROJETOS EM ESTRUTURAS METÁLICAS.....	28
	3.1.1 Patologias em Estruturas de Aço	29
	3.1.2 Situação de Incêndio em Estruturas Metálicas	31
	3.2 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA.....	34
	3.2.1 Gestão de estoque	35
	3.2.2 LeanConstruction (Construção Enxuta)	36
	3.2.3 Mão de Obra	37
	3.3 ARQUITETURA.....	37
	3.4 CAPACIDADE ESTRUTURAL DO AÇO.....	38
	3.4.1 Tipos de Aço	39
4	VIABILIDADE DO IMPACTO AMBIENTAL	42
	4.1 IMPACTO AMBIENTAL.....	42
	4.2 AÇO E O IMPACTO AMBIENTAL.....	46
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

A Estrutura de uma edificação é um conjunto de elementos que gera sustentação e estabilidade a esta edificação, e é composta por: elementos lineares como pilares e vigas, elementos bidimensionais como lajes e também por elementos tridimensionais como blocos de estacas das fundações.

Um tipo de estrutura já utilizada na construção civil desde o século XII, são as estruturas metálicas, na forma de tirantes e pendurais de ferro fundido que funcionavam como elementos auxiliares em estruturas de madeira.

No século XVI estruturas de telado em ferro fundido tornaram-se comuns, no final do século XVIII começaram também serem construídas cúpulas de igrejas e pontes. A construção da primeira dessas pontes foi datada de 1779. (ZENDRON, 2008)

O aço é um dos materiais essenciais para uso em estruturas, seja isolado ou trabalhando em conjunto com outros materiais, como o concreto e a madeira. (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008)

Em 1851 marca o início das construções de grandes edifícios estruturados em aço, sendo o primeiro construído o Palácio de Cristal, que é localizado em Londres. Porém, o primeiro edifício de múltiplos andares a ser projetado em estruturas de aço foi o Noisiel-Surname, que se tratava de uma fábrica de chocolates localizado na França, próximo a cidade de Paris. Seu construtor, Jules Saulnier, que iniciou a construção em 1871 terminando em 1872. Este edifício foi construído sobre os quatro pilares da antiga ponte que cortava o rio Marne, aproveitava a energia hidráulica gerada pelo rio.

Esse edifício antecipa alguns dos elementos estruturais das modernas construções com esqueletos de aço como: as laterais do edifício apoiadas em vigas em balanço e principalmente a estabilidade lateral do prédio, garantida por uma rede de diagonais, um sistema muito parecido com os contraventamentos dos edifícios atuais. (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008)

Em 1885, um engenheiro e arquiteto Americano, chamado Willian le Baron Jenney, projetou o edifício Home InsuranceBuilding, que apresentara, até aquele momento, um sistema estrutural pioneiro das modernas estruturas de aço. Esse sistema baseava na transferência do peso das paredes para um conjunto de vigas de ferro e respectivas colunas embutidas em alvenaria, que servia de enchimento para o vão livre. (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008)

Segundo (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008) as principais vantagens do uso de aço nas estruturas são:

1. O Aço apresenta uma alta resistência se compararmos com outros materiais;
2. A homogeneidade do aço, que é conseguida através de uma produção assistida e controlada;
3. As estruturas são produzidas através de um processo de industrialização das peças em fábricas do tipo siderúrgicas, em série e grande escala, que conseqüentemente favorece oferecendo menores prazos e redução nos custos;
4. A manutenção dos elementos das estruturas metálicas é facilitada devido a possibilidade de substituição das peças, e também permite um reforço na estrutura, se necessário;
5. A reciclagem do material que não é mais necessário à construção;
6. A redução no prazo de execução do projeto se comparar com outros materiais.

No Brasil, a tecnologia de estruturas metálicas em edifícios de múltiplos andares ainda é pouco explorada se comparada com o sistema construtivo convencional em concreto armado, ainda mais se tratando de edifícios residenciais. Em uma análise serão abordadas as viabilidades técnica, mercadológica e econômica e a viabilidade no impacto ambiental.

1.1 JUSTIFICATIVA

O crescimento demográfico, principalmente nas grandes cidades, a cada dia tem aumentado constantemente, e se tratando da construção civil tem alavancado o setor fazendo com que a demanda por imóveis residenciais aumente consideravelmente. Como todo progresso, além de crescimento, trás também impactos ambientais e uma necessidade de estratégias para atender um mercado, que embora existam muitas ofertas, tem também uma demanda muito grande de um público cada vez mais exigente e consciente. Por isso é necessário estudar tecnologias que apresente uma viabilidade mercadológica e também seja sustentável o suficiente ao ponto que não agrida o meio ambiente e que consiga um equilíbrio.

O aço é muito usado na construção civil e estruturas metálicas oferecem grande mobilidade se tratando de projetos e dimensionamento estrutural. Utilizando estrutura metálica na edificação conseguimos oferecer a possibilidade de ter vãos maiores, uma construção seca e um prazo de construção menor em relação aos sistemas construtivos mais comuns no Brasil, como é o caso de estruturas em concreto armado.

1.1.1 Sustentabilidade do aço

Num contexto onde existe um público cada vez mais consciente com relação a questões ambientais, o aço tem um destaque dentro dos sistemas construtivos aplicados no Brasil. Embora um dos seus principais componentes, o ferro, seja extraído do meio ambiente, a possibilidade de reciclagem faz com que o aço diminua o impacto ambiental gerando um número de resíduos muito pequeno, ao contrário do concreto que, além de todos os recursos serem extraídos do meio ambiente e que devido a restrições, a utilização em estruturas impossibilita a reciclagem.

Com a possibilidade de minoração do impacto ambiental causado pela construção civil, o aço não é considerado como um vilão e sim um forte aliado na formação de uma boa imagem de empresas, que a partir da identificação de um público mais consciente, estão incorporando conceitos socioambientais em seus portfólios de vendas ou em seus canteiros de obras como uma forma de agregar valores em seus produtos e conseqüentemente aumentando a liquidez nas vendas dos empreendimentos. Dessa forma a sustentabilidade do aço agrega um fator positivo quando se trata de aspecto mercadológico.

1.1.2 Aspectos mercadológicos, econômico e técnicos

Construções em estruturas de aço apresentam fatores que apontam a viabilidade da aplicação desse modal de construção em empreendimentos imobiliários residenciais.

Podemos destacar fatores como:

- Retorno do investimento em um prazo menor;
- Prazo de entrega do empreendimento menor que o sistema construtivo convencional;
- Flexibilidade do layout da planta, uma vez que estrutura metálica proporciona vencer vãos maiores;
- Construção Racional proporcionando um boa imagem para empresa diante de um público cada vez mais consciente e exigente com relação a sustentabilidade;
- Custo de mão de obra menor que sistemas construtivos convencionais.

Todo investidor espera tanto recuperar o seu investimento como também obter lucros, afinal esse é o objetivo de todo investidor, porém quanto menor o tempo de retorno do investimento mais atrativo se torna o empreendimento.

Um produto se torna rentável quando o retorno do investimento é maior do que o capital investido, e uma ferramenta usada para se obter essa lucratividade é diminuir o custo de produção. Estruturas de aço possibilitam essa redução do custo por exigir um contingente menor de mão de obra para executar o projeto. Isso se dá por que os componentes da estrutura já são fabricados numa siderúrgica como são os casos das vigas e pilares. A mão de obra exigida está basicamente na montagem e auxílio de montagem no canteiro.

Um outro fator muito importante é o tempo de retorno desse investimento, e estruturas em aço possibilita que esse retorno seja mais rápido devido ao prazo de construção ser até 60% menor que os sistemas convencionais.

Diante de um público com nível de exigência cada vez maior, gerada por uma consciência sustentável, empresas que se preocupam em inserir no seu processo produtivo uma consciência de preservação do meio ambiente, tem conseguido bons resultados quando se trata de sua imagem para com esse público, conseqüentemente tem obtido excelentes resultados quando o assunto é mercado. Para consumidores que não esperam apenas por um produto de qualidade, é necessário ir além, isto é, oferecer algo duradouro. Essa estratégia é denominada no mercado como Marketing Verde.

Quando se trata de aço é totalmente possível conseguir esses resultados pelo fato de ser um produto sustentável. Com a construção em estruturas metálicas consegue-se ter um canteiro enxuto, uma construção seca e racional, e isso impacta diretamente na formação de opinião do cliente com relação a empresa, mesmo que o aço tenha em sua composição um mineral que seja extraído da natureza, mas por ser um material totalmente reciclável possibilita a prática dessa consciência sustentável.

Com uma redução no custo do empreendimento, com a redução do custo da mão de obra e com uma boa imagem da empresa e a confiabilidade do cliente, o empreendimento torna-se totalmente vendável, sem dúvidas o retorno financeiro será muito satisfatório para os investidores. Um custo menor não precisa necessariamente ser repassado para o consumidor se o empreendimento estiver dentro de um preço compatível e competitivo no mercado, a proposta é reduzir custos e um impacto ambiental negativo para se ter um produto mais lucrativo e rentável.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo sobre a viabilidade da construção de edifícios residenciais de múltiplos andares em estrutura de aço, analisando aspectos econômicos e mercadológicos, técnicos e ambientais.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Analisar a expectativa e exigências do mercado para o setor da construção civil, abordando prazo de entrega e conclusão do empreendimento, aço como vantagem mercadológica.
- b) Analisar a viabilidade econômica do panejamento e execução da obra, a partir da gestão de custo e retorno do investimento
- c) Analisar a viabilidade técnica nos quesitos, patologias da estrutura, mão de obra, reação do aço em situações de incendio e projeto de arquitetura
- d) Analisar o impacto ambiental causado pelo aço, estudando a fabricação, resíduos gerados e sustentabilidade.

1.3 METODOLOGIA

Este é um trabalho científico na forma de uma dissertação que foi desenvolvido através de diversos elementos de referenciais como: pesquisas bibliográficas, dissertações, artigos e trabalhos de conclusão de curso, onde foi utilizado o método qualitativo de pesquisa para a realização do mesmo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste capítulo que inicia o assunto, este trabalho foi estruturado em mais 4 capítulos. No capítulo 1 será abordada a história do aço na construção civil e os primeiros edifícios projetados em estruturas metálicas.

No capítulo 2 será analisada a viabilidade mercadológica e econômica levando em consideração aspectos do mercado imobiliário, competitividade e custo geral da obra.

Em seguida no capítulos 3 será analisada a viabilidade técnica desse tipo de construção, levando em consideração aspectos construtivos como mão de obra qualificada e um canteiro de obra de construção a seco e pré fabricada.

No capítulo 4 será analisada a viabilidade ambiental onde será verificado o impacto causado ao meio ambiente por esse tipo de técnica construtiva, desde a extração do minério para fabricação do aço até os resíduos gerados.

2 VIABILIDADE MERCADOLÓGICA E ECONÔMICA

Existem alguns paradigmas sobre a questão de construção em estruturas em aço que tem impedido uma análise correta sobre esse sistema de construção diferente dos sistemas ditos convencionais aplicados no Brasil. Uma das maiores resistências durante anos tem sido quanto a custos.

Neste capítulo iremos fazer uma análise detalhada sobre a viabilidade econômica desse sistema impactando diretamente no aspecto mercadológico da incorporação imobiliária.

2.1 VIABILIDADE MERCADOLÓGICA

A construção civil sempre foi e ainda é o setor que alavanca a economia do país, por isso sempre foi vista com bons olhos pelos os governantes e grandes investimentos tem sido feito nos últimos anos, de forma que tem sido injetado uma quantidade de dinheiro significativo no setor através de programas habitacionais, como por exemplo o programa do governo Minha Casa Minha Vida.

Segundo (MICHELIN; WEISE; MEDEIROS, 2013), a crise financeira da qual o mundo passou no ano de 2008, o mercado imobiliário sentiu esse movimento, com isso incertezas e descréditos econômicos atingiram fortemente o setor, que mesmo depois de cinco anos ainda é sentido na economia mundial.

Segundo (MICHELIN; WEISE; MEDEIROS *apud* BAJARI, 2003), no Brasil o mercado imobiliário foi em grande parte o responsável para o desenvolvimento de políticas públicas e sociais envolvidas na gestão do país através dos programas de incentivos habitacionais propostos pelo o governo. Sem dúvidas, esses incentivos aqueceram e se destacaram no mercado nacional, que segundo (MICHELIN; WEISE; MEDEIROS *apud* VISHWAKARMA, 2013), é responsável pelo aumento do produto interno bruto (PIB) e causando um impacto positivo na economia global.

Em um mundo cada vez mais competitivo onde não apenas a qualidade dos produtos é um fator decisivo para compra, os clientes buscam outros fatores que se tornam decisivos na hora da aquisição de um produto, no caso de imóveis o prazo de entrega e a flexibilidade tem

sido fatores totalmente decisivos para a conclusão do negócio de forma satisfatória para ambas as partes.

Em diversas indústrias, o critério desempenho na entrega já é entendido como um diferencial de competência, porém na construção civil o cumprimento do prazo de entrega é várias vezes negligenciado por empresas do setor, fazendo com que, em muitas situações, a confiabilidade do cumprimento do prazo de entrega seja explorada como critério qualificador para o fechamento do pedido. (AZEVEDO; COSTA; NETO, 2010)

O prazo de entrega de um edifício tem sido uma grande dor de cabeça para as construtoras no decorrer do tempo, atrasos nas entregas dos imóveis tem gerado um prejuízo muito grande, não apenas em questão de gastos a mais para a conclusão da obra, mas também no pagamento de indenizações aos compradores por conta desses atrasos. Se gastos não contabilizados tem sido imputados os empreendimentos, conseqüentemente o lucro real sobre o investimento aplicado diminui gerando então para a empresa uma inviabilidade mercadológica, uma vez que há uma insatisfação do cliente fazendo então que a empresa tenha uma imagem negativa e falta de confiança quando se trata de prazo de entrega.

Segundo (FERNANDES, *apud* HOWARD e SHETH, 1969, p.159), insatisfação pode ser entendida como “o estado cognitivo de estar inadequadamente gratificado em uma situação de compra, através do sacrifício que ele (o consumidor) fez”, ou ainda como “uma emoção negativa criada pela desconfirmação de aspirações na experiência de consumo” (FERNANDES, *apud* DAY, 1984, p.497)

O estudo e desenvolvimento de estratégias, atrelados com habilidade de rapidez, acrescentando uma precisão necessária, promove um diferencial, onde organizações contemporâneas logrem êxito ou fracassem em suas atividades. Ainda mais a necessidade de equacionar ações de rotinas com a conquista de metas estratégicas tem se configurado em um diferencial na busca de solidez e maximização do lucro (COSTA; ROLA; AZEVEDO, 2009).

Nas empresas de setor da construção civil essa realidade não apresenta diferenças dos demais tipos de organizações de outros setores da economia. Quando se trata de concorrência tem se mostrado bastante relevante e em contrapartida os clientes estão cada vez mais exigentes (ALVES; COSTA; BARROS NETO, 2009).

Ao longo do tempo a eficiência tem sido tratada como prioridade na competitividade quando se trata da produção no setor da construção civil. Dependendo do mercado e dos desejos do cliente, esta não é mais vista como a única prioridade. Critérios de desempenho como flexibilidade passam a ser, inclusive, mais valorizados do que simplesmente uma redução de custos. (BARROS; NETO; FENSTERSEIFER; FORMOSO, 2003)

2.1.1 O Aço Como Vantagem Mercadológica

A redução no tempo de entrega de um empreendimento impacta diretamente na competitividade do empreendimento diante do mercado. Um menor prazo na entrega pode ser usado como estratégia de marketing, fazendo com que o produto se torne mais competitivo no mercado, uma vez que os sistemas construtivos disponíveis atualmente no setor da construção civil.

Segundo (ALBINO; CAMARGOS 2006), o prazo passa a ser estimado em duas formas: no entendimento do valor da otimização do tempo para a entrega (velocidade de produção) ou na garantia da entrega do empreendimento no prazo definido no contrato (confiabilidade de entrega).

Outro grande fator positivo que edifícios estruturados em aço oferecem é a flexibilidade quanto a disposição das plantas a serem comercializadas. Como o aço apresenta uma resistência maior, com perfis mais esbeltos conseguindo então vencer grandes vãos sem a necessidade de pilares intermediários, isso faz com que o aço seja de uma certa forma mais competitivo em questão de se trabalhar com uma certa “customização” para cada cliente.

2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA

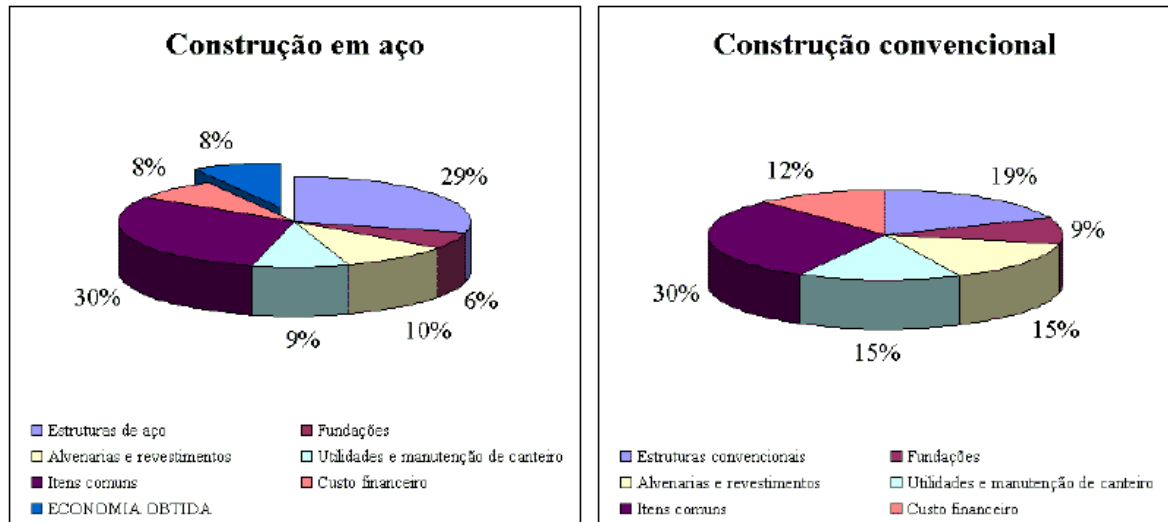
Todo investimento a ser feito é necessária a definição sobre um projeto, como por exemplo o tipo de investimento, qual o capital a ser investido e a forma a ser aplicada esse capital dentro do projeto. Com isso será possível analisar a viabilidade econômica do empreendimento uma vez que se saberá se será rentável ou não.

Segundo (GOLDMAN, 2004), investimentos no setor imobiliário brasileiro, mesmo que conservador, ainda sim é considerado um dos melhores e mais seguros investimentos do país, sendo que os valores dos imóveis acompanham ou até mesmo superam as correções monetárias ajustadas pela inflação.

Para (FREIRE, 2013), o capital é o recurso mais escasso na construção civil e diminuir o seu período de imobilização desses ativos permanentes é a forma mais correta para otimizar a sua aplicação e maximizar a produtividade. Uma construção estruturada em aço, atende esse desejo do setor da construção civil, trazendo como diferencial uma redução significativa no prazo de imobilização desse recurso.

Na figura 2.1 pode-se comparar o capital empregado na construção em aço e construção convencional.

Figura 2.1: Giro rápido com capital empregado
FONTE: (FREIRE, 2013)



Para a construção de um empreendimento nem sempre é utilizado capital próprio, em muitas situações, capital de investidores externos são usados para esse investimento. Sem dúvidas que o retorno desse investimento de uma forma mais rápida trás uma viabilidade ao empreendimento muito grande, uma vez que oferece um retorno mais rápido ao capital empregado.

Segundo (SILVA, FERREIRA, PAZZINI e ABRANTES, 2007), o método de avaliação financeira mais simples e direta é o tempo de retorno do investimento (payback), que consiste na quantificação do tempo necessário para que o custo do capital (valor do investimento) seja recuperado através dos benefícios líquidos (fluxo do caixa) gerados pelo empreendimento.

O Payback, ou payout, é uma ferramenta onde investidores, ou analistas de investimentos, referênciam a atratividade relativa de opções de investimento. É necessário ser interpretada com cautela, sendo usada apenas como um indicativo, não sendo o ideal para selecionar alternativas de investimento (MOTTA; CALÔBA, 2002).

(CASAROTO FILHO; KOPITTKE, 2008) afirmam que anterior a execução do projeto, deve-se realizar uma análise das viabilidades, com informações consistentes, que permitem identificar os retornos que o empreendimento irá proporcionar.

Segundo (CASAROTO FILHO e KOPITTKKE, 2008) para se obter melhores resultados sobre o investimento em um projeto e para uma tomada de decisão certa é preciso considerar:

- Critérios econômicos: rentabilidade do investimento;
- Critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- Critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

Entende-se que a velocidade do prazo de entrega de um empreendimento é de suma importância para a viabilidade econômica desse empreendimento, uma vez que o retorno do investimento é definido por esse prazo, e quanto menor o tempo desse retorno maior é a viabilidade.

2.1.2 Planejamento

A primeira etapa a ser seguida é o planejamento sobre a execução deste projeto. (LIMMER, 1997) define o planejamento como um processo onde são estabelecidos objetivos, discutindo sobre expectativas de ocorrências de situações previstas, acoplando as informações e apresentando os resultados propostos a serem alcançados.

Dentro deste planejamento será abordado neste tópico o planejamento financeiro de um empreendimento. Segundo (GOLDMAN, 2004), no planejamento financeiro conseguimos obter informações relativas à viabilidade econômica do empreendimento referente a custo de construção exigido pelo orçamento da obra.

Para (ZDANOWICZ, 2001), o planejamento financeiro junto com o orçamento buscam antecipar e visualizar os possíveis resultados operacionais que serão alcançados no período da execução do projeto.

2.1.2.1 Gestão de Custos

Após a definição do escopo do projeto, algumas etapas devem ser seguidas quando se trata de uma análise da viabilidade econômica desse projeto. Segundo (DIAS, 2004), a estimativa de custo deve ser aplicada nas etapas iniciais dos estudos de um empreendimento, ou seja, na viabilidade econômica ou projeto básico, quando ainda as informações não são completas para a elaboração do orçamento detalhado.

Após a concepção do projeto é necessário determinar o custo e o orçamento, uma vez que é necessário conhecer o custo para definir o preço final de cada unidade a ser vendida. (DIAS, 2004) define o custo de obra como:

$$\begin{array}{r} \text{Custo Direto Total..... CD} \\ +\text{Custo Indireto Total..... CI} \\ \hline \text{Custo da Obra} \end{array}$$

Onde Custo Direto (CD) é a soma dos insumos que ficam incorporados ao produto como armações, instalações, escavações, ou seja, custos facilmente mensuráveis na unidade de medição e pagamento de cada um destes custos unitários dos serviços. Custo Indireto (CI) são os itens de custo que não são mensuráveis nas unidades de medição dos serviços, podemos citar os prestadores de serviço como engenheiros, mestres de obra e outros tipos de profissionais. Podemos incluir também custos com veículos de passeio e veículos de cargas de apoio. Considerados também como custo indireto as contas de concessionárias como água, energia, telefone e etc... Outros também que são normalmente considerados por mês ou aqueles calculados a partir do custo total ou sobre o preço final (faturamento) como, os impostos (ISS, COFINS, PIS, CPMF, CSLL, e IRR) ou juros sobre o capital investido.

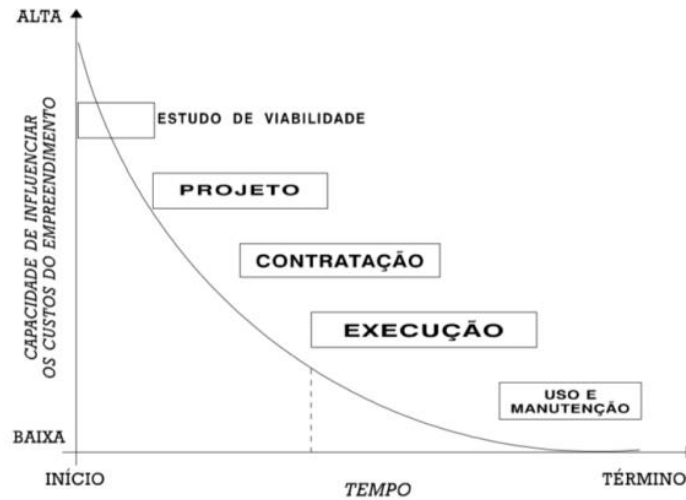
A Formulação dos custos é o básico para a elaboração do orçamento. Segundo (CORDEIRO,2007), para a composição deste custo é necessário o conhecimento dos materiais, mão de obra, encargos sociais e o BDI.

Quanto a composição de custo, é necessário compreender em primeiro plano e identificar os serviços que irá integrar a obra. Cada destes serviços é preciso ser qualificado e quantificado. De acordo com (MATTOS,2006), o levantamento deste quantitativo é o principal atributo do orçamentista.

Para (CII,1987; MELHADO,1994; *apud* TEIXEIRA, 2007),as primeiras fases do empreendimento às decisões tomadas tem uma influência direta nos custos finais do mesmo.

Na Figura 2.2 apresenta um gráfico onde cada etapa da construção tem a capacidade de influências dos custos finais do empreendimento. Na etapa de projetos, a probabilidade de implementar modificações que possam tornar o empreendimento mais barato ou mais oneroso é bem maior do que na etapa final.

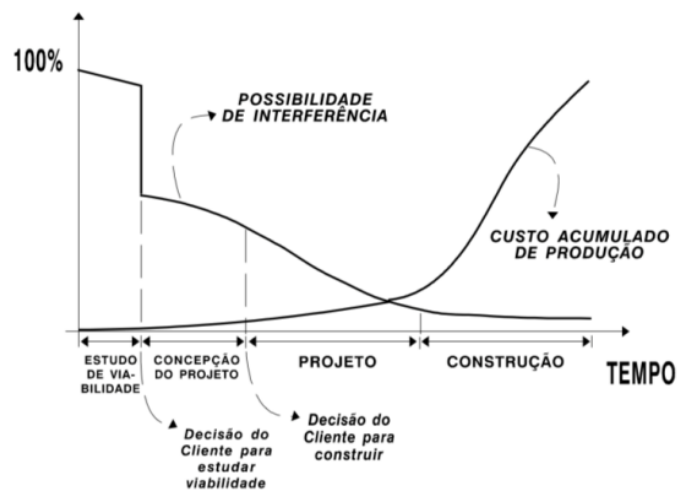
Figura 2.2 Capacidade de influência direta o custo final de um empreendimento
FONTE: (CIL,1987; MELHADO,1994; apud TEIXEIRA, 2007)



As etapas iniciais apresentam as maiores oportunidades para a redução dos custos juntamente com a minimização das falhas do edifícios. (MELHADO, 1994; apud TEIXEIRA, 2007).

Na figura 2.3 de (HAMMARLUND e JOSEPHSON; 1992 apud TEIXEIRA, 2007), conforme o tempo vai passando, as possibilidades de correções no projeto vai diminuindo. Quanto mais tarde essas correções acontecem maior é o custo para essa alteração.

Figura 2.3 - Possibilidades de correções no projeto
FONTE: (HAMMARLUND e JOSEPHSON; 1992 apud TEIXEIRA, 2007)



Segundo (CORDEIRO,2007), para definir e apresentar um orçamento é necessário o planejamento que apresenta as possibilidades e insuficiências técnicas, além dos cálculos dos custos de contínuas e sistemáticas tarefas, que foram obtidas através de informações que conduzirá o desenvolvimento da gestão do orçamento.

2.1.2.2 Gestão de Orçamento

Segundo (GONZALES, 2008) existe uma relação bem aproximada entre o prazo de execução e o custo da obra, causada pela insuficiência financeira dos clientes. Os recursos que normalmente definidos em contrato e são captados mensalmente podem determinar um prazo mínimo para a execução e conclusão da obra. Porém, analisando por outro aspecto, esse prazo da obra acarreta custos fixos mensais necessários para que a execução e conclusão do projeto, que podemos citar alugueis de equipamentos, mão de obra especializada na organização como técnicos, mestres de obras, engenheiros e arquitetos. Sendo assim, o planejamento e execução do orçamento é essencial para a conclusão do projeto sem um aporte financeiro no capital fora do previsto.

Para (CARDOSO, 2009), o orçamento que integra os contratos quando são formulados, é o documento no qual o auditor da obra obtém informações sobre projetos de arquitetura e de engenharia, que é uma ferramenta geralmente usada para confrontar informações entre diferentes documentos e relatórios necessários para serem apresentados em auditorias da obra quando necessário.

A gestão de um orçamento é o cálculo dos custos para a execução de uma obra.Quão mais detalhado for apresentado, mais se aproximará do custo real previsto para o projeto (SAMPAIO, 1989).

Não é possível ter um bom orçamento sem que haja uma elaboração de um planejamento detalhado, calcular os custos através de informações descritas conforme a necessidade do edital proposto e na visita técnica onde será executado o projeto.

Edifícios estruturados em aço apresentam uma facilidade na gestão de orçamento, como desde a concepção do projeto até a execução podemos saber e identificar o quanto de insumos será preciso para a execução do projeto, pode-se determinar a real demanda por mão de obra para a conclusão da obra.

Edifícios estruturados em aço propõe esse menor tempo do prazo de construção, ou seja, o capital empregado terá um tempo de retorno (payback) menor, fazendo então com que

o investidor tenha o seu capital empregado recuperado em um menor prazo de tempo, gerando uma competitividade maior para o empreendedor.

3 VIABILIDADE TÉCNICA

Já não é novidade que edifícios, sejam comerciais, industriais e ou residenciais, apresentam uma velocidade construtiva que os demais sistemas de construção no Brasil. Mas esse não é o único aspecto positivo desse sistema de construção, outros aspectos, juntamente com esse serão apresentados nessa referência bibliográfica.

3.1 PROJETOS EM ESTRUTURAS METÁLICAS

Projetar uma estrutura metálica exige do projetista um conhecimento profundo e bem fundamentado sobre as características dos componentes e materiais que serão aplicados na construção, principalmente o aço, e das suas propriedades. Se o conhecimento não for o suficiente, corre o risco de adotar-se uma solução incompatível com o sistema estrutural que será executado, e que certamente trará conseqüências de todos os tipos de natureza. (CASTRO, 1999)

Um projeto ineficiente é responsável por elevar os índices de falhas e patologias construtivas que comprometem a qualidade do produto final influenciando a eficiência da produção destes edifícios e conseqüentemente aumentando o custo final do empreendimento.

Segundo a pesquisa de (ABRANTES apud MACIEL; MELHADO, 1995), 58% das patologias nos edifícios são causados por erros no projeto, como é mostrado na figura.

Figura 3.1. Origem das patologias
Fonte: (ABRANTES apud MACIEL; MELHADO, 1995)



3.1.1 Patologias em Estruturas de Aço

Estruturas em aço, como todo material, apresenta patologias que não tem como origem em aspectos isolados, no entanto é mais fácil identificar essas origens. E essas patologias podem estar ligadas diretamente a uma das etapas da vida útil da estrutura metálica, dentre essas etapas podemos citar a fabricação do aço, manutenção da estrutura, concepção estrutural e a montagem.

Segundo (CASTRO, 1999) podemos dividir as patologias em estruturas metálicas em três categorias: adquiridas, transmitidas, e atávicas.

a) Patologias adquiridas

São patologias advindas de ações de elementos externos quando sofrem ação de agentes agressivos como líquidos corrosivos, impurezas da atmosfera, incêndios. Essas patologias são o resultado de problemas associados com a falta do devido preparo que inicialmente a estrutura precisar ser submetida ou com a falta de manutenção preventiva e corretiva no tempo certo.

b) Patologias Transmitidas

São originárias falta de conhecimento técnico suficiente por parte do pessoal atuante na fabricação ou montagem da estrutura, gerando então vícios. Se propagam de uma obra para outra por simples falta de conhecimento. Podemos usar como exemplo o caso de soldas sobre superfícies pintadas ou enferrujadas, que por uma simples impureza podem ser incorporadas à solda prejudicando seu desempenho.

c) Patologias Atávicas

Essas patologias são decorrentes de má concepção de projetos, erros de cálculos, escolhas erradas dos perfis ou chapas de espessuras insuficientes, ou ainda o uso de aços com diferentes resistências em partes distintas do projeto. Certamente essa patologia irá comprometer a segurança e funcionalidade da estrutura e estão relacionados com o descuido e a tentativa de se obter uma economia. Essas patologias são difíceis serem reparadas e geralmente exigem uma recuperação de alto custo.

Dessas patologias a mais comum, ou melhor, a mais conhecida por um público leigo é a corrosão. É muito comum qualquer objeto de aço apresentar um processo corrosivo, ou seja, algum objeto enferrujado, seja um carro, um eletrodoméstico, um portão de uma casa. No entanto é preciso desmistificar essa associação do aço a ferrugem, outros metais como por exemplo alumínio, manganês e zinco podem também apresentar corrosão. Alguns autores apresentam outros materiais não metálicos que também sofrem deterioração devido ação do meio ambiente, materiais como madeira e concreto que também são usados na construção civil. A grande questão é que corrosão em metais sempre existiu um destaque maior, uma vez que o aço é usado em diversos setores produtivos, não somente na construção civil. (CASTRO, 1999)

Um outro tipo de patologia que também é muito comum mas que não é perceptível a um público leigo são falhas no projeto. Essas falhas são causadas por problemas na execução do projeto como erros no gabarito de furação, furos não previstos no projeto e erro na montagem da estrutura.

Na figura podemos verificar um erro no gabarito de furação, onde a ligação do pilar e viga ficou prejudicada.

Figura 3.2. Erro na furação na ligação viga-pilar.
FONTE:(TEIXEIRA, 2007)



Essa situação não acarretará simplesmente um custo não esperado pelo construtor, sem dúvidas irá comprometer a estabilidade da estrutura que com certeza irá gerar uma insegurança.

Para minimizar essa patologia é necessário um conhecimento profundo do projetista para que o detalhamento do projeto seja bem elaborado. Estruturas metálicas trabalham com medidas em milímetros, ou seja, exige-se uma medida exata em seus componentes.

3.1.2 Situação de Incêndio em Estruturas Metálicas

Incêndios em estruturas metálicas como vimos acima é considerado como uma patologia adquirida, ou seja, acontece por intermédio de um agente externo, como por exemplo uma reação a algum material inflamável como combustíveis ou outros tipos de materiais que podem ocasionar um incêndio com mais facilidade.

A NBR 14323 é baseada em métodos dos estados limites, fixando as condições exigíveis para o dimensionamento em situação de incêndio de estruturas de aço e também estruturas mistas aço-concreto, não importando quais tipos de perfis, seja perfis laminados, perfis soldados não híbridos e perfis formados a frio, podendo ser com ligações executadas com parafusos, soldas ou ainda com ligações mistas.

Esta norma define aplicabilidades para o dimensionamento em situações de incêndio, a verificação da estrutura, apresentando ou não algum tipo de proteção contra incêndio, tratando questões de estabilidade da estrutura e a capacidade resistentes aos esforços solicitantes, que não comprometerá a estrutura em temperaturas elevadas, certamente evitando um colapso colocando a vida de usuários em risco.

Quando há uma ocorrência de um incêndio em um determinado compartimento, é possível fazer uma análise da resistência das estruturas de aço por meio da junção de ações que a estrutura se encontra submetida à temperatura ambiente, em soma ao efeito de altos gradientes térmicos do incêndio, com a necessidade de projetar edificações resistentes a essas solicitações provocadas por essa situação. (RIGOBELLO, 2011, apud VIEIRA, SANTOS, MENDES; 2016).

O que garante e confirma a estabilidade de uma estrutura de aço quando se encontra em uma situação de fogo, ou seja, quando ocorre um incêndio, é uma análise do domínio do tempo, da temperatura e da resistência.

Segundo (MESQUITA, 2013), uma estrutura deve ser projetada para suportar o tempo necessário, determinado pela NBR 14.323, que possibilite a evacuação do prédio, em caso de incêndio, com segurança dos usuários e equipes de resgate sem que haja um colapso.

Nas normas brasileiras relaciona o Tempo Requerido com o Tempo de Resistência ao fogo, que é representado pela equação 1:

$$t_f, d > t_{f, req} \quad \text{eq. 01}$$

Onde:

$t_{f, req}$ - é o tempo requerido de resistência ao fogo;

t_f, d - é o valor de cálculo de resistência ao fogo com base no incêndio padrão ISO 834.

Para que seja evitado um colapso na estrutura durante a ação térmica, é imprescindível que sua temperatura seja inferior a temperatura crítica. Então denomina-se esse critério como verificação no domínio da temperatura. (VIEIRA, SANTOS, MENDES; 2016).

Sendo assim, (SILVA, 2001) diz que a segurança desta estrutura é atendida, em caso de incêndio, quando a temperatura que está atuando nos elementos desta estrutura é inferior a temperatura que promove o colapso estrutural, ou também denominada, temperatura crítica.

A equação 2 abaixo representa a verificação da segurança estrutural por uma análise do grau da temperatura.

$$\theta_a \leq \theta_{cr} \quad \text{eq. 02}$$

Onde:

θ_a : é a temperatura do aço

θ_{cr} : é a temperatura crítica

Para o cálculo do domínio da resistência considera-se todos os efeitos simultâneos das ações que a estrutura sofra partir da temperatura ambiente, considerando a ação do fogo. Quando a combinação acidental é identificada, pode-se então calcular a capacidade resistente de cada elemento dessa estrutura, que segundo a NBR 14323 determina em caso de incêndio. (MESQUITA, 2013; apud VIEIRA, SANTOS, MENDES; 2016).

A equação 3 abaixo representa essa afirmação:

$$R_{fi,d} \geq S_{fi,d} \cdot \text{deq. } 03$$

Onde:

$S_{fi,d}$: é o esforço solicitante de cálculo em situação de incêndio, obtido a partir da combinação de ações.

$R_{fi,d}$: é o esforço resistente de cálculo correspondente do elemento estrutural para o estado limite último em consideração, em situação de incêndio.

Podemos citar alguns meios de proteção e combate ao incêndio que segundo (SILVA, 1997) precisam ser adotados para evitar incêndios, que podem ser:

- Projeto de instalações elétricas respeitando as normas técnicas regentes deste tipo de projeto;
- Uso de materiais de revestimento que diminuam ao máximo a propagação de chamas (NBR 9442/1986; NBR 8669);
- Extintores (NBR 12693/1993);
- Compartimentação horizontal e vertical para evitar propagação do fogo;
- Brigada particular contra incêndio conforme NBR 14276;
- Sistemas de sprinklers (chuveiros usados em combate a incêndios) automáticos conforme NBR 10897; NBR 6135/1992;
- Sistema eficiente de exaustão de fumaça;
- Sistema de rede de hidrantes conforme NBR 5667/1980, NBR 13714/1996;
- Rotas de saídas bem sinalizadas e bem dimensionadas que sejam desobstruídas conforme NBR 9077/1993, caso haja necessidade de evacuação do prédio;
- Segurança e garantia estrutural das rotas de saída compatíveis com o tempo de desocupação.

Além dessas medidas acima citadas que influenciam no projeto arquitetônico, podem ser adotadas outras medidas preventivas a estruturas para o combate ao incêndio, um exemplo que é bem eficaz é a proteção na estrutura usando materiais isolantes, como por exemplo alvenarias, concreto e tipos especiais de argamassas projetadas para essa finalidade, mantas térmicas.

A figura 3.3 apresenta a forma de aplicação desse tipo de ação:

Figura. 3.3 Pilar de Aço parcialmente envolvido por concreto

FONTE: (PANNONI, 2003 p.10. apud ANDRADE, 2010)



A necessidade de proteção ao material da estrutura é eminente, no entanto é necessário o cumprimento das especificações técnicas determinadas nas NBR´s para cada tipo de situação acima referida

3.2 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Edificações estruturadas em aço, assim como qualquer outro modal de sistema construtivo, requer uma mão de obra qualificada, no entanto estruturas metálicas requer uma mão de obra qualificada e especializada para executar o projeto específico.

Por ser pré-fabricada, a estrutura metálica reduz a necessidade de um grande contingente de operários no canteiro de obras para a execução do projeto, trabalha-se com um número de operários reduzidos sem afetar no tempo de construção.

Um fator bastante considerável é o tempo de construção de uma edificação estruturada em aço. Por se tratar de uma estrutura na qual suas peças são pré-fabricadas em usinas e siderúrgicas, essas peças chegam prontas ao canteiro de obra, sendo assim prontas para montagens, fazendo com que o tempo de construção seja bastante reduzido.

Segundo (NARDIN, 2008), para que se consiga êxito na diminuição do tempo de construção, existem alguns fatores que podem oferecer essa possibilidade, dentre eles podemos citar a possibilidade de trabalho com estruturas pré-fabricadas, lajes e paredes com

elementos de fixação elétrica e hidráulica, um escoramento simples, a dispensa do uso de formas e podemos considerar também a possibilidade e abertura de maior número de postos de trabalho. Outro fator que sem dúvidas é um diferencial é o fato que uma construção estruturada em aço não sofre com sazonalidades climáticas, como por exemplo a ocorrência de chuvas.

3.2.1 Gestão de estoque

Uma gestão de estoque eficiente tem um fator decisivo e de extrema importância para o processo produtivo. A falta de materiais pode paralisar uma produção e conseqüentemente atrasar a obra, gerando assim um custo maior para empresa. Pode gerar um prejuízo muito grande para a empresa, no entanto um estoque excessivo também é um prejuízo. Isso se dá pois um estoque parado é a imobilização do capital de giro, influenciando diretamente no custo do produto, aumentando esse custo influenciando diretamente na lucratividade do empreendimento.

Após a concepção do projeto, através do detalhamento do projeto a gestão do estoque fica mais fácil, uma vez que pode-se saber exatamente os tipos e a quantidade de cada material que será usado na estrutura, quando é possível entender o que será gasto na construção a gestão de estoque fica mais eficiente pela a possibilidade de trabalhar com um estoque mínimo de materiais.

Segundo (BELLEI; PINHO, 2008), o detalhamento é a fase do projeto estrutural onde todas as peças são detalhadas peça por peça, onde é indicado o tipo de ligação, se parafusada ou soldada, isso tudo visando obedecer ao máximo o cronograma de fabricação e montagem.

A gestão de estoque está cada vez mais em evidência dentro das construtoras, sem dúvidas é uma peça essencial dentro do sistema de uma gestão eficiente. Como o próprio nome já diz gestão é administração, controle, coordenação, ou seja, gerenciamento.

Conforme Jacobsen (2011,p. 153):

Os níveis de estoque deverão ser o resultado do equilíbrio entre a eficiência e a eficácia (trade-off). Isto significa que a determinação das suas quantidades deve, ao mesmo tempo, respeitar a necessidade de se ter o maior giro possível (eficiência) e a necessidade de se ter um nível de serviço adequado (eficácia). É, portanto, a troca compensatória ou a compatibilização entre a quantidade em estoque e o atendimento conveniente da demanda. Embora pareça contraditório, o objetivo é não deixar faltar materiais e produtos, restringindo a imobilização de recursos financeiros. Pode-se concluir que é necessário prover o material certo, na quantidade certa, no local certo, no momento oportuno e na qualidade adequada, tudo isso ao menor custo. (JACOBSEN, 2011, p.153)

Edifícios estruturados em aço apresentam um detalhamento de suas peças muito específico, fazendo com que seja de fácil identificação e controle. Isso para uma gestão de estoque eficiente é muito importante, porque uma vez que se conhece todo o tipo de peças a serem estocadas e a quantidade específica pode-se trabalhar com uma construção enxuta.

3.2.2 Lean Construction (Construção Enxuta)

Com a competitividade cada vez mais acirrada, empresas estão sendo obrigadas a empenharem um papel que vai além de produzir produtos de qualidade, exigindo uma gestão e otimização dos processos na construção e gestão de obras.

O uso otimizado de técnicas construtivas junto com a experiências em áreas como planejamento, projetos, contratação e da operação em campo, pode-se definir de uma forma mais abrangente como construtibilidade, usada com o intento de se atingir objetivos globais do empreendimento. Com essa abrangência destaca-se a importância do envolvimento, no planejamento e nos projetos, o pessoal de produção de forma a unir de antemão a construtibilidade no decorrer das várias etapas do empreendimento.

Segundo (O'CONNOR; TRUCKER, 1986 apud FARIA, 2011), a construtibilidade numa visão singularizada à etapa do projeto, é apresentada como a habilidade das condições do projeto em permitir a utilização dos recursos da construção de forma otimizada. Sendo assim, a construtibilidade do projeto é entendido como a capacidade do projeto para direcionar e interagir com os sistemas de produção de forma eficiente. Um desses sistemas é o LeanConstruction, ou construção enxuta.

O LeanConstruction é uma metodologia de produção que foi pensada para construção civil baseada no Modelo Toyota de Produção, que basicamente é entregar o produto maximizando o valor e minimizando o desperdício.

A pouca produtividade e os desperdícios na construção civil são históricos e dentro de uma insuficiência de recursos, as indústrias do setor precisam realizar mudanças para poderem subsistir, ajustando às tendências atuais do mercado (LORENZON, 2008).

Um projeto estruturado em aço apresenta essa otimização no sistema de produção. Na verdade é uma necessidade e uma característica desse processo produtivo. Quando todo detalhamento do projeto é finalizado, é possível saber o quanto de material que irá usar na construção. A minimização do desperdício é uma característica desse tipo de sistema construtivo isso se tratando propriamente do aço, mas não somente o aço, esse sistema possibilita uma economia de outros materiais.

3.2.3 Mão de Obra

Edifícios estruturados em aço, assim como em qualquer sistema construtivo, necessita de mão de obra qualificada, mas diferentemente de outros sistemas construtivos, estruturas em aço necessitam de mão de obra qualificada desde o projetista, aquele que é responsável pela concepção do projeto, até o montador que irá montar a estrutura quando chegar no canteiro. E não somente por necessitar de um conhecimento técnico, estruturas em aço oferecem um certo risco para o trabalhador. Segundo (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008), além do aspecto habilidade, que sem dúvidas está presente no profissional, o risco é permanente e deve ser minimizado. A montagem da estrutura exige principalmente esses dois aspectos: habilidade e prevenção.

Por essa idéia de peças serem pré-fabricadas, percebe-se um conceito de industrialização da construção. Por ser industrializado, esse sistema construtivo está menos sujeito a improvisações de obras caso haja alguma deficiência nos projetos, ou seja, requer uma mão de obra muito especializada e um detalhamento no projeto muito exato. A industrialização permite uma racionalização no processo de produção e há uma aceitação de outros componentes pré-fabricados. Há um aumento significativo na precisão da obra, esse então é o principal motivo que justifica a necessidade dessa mão de obra especializada no canteiro.

Embora uma mão de obra qualificada sempre foi um desafio muito grande em todos os setores da construção civil e mesmo que uma obra em estrutura metálica exija essa qualidade na mão de obra, a demanda por pessoal para a execução do projeto é muito menor do que os processos construtivos convencionais no Brasil, ou seja, por mais que se exija uma mão de obra especializada para a execução do projeto, o contingente necessário é menor do que os sistemas construtivos mais comuns no Brasil.

3.3 ARQUITETURA

Segundo (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008), quando o aço é bem utilizado na arquitetura, por sua capacidade e características de uma construção leve, trás modernidade e arrojo para o projeto apresentando resultados de economia satisfatório.

Estruturas metálicas permite a empregabilidade de pilares e vigas com seções menores, e no caso das vigas oferece vãos maiores pela facilidade de reduzir o número de

pilares, aumentando a área útil da construção, trazendo diversas possibilidades para o projeto arquitetônico. (NARDIN, 2008)

Segundo (BELLEI; PINHO, 2008), o projeto arquitetônico de um edifício estruturado em aço possibilita a associação de outros tipos de componentes pré-fabricados e industrializados.

Segundo (INABA, 2010) acrescenta que por essa característica, esse sistema é compatível com todo tipo de material usado em fechamento de ambientes, podendo ser usado na vertical e horizontal, permitindo que materiais mais comuns na construção civil sejam utilizados, como é o caso de tijolos cerâmicos e blocos de cimentos, lajes moldadas in loco, ou até sistemas de fechamento mais modernos como lajes e painéis de concreto pré-fabricados e também Drywall.

Além de todos os benefícios já citados, podemos citar outras vantagens oferecidas pelas estruturas metálicas se usarmos como parâmetro o sistema construtivo convencional em concreto armado: otimização da área útil por oferecer vigas com seções menores e pilares mais esbeltos, fundações menos solicitadas por se tratar de estruturas mais leves.

A precisão construtiva dos edifícios estruturados em aço, por ser projetada em milímetros, oferece a garantia que a estrutura seja perfeitamente aprumada e nivelada, diferente das estruturas de concreto, a precisão é medida em centímetros. Por oferecer a exatidão da escala em milímetros facilita o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, que por essa exatidão oferece a redução dos custos de materiais de revestimento. (INABA,2010)

3.4 CAPACIDADE ESTRUTURAL DO AÇO

Segundo (SANTOS, 2007), o aço apresenta um índice elevado de resistência em diversos estados de tensão, como tração, compressão e flexão. Com isso, os elementos estruturais apresentam uma grande suportabilidade a grandes esforços, mesmo que apresente uma área relativamente pequena das suas seções. Mesmo que as estruturas de aço apresentem uma densidade consideravelmente grande (7.860 Kg/m^3), essas são mais leves do que os elementos estruturais construídos em concreto armado.

Segundo (PINHO, PENNA. 2008), não somente quem trabalha com aço reconhece o alto da resistência mecânica do aço. Projetistas que trabalham com projetos estruturados em concreto armado também reconhecem esse diferencial do aço.

A qualidade da matéria prima, no caso o aço, é garantido pela a usina de fabricação

deste material, além da uniformidade das matérias primas. (ANDRADE, 2007)

Segundo (CASTRO, 1999), estudos comprovam que para execução de projetos em estruturas de concreto armado a soma dos custos de execução de uma edificação com o custo de estudo e correção de qualquer manifestação patológica é sempre maior que o custo de execução e manutenção de uma estrutura com desempenho adequado, podemos então dizer que a recuperação de uma estrutura pode ser muito caro em relação a uma construção de qualidade. A capacidade do aço para uma manutenção mais enxuta com um custo menor facilita a recuperação de estruturas que sofreram algum tipo de colapso.

3.4.1 Tipos de Aço

Existem mais de 3.500 tipos diferentes de aço atualmente no mercado, sendo que 75% destes surgiram nos últimos 20 anos. Isso mostra o espetacular desenvolvimento e evolução no setor. (CBCA,2014)

A liga do aço é composta basicamente, ou melhor, principalmente por ferro e carbono, aproximadamente 0,008% a 2% de carbono. Nessa composição, além do carbono, possui quantidades limitadas de silício, manganês, cobre, enxofre e fósforo. De todos esses componentes, além do ferro, o componente mais importante é o carbono. Ele quem determina as propriedades mecânicas do aço, quanto maior o teor de carbono no aço maior a sua dureza e menor a sua ductilidade, sendo assim, o que define a classificação do aço é o percentual do teor de carbono. A maioria do aço produzido no mundo é do tipo aço-carbono. (CBCA,2014)

Os aços que apresentam um máximo de 0,3% de carbono são classificados como aços de baixo carbono, isto é, de grande ductilidade, por isso são bons para trabalhos mecânicos e soldagem, não sendo então temperáveis. São utilizados também na construção de edifícios, pontes, automóveis, dentro outros usos. (CBCA,2014)

Os aços de médio carbono possuem de 0,3% a 0,6% de carbono em sua liga, sendo aplicados na fabricação de engrenagens, bielas e em outros componentes mecânicos. Não são usualmente utilizados na construção civil. Se temperados e revenidos atingem uma excelente resistência e tenacidade. (FERRAZ,2003)

Aços de alto carbono possuem um teor maior do que 0,6% de carbono e apresenta uma dureza e resistência excepcional após temperado. Normalmente são aplicados em trilhos, engrenagens e componentes agrícolas, que devido ao tipo de uso apresenta um nível elevado de desgaste. (FERRAZ,2003)

Quando se trata de aço usado em estruturas, é um tipo de aço específico para esse determinado uso, com exigências segundo a norma regulamentadora do uso do Aço na construção civil, a NBR 8800, que define as características dessa liga metálica.

Os tipos mais utilizados na construção civil são os aços-carbono de média e alta resistência, em elementos que estão sujeitos a carregamentos, ou seja, em estruturas. Para atender as necessidades à aplicação estrutural é necessário que o aço apresente uma elevada tensão e escoamento, nível elevado na tenacidade, soldabilidade satisfatória, homogeneidade micro estrutural, suscetibilidade de corte por chama sem que haja enrijecimento oferecendo trabalhabilidade no corte, resistência na furação e dobramento da chapa sem que apresentem fissuras e outros tipos de patologias que trás um comprometimento na qualidade do componente estrutural.

O aço mais utilizado e mais conhecido atualmente dentre os existentes é o ASTM A36, um aço de média resistência mecânica. A tendência mundial, no sentido de se utilizar estruturas cada vez maiores, tem obrigado engenheiros, projetistas e construtores a utilizarem aços de maior resistência e baixa liga. Essa confiança se dá pelo fato de poder manipular essas ligas de uma forma fidedigna, onde é possível ter uma estrutura cada vez mais leve. (CBCA,2014)

Podemos classificar os aços estruturais em três grupos distintos conforme a tensão de escoamento mínima para cada um desses grupos que pode ser verificada na figura 3.4:

Figura 3.4: Tipos de Aço e Limites de Escoamento Mínimo

FONTE:<http://www.metalica.com.br/acos-estruturais>

Tipo	Limite de escoamento mínimo, Mpa
Aço carbono de média resistência	195 a 259
Aço de alta resistência e baixa liga	290 a 345
Aço ligados tratados termicamente	630 a 700

Segundo (SANTOS, 2007), o aço apresenta um índice elevado de resistência em diversos estados de tensão, como tração, compressão e flexão. Com isso, os elementos estruturais apresentam uma grande suportabilidade a grandes esforços, mesmo que apresente uma área relativamente pequena das suas seções. Mesmo que as estruturas de aço apresentem uma densidade consideravelmente grande (7.860 Kg/m^3), essas são mais leves do que os elementos estruturais construídos em concreto armado.

Segundo (PINHO, PENNA. 2008), não somente quem trabalha com aço reconhece o alto da resistência mecânica do aço. Projetistas que trabalham com projetos estruturados em concreto armado também reconhecem esse diferencial do aço.

A qualidade da matéria prima, no caso o aço, é garantido pela a usina de fabricação deste material, além da uniformidade das matérias primas. (ANDRADE, 2007)

Segundo (CASTRO, 1999), estudos comprovam que para execução de projetos em estruturas de concreto armado a soma dos custos de execução de uma edificação com o custo de estudo e correção de qualquer manifestação patológica é sempre maior que o custo de execução e manutenção de uma estrutura com desempenho adequado, podemos então dizer que a recuperação de uma estrutura pode ser muito caro em relação a uma construção de qualidade. A capacidade do aço para uma manutenção mais enxuta com um custo menor facilita a recuperação de estruturas que sofreram algum tipo de colapso.

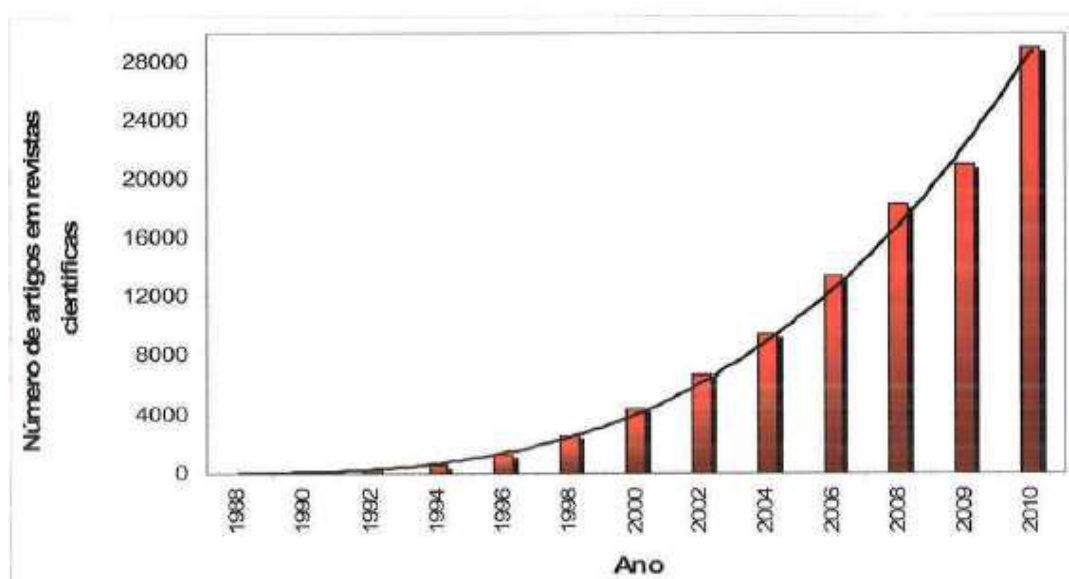
4 VIABILIDADE DO IMPACTO AMBIENTAL

4.1 IMPACTO AMBIENTAL

A conscientização de sustentabilidade durante as últimas décadas tem se tornado bem presente em debates e fóruns relacionados ao desenvolvimento e crescimento humano. Nos setores públicos e privados não tem sido diferente, essa consciência é fruto de uma análise sobre os estragos causados por anos de irresponsabilidade com o meio ambiente causado pelas gerações passadas, uma vez que todos os recursos utilizados nas indústrias eram retirados do meio ambiente.

O relatório de Brundtland apresentou pela primeira vez um conceito de desenvolvimento sustentável bem mais elaborado. Segundo esse autor, o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que tem a proposta de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras em satisfazerem suas próprias necessidades. Mesmo antes dessa definição, proposta por Brundtland, já existiam vários trabalhos e artigos que apresentavam esse assunto. Porém somente a divulgação os cientistas despertaram o interesse para esse assunto. (DIAS, 2008; apud TEIXEIRA, 2007). Podemos observar esse crescimento na figura 4.1 que mostra o crescimento das obras literárias que abordaram a sustentabilidade.

Figura 4.1 - Estudos sobre desenvolvimento sustentável
FONTE: (TORRALBA; JALALI, 2010 *apud* CAMPOS, 2012)



A construção civil é uma das atividades produtivas que mais causam impacto no meio ambiente, cerca de 40% de todos os recursos naturais extraídos do meio ambiente é usado nesse setor da economia. Conseqüentemente a utilização desses recursos geram resíduos que impactam negativamente, se não tratado o meio ambiente.

Os maiores impactos ambientais no Brasil tem sido por responsabilidade do setor da construção civil. O início desses impactos começam a partir da grande necessidade de recursos naturais na produção ou no transporte da matéria prima usada nesse setor. Um outro fator que gera um impacto ambiental é um projeto onde a preocupação exclusiva é com a estética, onde os materiais são escolhidos de forma errada, desconsiderando o conforto ambiental, que conseqüentemente gera um grande volume de resíduos, que normalmente são descartados no meio ambiente sem um tratamento adequado, conseqüência de uma produção artesanal da construção, gerada por uma mão de obra desqualificada. (CAMPOS, 2012 *apud* AGUDELO; JÚNIOR. 2000)

(CARDOSO, 2004) define o aspecto ambiental como a ação, produtos ou serviços das organizações, que interagem com o meio ambiente. Impacto ambiental é qualquer transformação, negativa ou positiva, do meio ambiente, seja parcialmente ou uma transformação total, que seja provocada por ações dessas organizações, seja na circunvizinhança onde esteja localizada, considerando esses impactos na natureza como na água, solo, flora, fauna, ou nos seres humanos.

Segundo (SIMONETTI, 2010), impacto ambiental é a toda ação humana que causa uma variação de parâmetros no ambiente.

Para (MOURA *apud* Heuser 2007), um impacto ambiental pode ser caracterizado pela associação de um aspecto ambiental com um dado evento causador do impacto.

Como empresa é necessário pensar além de obter lucros, é preciso abordar a questão de sustentabilidade, criou-se o conceito de Práticas de Negócios Socialmente Responsáveis, que é definido como práticas discricionárias que a empresa adapta e conduz para apoiar causas sociais, melhorar o bem-estar da comunidade e proteger o meio ambiente. A maioria das práticas de negócios socialmente responsáveis envolve a alteração de políticas e procedimentos internos. (KOTLER; HESSEKIEL; LEE, 2012)

A responsabilidade social de uma empresa é o compromisso de busca de melhora do bem-estar de uma determinada comunidade, por meio de práticas e de contribuições ilimitadas, com os recursos da empresa, e que quando se refere ao bem-estar da comunidade está falando de condições humanas e de questões ambientais, incluindo comunidades locais e

globais, definidas por geografia, demografia, desafios, aspirações e alguns outros fatores. (KOTLER; HESSEKIEL; LEE, 2012)

Ainda segundo (KOTLER, HESSEKIEL, LEE, 2012) apresenta como prática de negócios socialmente responsável mais comum a escolha de matérias-primas, suprimentos e embalagens mais amigos do meio ambiente, considerando os objetivos de redução de resíduos, de uso de recursos renováveis e de eliminação de emissões tóxicas.

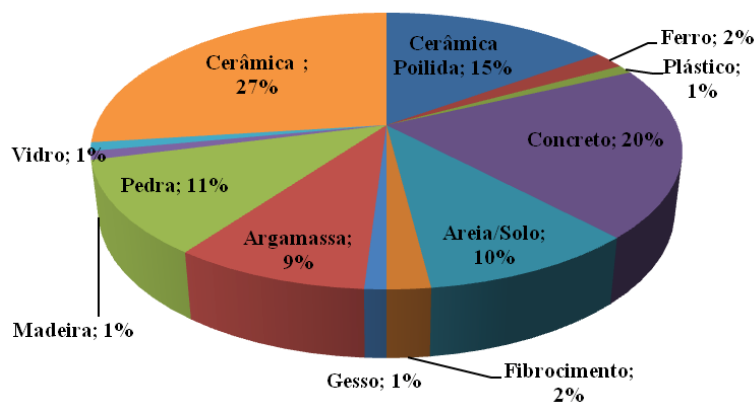
O impacto no meio ambiente não se resume em apenas com relação a dispensação dos resíduos gerados no canteiro de obra, desde a fabricação da matéria prima, a partir da extração dos recursos do meio ambiente, no transporte desse material e dependendo do material a armazenagem gera um impacto grande.

A Cadeia Produtiva da Construção Civil engloba a indústria da construção, indústria de materiais, serviços, comércio de materiais de construção, outros fornecedores, máquinas e equipamentos para construção. Dentro do setor industrial, a cadeia produtiva da construção civil representa 8% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil, valor apresentado através de uma estimativa feita pelos fornecedores de materiais empregados no setor da construção civil, tais como na produção de cimento e de aço, no transporte, e, por último, no setor madeireiro. O setor da construção civil junto à área de edificações, espera reduzir para 1% as emissões totais de GEE até 2030. Embora o setor de cimento tenha uma perspectiva de maior crescimento de emissões desses gases, o setor de edificações é o que apresenta potencial limitado da diminuição desses mesmos gases. (MCKINSEY *apud* CAMPOS, 2012).

Segundo (OLIVEIRA, 2011; *apud* CAMPOS, 2012) em 2005 as emissões de GEE era de 61% e era oriundo do uso de terras e florestas (desmatamento), as atividades agropecuárias representavam 19%, o setor de energia 15%, processos industriais 3% e o tratamento de resíduos representava 2%. Sendo assim, ao contrário de países desenvolvidos, o setor de energia do Brasil contribui menos para as emissões desses gases do país.

A construção civil no Brasil despertou para a reciclagem e o reaproveitamento de materiais, reduzindo o impacto ambiental e gerando economia para o empreendedor. Os sistemas construtivos aplicados atualmente geram uma quantidade muito grande de resíduos.

Figura 4.2 - Composição Percentual Estimada de Resíduos de Construção Civil
FONTE: (SILVA 2014, COSTA 2014 apud MUNHOZ e RENÓFILO 2006)



A reciclagem de materiais tem cada vez mais se destacado no setor industrial, conseqüentemente aumentando a sua credibilidade junto a população e também com a própria indústria. Isso porque começaram a enxergar a reciclagem como uma oportunidade de se obter ganhos. Esse processo de reciclagem começa na coleta, passando pela separação do material, preparação para o reaproveitamento e a volta desse material para o processo produtivo em forma de matéria prima. (DE SOUZA, DE SÁ, 2008)

Segundo (CASTRO 2012 *apud* PINTO 1999), o meio mais eficaz para a minimização dos impactos ambientais é a maximização do poder de reciclagem dos materiais que seriam descartados, ainda que não sendo possível eliminar todos os resíduos, e que naturalmente haveria uma redução do custo da obra. Esses resíduos seriam provenientes da própria construção de novos edifícios e da demolição de edifícios que não serão mais utilizados, representam mais de 50% de todos os resíduos sólidos urbanos.

(CASTRO, 2012 *apud* BLUMENSCHHEIN, 2007) define o conceito reciclagem como:

O Conceito de reciclagem relaciona-se ao ciclo de utilização de um material ou componente que tendo se tornado velho uma vez, possa se tornar novo, prolongando a vida útil do material, finalizando deste modo, o ciclo “novo - velho - novo”. A nova utilização de um material ou componente implica uma série de operações, em geral de coleta, desmonte e tratamento, podendo voltar ao processo de produção. Este conceito se baseia na gerência ambiental, social econômica de recursos naturais, visando à gerência do ciclo de vida de materiais. (CASTRO, 2012 *apud* BLUMENSCHHEIN, 2007. pag. 23)

A indústria da construção civil, para ser sustentável, deve investir na redução da geração de resíduos, na utilização de materiais recicláveis, reutilizáveis ou secundários, no

desenvolvimento de tecnologias limpas e na coleta e deposição de materiais inertes, segundo Vasquez (LEITE, *apud* COSTA, CAVALCANTI, 2009).

A reciclagem não agrega somente valores econômicos, mas também valores ecológicos por gerar menos resíduos e também trás um diferencial logístico, uma vez que os materiais usados podem tornar novas matérias primas agregando valores de reutilização a esse material após ter sido consumido. (LEITE, 2003)

O incentivo na redução de resíduos gerados, através de uma gestão eficiente, mesmo que quando for impossível não gerar esses resíduos, a reciclagem é uma excelente escolha e uma oportunidade de transformação, onde uma enorme fonte de despesas é transformada em uma possível fonte de faturamento, ou na redução de gastos.(CASTRO, *apud* ALVES; QUELHA S, 2004)

Os ciclos apresentados para uma construção, apresentam a construção civil a um conceito de desenvolvimento sustentável, apresentado como processos que levam a uma nova idéia sobre exploração de recursos, direcionado aos investimentos, a partir de um desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais, todos com o objetivo de harmonia entre o desenvolvimento atual e as necessidades humanas de agora e necessidades futuras para as próximas gerações. Não se trata apenas de uma multidisciplinariedade, mas também de uma nova mentalidade, mudanças culturais, um investimento na educação ambiental e visão sistemática (BRANDON, 1998; ANGULO, 2000; JOHN, 2000; ZWAN, 1997).

4.2 AÇO E O IMPACTO AMBIENTAL

O aço é uma liga de ferro e carbono, possuindo em sua composição 0,008% a 2,11%, em peso, de carbono. Desse modo, em sua generalidade, não ultrapassa 1% de teor de carbono.

Para (PANNONI e SILVA, 2010), o aço é a liga metálica mais importante e mais consumida já conhecida pela humanidade. Em 2006 a produção mundial de aço superou 1 bilhão de toneladas, com participação da produção brasileira em cerca de 30 bilhões de toneladas. Em todo o mundo cerca de cem países detém a produção de aço, o Brasil, já faz algum tempo, ocupa a décima ocupação no ranking de produtores mundiais de aço.

(BELLEI, 2003) ressalta que o aço é um material composto utilizado em praticamente todos os setores construtivos, porém vem se destacando em construções industriais e comerciais, devido a praticidade e facilidade de seu manuseio, evitando perdas,

garantindo qualidade e eficiência na montagem.

O aço na construção civil é usado principalmente em estruturas, desde estrutura toda em aço, estruturas mistas em concreto e aço (Vigas, Pilares e Lajes) e estruturas de madeira e aço. Essa utilização do aço inicia-se no início do século XVIII, onde foi inicialmente aplicada em construções de pontes e em seguida, no final do século XIX início do século XX, iniciou a construção de edifícios de múltiplos andares.

Segundo (MATOS, 2013), obras estruturadas em aço apresentam um aspecto desfavorável se tratando de impacto ambiental quando o assunto é o uso de energias, consumo de insumos para produção, descarte de resíduos no meio ambiente, exalação de poeira. O aço trás economia no uso de água. Esse é um fator muito importante principalmente se tratando que esse recurso está cada vez mais escasso. Estruturas de aço exigem apenas 6,3% do uso total de energia de uma residência, o restante é usado para a iluminação e climatização de ambientes.

O aço, quando dispensado do uso, não vai parar em aterros sanitários comuns igual a outros tipos de resíduos gerado pela construção civil. Existem locais adequados a apropriados para onde devem ser encaminhados esses resíduos, esses lugares são chamados de "ferros-velhos", onde acontece a seleção, classificação e separação desse material, facilitando então a reciclagem do material.

Segundo (RICHINNI,2017)

Existe uma estrutura organizada de coleta, que é o mais importante para que a reciclagem ocorra. E o mais interessante: não existe um segmento dentro da siderurgia para a reciclagem do material. As próprias usinas trabalham com os resíduos.(RICHINNI,2017, pag 54)

Na produção do aço, os derivados que são recorrentes dessa produção podem ser usados no processo produtivo de outros materiais que são utilizados na construção civil, por exemplo a escória, que é resultado da produção do ferro gusa, utilizado na fabricação do próprio cimento, onde é feito o processamento dessa escória de altos fornos e materiais pozolânicos e então fabricando o cimento Portland. Esse processo evita a extração de uma quantidade significativa de calcário, cerca de 4,5 milhões de toneladas por ano, economizando também 350.000 toneladas de carvão que é responsável por 2 milhões de toneladas de emissões de CO² na atmosfera. (LEMOINE, 2013)

Outro fator importante ressalta (MATOS,2013), o aço propicia uma organização melhor do canteiro de obras, isso se dá por não necessitar de grandes depósitos para estocar

materiais como brita, areia, cimento, madeira e ferragens, materiais esses de fáceis desperdícios. Importante também salientar que um ambiente limpo e organizado oferece condições melhores de trabalhos e segurança para que os trabalhadores exerçam suas funções da melhor forma possível. O aço é 100% reciclável e eco-eficiente em seu processo de produção, podendo os poucos resíduos gerados serem reciclados.

Segundo (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2009) no ano de 2008 um total de 24% de todo aço brasileiro foi produzido a partir da reciclagem, representando um total de 6,4 milhões de toneladas de sucatas recolhidas, separadas e recicladas pelas indústrias siderúrgicas brasileiras.

Dentro dos benefícios ambientais gerado pela reciclagem destacam-se: direcionamento correto e eficiente dos resíduos, que descarta a necessidade de ocupação de áreas para dispensa de produtos em obsolescência e o descarte em aterros ou lixões de materiais intensivos em aço; redução de gases de efeito estufa no processo de produção, contribuindo para a melhoria do balanço de emissões de CO² do setor; economia de energia elétrica e do consumo de água no processo de fabricação do aço e diminuição decorrentes da atividade da mineração e do consumo de recursos não renováveis. (MACHADO, 2010)

O aço reciclado, em sua totalidade, permanece sem perder as suas principais características e qualidades diferenciais. Para se ter uma idéia mais da metade do aço produzido em países como França são oriundos da reciclagem, na União Européia e no restante do mundo a produção aço é o resultado de reciclagem. Com a preocupação e preservação do meio ambiente, este índice vem aumentando a cada dia mais. Analisando por essa perspectiva a sucata de hoje sem dúvidas é o principal depósito desta matéria prima de amanhã. (LEMINE, 2013)

Ainda segundo (LEMOINE, 2013), por ser considerado leve, estruturas em aço exigem menos das fundações, não necessitando de escavações profundas, que caso fosse preciso, geraria uma quantidade muito grande de entulhos e também viagens de caminhão para dispensar esse entulhos. Em alguns casos, algumas vigas são suficientes para levantar completamente a edificação.

De certa forma edificações estruturadas em aço causam um impacto ambiental menor que os sistemas construtivos convencionais aplicados no Brasil, por ser uma estrutura mais esbelta e mais leve do que o concreto e conseqüentemente cargas solicitantes menores exige-se menos das fundações.

Outro fator importante nesse tipo de construção é a possibilidade de se trabalhar ao máximo com um canteiro de obras mais limpos com menos desperdícios de materiais e gerando menos resíduos a ser depositado no meio ambiente.

A possibilidade de reciclagem é um fator muito favorável ao aço, que pode ser reciclado várias vezes sem perder a qualidade e sem restrições de uso em caso de estruturas, caso que não acontece com o concreto que mesmo que reciclado existem restrições ao uso em projetos estruturais conforme a NBR 15116/2004.

5 CONCLUSÃO

Construções estruturadas em aço a cada dia mais tem aumentado a sua credibilidade, com as exigências de mercado e uma consciência sustentável, esse sistema construtivo tem atendido os anseios desse mercado.

O presente estudo tem como base a análise das viabilidades onde foi abordado as viabilidades mercadológica e econômica, viabilidades técnica e a viabilidade ambiental.

Estruturas metálicas apresentam uma velocidade de construção maior do que os sistemas construtivos convencionais que são aplicados no Brasil, com isso o tempo de execução de uma obra é menor do que uma obra estruturada em concreto armado por exemplo, sendo assim apresenta uma vantagem competitiva no mercado, uma vez que o retorno do investimento para o investidor é mais rápido. Outro fator que pode-se destacar no quesito tempo de construção é o impacto positivo em ações de marketing, construtoras desde muito tempo tem sofrido quando o assunto é prazo de entrega do empreendimento, por isso podemos constatar imediatamente que, pelo prazo de entrega ser menor que os sistemas convencionais, estruturas em aço apresenta fatores positivos se tratando de mercado. Podemos destacar também que a flexibilidade, com relação a disposição das plantas no edifício estruturados em aço, é outro diferencial quando se trata de mercado consumidor.

Após a análise da viabilidade econômica foram identificados algumas características desse modal construtivo que pode-se entender como um diferencial. O anseio de todo investidor é a recuperação do seu investimento, somando a algum lucro, se possível num menor prazo de tempo. Por apresentar um prazo menor de construção, o retorno do investimento é mais rápido. No que diz respeito a formulação do custo do empreendimento é importante ressaltar a clareza sobre os dados do que será gasto no projeto. Projetos de estruturas metálicas apresentam um detalhamento dos tipos de materiais que serão usados em todo projeto, sendo assim a gestão do custo torna-se muito mais eficiente e direta. Para definir o custo do empreendimento é necessário identificar tudo o que será gasto, com isso a estrutura metálica, oferece essa viabilidade por saber, desde o início do projeto, o que será gasto para a execução da obra.

Outro fator que pode-se destacar como uma facilidade é a eficiência na gestão de estoque. Como falado acima, desde a concepção e detalhamento do projeto sabe-se o que será gasto de matéria prima, no entanto o estoque sempre será reduzido e não haverá perdas por não serem itens perecíveis. Isso se dá por que quando se faz os pedidos das peças, ou melhor,

dos perfis que serão usados na obra, trabalha-se com um estoque programado com as siderúrgicas, é impossível qualquer siderúrgica no mundo ter em estoque todo os perfis de aço para atender toda a demanda.

Estruturas metálicas necessitam de uma mão de obra qualificada, diferente de outros sistemas construtivos, no que diz respeito a canteiro de obras, não há muita flexibilidade quando se trata de improvisos, as principais patologias que atingem esse sistema construtivo estruturados em aço geralmente acontecem por negligência de mão de obra, ou seja, estruturas metálicas é dependente de uma mão de obra extremamente qualificada, porém o que pode-se enxergar como um diferencial com relação a outros sistemas construtivos é a não necessidade de um contingente muito grande dessa mão de obra qualificada.

Estruturas metálicas usa como sistema de medidas o milímetro, sendo assim pode-se alcançar uma precisão maior no projeto, isso então impactará diretamente no gasto de materiais para execução da obra.

O aço, como qualquer outro tipo de material sofre alterações significativas em sua resistência estrutural quando diz respeito a situações de incêndio. Porém a NBR 14323 define normas a serem seguidas para a proteção desse aço, por isso essa norma determina as medidas a serem tomadas para que, em caso de incêndio, a estrutura suporte com segurança.

O aço apresenta um poder de reciclagem muito grande e sua aplicabilidade é real, ou seja, mesmo após o uso, o aço apresenta um aproveitamento do material onde possa ser novamente utilizado, ou seja, o aço reciclado oriundo de um edifício demolido pode retornar a ser utilizado novamente em construção, podendo ainda ser usado na estrutura da edificação, o que por exemplo não acontece com o concreto reciclado que não pode ser utilizado e aplicado em estruturas. Edifícios estruturados em aço, geram uma quantidade muito pequena de resíduos em suas construções, sendo praticamente desconsiderado.

A estruturas de aço são leves, exigindo menos das fundações do edifício, por isso não há uma necessidade comum de se fazer grandes escavações para fundações.

Quando se trata de arquitetura o aço trás modernidade e arrojado para a edificação, quando bem utilizado o projeto fica muito bonito. Por sua capacidade de vencer grandes vãos sem a necessidade, muitas vezes, de pilares intermediários pode-se otimizar a área útil da edificação.

Após o estudo de todos os capítulos deste trabalho, conclui-se que a aplicação de estruturas metálicas em edifícios residenciais de múltiplos andares pode-se afirmar que a adoção desse modal construtivo é viável, no entanto é necessário se atentar para as questões de mão de obra qualificada onde apresenta uma dependência, resistência da estrutura em

situações de incêndios seguindo as normas especificadas pela a NBR 14323 e questão do custo do material.

É sugerido para estudos futuros estabelecer uma relação entre o custo de projetos estruturados em aço e projetos estruturados em concreto armado, este por ser o sistema construtivo mais empregado no Brasil se tratando de edifícios residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, José Coelho de Andrade; CAMARGOS, Sivana Prata. **Um Estudo do Comportamento Empreendedor na Construção Civil**. XXIV Simpósio de Gestão Da Inovação Tecnológica; 2006.

ANDRADE, Paulo Alcides. **Racionalização da Construção**. 2010 Disponível: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1411> Acesso: 25 de Novembro de 2017

ALVES, Carlos Eduardo Teobaldo; QUELHAS, Osvaldo L. G. **A e eficiência e o ecodesign na indústria da construção civil**: uma abordagem à prática do desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos com uma visão de negócios. Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2004. 10 p. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos04/106_seget%20artigo.doc> Acesso: 15 de Março de 2018

ANDRADE, Paulo Alcides. **Por que construir com Estruturas Metálicas**. 2007 Disponível em: http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1406 Acesso: 25 de Novembro de 2017.

ANDRADE, Cleide Cedine. **Proteção Térmica em Elementos Estruturais de Aço**. Dissertação (Mestrado) em Arquitetura e Urbanismos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2010.

BARROS NETO, J. P.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. “**Os Critérios Competitivos da Produção: Um Estudo Exploratório na Construção de Edificações**.” Revista de Administração Contemporânea, v. 7, n. 1, Jan./Mar., p. 67-85, 2003.

BELLEI, Ildony H. **Edifícios Industriais em aço – Projeto e Cálculo**. Pini. São Paulo. 2003.

BRANDON, P.S. **Sustainability in management and organisation: the key issues?** In: CIB BUILDING CONGRESS – MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION, Suíça, 1988. 1998. p.1739-47.

CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

COSTA, G. S.; ROLA, E. S.; AZEVEDO, M. J. **Uma Discussão sobre Critérios Competitivos da Produção em Empresas que Implantaram a Construção Enxuta**. In: XXXIII EnANPAD, São Paulo. Anais... São Paulo: EnANPAD, 2009.

COSTA, George Silva; AZEVEDO, Mário José; NETO, José de Paula Barros. **Abordagem sobre Critérios Competitivo da Produção em Empresas que Implantaram a Construção Civil Enxuta em Fortaleza**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2010.

CARDOSO, A. S. et al. Metodologia para classificação de aspectos e riscos ambientais conforme NBR ISO 14001. Santa Catarina, Nov. 2004.

CAMPOS, Felipe Henrique Azevedo. **Análise do Ciclo de Vida na Construção Civil: Um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéispré-moldados e alvenaria em blocos de concreto.** Dissertação (Pós-Graduação). Escola de Engenharia da UFMG. 2012.

CASTRO, Cristina Xavier de. **Gestão de Resíduos na Construção Civil.** Dissertação (Pós-Graduação). Escola de Engenharia da UFMG. 2012.

CASTRO, Eduardo Mariano Cavalcante de. **Patologias em dos edifícios em estruturas metálicas.** Dissertação (Pós-Graduação) Curso de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. 1999.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos.** São Paulo: Pini, 2009.

CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil.** Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.

CASTRO, E.M.C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica.**Dissertação (Mestrado em ConstruçãoMetálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

DÉCIO ZEBRON. Introdução ao aço. Disponível em: <https://www.sites.google.com/site/acoufmg/home/historico>
Acesso em 14 de março de 2017.

DE SOUZA, C. D.; DE SÁ, N. P. **Logística reversa de pós-consumo:** aplicação do processo em uma empresa do ramo de construção civil. Rio de Janeiro, 2008.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos – uma metodologia de orçamentos para obras civis.** Curitiba – PR: Copiare, 2004.

FREIRE, Carlos. Análise Comparativa: Custos Estruturas Metálicas x Estrutura de Concreto. Disponível em: <http://wwwo.metálica.com.br/analise-comparativa-custos-financeiros>. Acesso: 25 de Novembro de 17.

FERNANDES, Daniel Von der Heyde, **As Consequencias da Insatisfação dos Clientes,** Dissertação (Graduação), Departamento de ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bacharel em Administração; 2005.

FARIA, Antonio Pimenta de.**Construção Metálica Enxuta Através de Padronização de Tarefas e Projetos.**Dissertação (Especialização).Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Belo Horizonte. 2011.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stump. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras.** São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio Dos Sinos, 2008.

INABA, R. **Construções Metálicas: o uso do aço na construção civil**, 2010. Disponível em: <<http://www.metallica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>>. Acesso: 25 de novembro de 2017

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Indústria do aço e meio ambiente**. 2009^a. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br>>. Acesso em: 19 de novembro de 2017

JACOBSEN, Mércio (Org.). **Administração de Materiais: um enfoque logístico**. Itajaí: Univali, 2011.

KOTLER, Philip; HESSEKIEL, David; LEE, Nancy R.; **Boas Ações. Uma nova abordagem Empresarial**. Campus. 2012)

LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). UFSC, São Carlos. 2008.

LEITE, Suellen Rodrigues da Paixão. **Estudo das Práticas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil do Rio de Janeiro**. Dissertação (Graduação) Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2014.

LEMOINE, Bertrand. **Aço, um material de construção ecológico para um desenvolvimento sustentável**. Centro Brasileiro de Construções em Aço. Disponível em: <<http://www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/Aco-um-material-de-construcao-ecologica-para-um-desenvolvimento-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 20 de Novembro de 2017.

LIMMER, Carl Vicent. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: JC, 1997.

MUNHOZ, F.; RENÓFIO, A. **Uso da gipsita na construção civil e adequação para a P+L**. Anais do XIII SIMPEP, 2007. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/761.pdf>.

MACHADO, Roberta Carvalho. **Aspectos da sustentabilidade Ambiental nos Edifícios Estruturados em Aço**. Dissertação (Pós-Graduação). Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. 2010.

MOTTA, Regis R; CALÔBA, Guilherme M. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2002.

MATOS, Fernando. **Aço é a Solução Sustentável: Ecoeficiente em seu processo produtivo e 100% reciclável, material pode ser utilizado em qualquer tipo de obra, do projeto mais simples até o mais elaborado**. CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço – Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca-detalhes.php?cod=101064>
Acesso em: 17 de Novembro de 2017

MICHELIN, Fernanda Peccinin; WEISE, Andreas Dittmar; MEDEIROS, Flaviani Souto Bolzan. **Estratégias Competitivas No Mercado Imobiliário de Santa Maria-RS**. XXX III Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_183_046_21954.pdf
Acesso: 27 de novembro de 17

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção.** Tese (Doutorado) – EPUSP, São Paulo, 1994.

MESQUITA, A. **Verificação da Resistência de Estruturas de Aço ao Fogo.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil – Ramo de Estruturas, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa – Portugal, 1998.

NARDIN, Fabiano Ângelo. **A Importância da Estrutura Metálica na Construção Civil.** Dissertação (Graduação) Curso de Engenharia da Universidade São Francisco. 2008

PINHO, Fernando Ottoboni; PENNA, Fernando. **Viabilidade Econômica.** Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço (Série Manual de Construção em Aço).

RICHINNI, Ricardo. **A eficiente reciclagem do aço.** Setor Reciclagem. Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/a-eficiente-reciclagem-do-aco/>
Acesso em: 17 de Novembro de 2017.

SILVA, Valdir Pignatta e.; PANNONI, Fabio Domingos. **Estruturas de Aço Para Edifícios:** Blucher, São Paulo, 2010.

SAMPAIO, F. M. **Orçamento e custo da construção.** Brasília: Hemus, 1989.

SIMONETTI, Henrique. **Estudo de Impactos Ambientais Gerados pelas Rodovias: Sistematização do Processo de Elaboração do EIA/RIMA.** Dissertação (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. 2010.

SANTOS, Raquel Simone dos. **Comparativo Entre Estruturas de Aço e Concreto Armado.** Dissertação (Graduação) Curso de Engenharia da Universidade São Francisco. 2007

SILVA, Valdir Pignatta e. **Estruturas de Aço em Situação de Incêndio.** Dissertação (Doutorado) Engenharia Civil – Engenharia de Estruturas, Faculdade Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1997.

TEIXEIRA, Renata Bacelar. **Análise da Gestão de Processo de Projeto Estrutural de Construções Metálicas.** Dissertação (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas, Belo Horizonte. 2007.

VIEIRA, Luciano Lins; SANTOS, Juliana Cardoso; MENDES, Braulio Gonçalves. **Análise da Resistência dos Elementos de Aço em Situação de Incêndio: Um Estudo Comparativo entre a norma ABNT NBR 14323: e sua versão de 1999.** Dissertação (Graduação), Universidade Paulista – UNIP, Brasília-DF, 2016.

ZDANOWICZ, José Eduardo. **Planejamento Financeiro e Orçamento.** 4. Ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2001.

