

**FACULDADE PATOS DE MINAS**  
**Apresentação de Trabalho de Conclusão de**  
**Curso de Engenharia Civil**

**APLICAÇÃO DE ESTRUTURA**  
**METÁLICA EM EDIFICAÇÕES**  
**COMERCIAIS E INDUSTRIAIS**

**Aluno: Jefferson Vieira Leles**  
**Talles Junior Roque**  
**Willian Cardoso Sousa**

**Orientador: Prof.º. Esp. Vantuir Gomes**

# INTRODUÇÃO

- Dentre os meios de busca de qualidade e agilidade, se encontra a estrutura em aço, que vem ganhando mercado dia após dia devido aos benefícios que sua aplicação trás.
- **Justificativa e importância do trabalho**
- **Problemática:** Que relação pode ser encontrada entre o período de entrega de uma edificação, assim como a limpeza de canteiro de obra e também no que se refere ao meio ambiente, com a aplicação de estruturas metálicas?
- **Metodologia:** Pesquisa bibliográfica

# INTRODUÇÃO

- **Objetivo geral**

- Analisar os sistemas estruturais em aço, apresentando suas características, demonstrando a viabilidade em aplicações de edifícios comerciais e industriais.

- **Objetivos específicos**

- Identificar e demonstrar relação custo x benefício nas edificações;
- Comparar as vantagens e desvantagens da aplicação de estrutura metálica com estrutura de concreto armado;
- Apresentar características dos sistemas de estruturas metálicas;
- Demonstrar o quanto a utilização de estruturas metálicas tem real redução no impacto ambiental, devido fatores de aproveitamento de materiais.

**HISTÓRICOS**

# • Histórico do aço

- Ao sul de Cáucaso, 1770 A.C., entre o Hititas - deu-se origem a indústria pioneira desenvolvendo trabalho com ferro;
- ferro surgiu no Egito por volta de 1100 A.C;
- Grécia (1100 A.C.), Itália (600 A.C.), Áustria (920 A.C.), França, Suíça (500 A.C) e Espanha;
- V A.C - Os chineses, produziam o ferro carburado - ferro-gusa
- começo do século XIV - cultura dos fornos - condições de sopro;
- 1350 começa a surgir a fundição de objetos;
- Segunda metade do século XV - produção de ferro pelo "refino" do ferro-gusa;
- começo do século XVIII - consumo do aço tem um avanço;
- Em 1856 - descoberta do inglês Bessemer.

- **Histórico da utilização metálica em construções**

- 1779 - ponte sobre o Rio Severn em Coalbrookdale, na Inglaterra;
- Palácio de Cristal (Londres)
- 1884 - edifício Tocama Building;
- Século XX - Ainda nos anos 20 em Berlim - *temple of glass*, todo em aço;
- 1901 - Estação da Luz (São Paulo);
- 1910 a 1913 – Viaduto Santa Efigênia ;
- 1953 - FEM - Fábrica de Estruturas Metálicas.

# Estruturas metálicas

- Conceito
- Aços estruturais

# Principais propriedades Mecânicas do Aço Estrutural

- Elasticidade
- Plasticidade
- Ductilidade
- Fragilidade

# Tipos de Aços Estruturais

- Aços-carbono
- Aços de baixa liga
- Aços com Tratamento Térmico

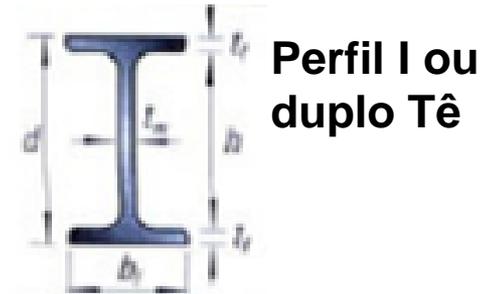
# Perfis Estruturais

Perfil laminado

Perfis soldados

Perfis formados a frio

Perfis tubulares



**Perfil H ou duplo Tê**



**Perfil U, ou canal**



**Perfil T**



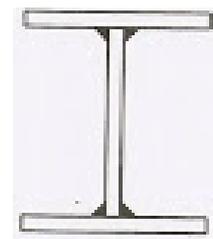
**Perfil tubular**



**Perfil U enrijecido**



**Perfis soldado**



# **Vantagens e Desvantagens do uso do aço na construção civil**

Vantagens	Desvantagens
Liberdade no projeto de arquitetura	Limitação de fabricação
Maior área útil	Necessidade tratamento superficial
Flexibilidade	Mão de obra e equipamentos especializados
Compatibilidade com outros materiais	Disponibilidade de material
Menor prazo de execução	
Racionalização de materiais e mão-de-obra	
Alívio de carga nas fundações	
Garantia de qualidade	
Antecipação do ganho	
Organização do canteiro de obras	
Reciclabilidade	
Preservação do meio ambiente	
Precisão construtiva	

# **COMPARAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS METÁLICAS COM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

# QUADRO COMPARATIVO QUANTO A ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

Edifício estruturas metálicas	Edifício com estruturas de concreto
<b>Na administração da obra</b>	
<b>Execução em fabrica</b>	Execução predominantemente no canteiro
<b>Apenas montada no canteiro</b>	
<b>Grande precisão dimensional</b>	Menor precisão dimensional
<b>Grande precisão quantitativa dos materiais</b>	Maior dificuldade de precisão de quantidades
<b>Poucos itens de materiais (aço, parafusos, eletrodos) (tintas)</b>	Maior diversificação de materiais (cimento, areia, brita, água, formas de madeira, ferros, aceleradores, etc.)
<b>Qualidade garantida das matérias primas (pelas usinas)</b>	Dificuldade de garantia de qualidade - maior controle necessário
<b>Uniformidade das matérias primas</b>	Variedade dependendo da procedência
<b>Pouca quantidade de homens na obra (menos problemas trabalhistas) com maior qualificação</b>	Maior quantidade de pessoal na obra, com menor qualificação (mais do dobro ou triplo)
<b>Canteiro diminuto (material chega pronto no tempo certo)</b>	Canteiro maior para matérias primas e manuseio
<b>Simplificação do canteiro (minimização ou exclusão de escoramento para forros de laje)</b>	Canteiro mais completo, existência de escoramento com pontaletes
<b>Obra seca</b>	Obra com muito uso de água

# Comparativo quanto a fundação

Edifício estruturas metálicas	Edifício com estruturas de concreto
Nas fundações	
Limpeza estrutural	Peso estrutural maior
40 a 80 kg/m <sup>2</sup> (vigas e colunas)	250 a 350 kg/m <sup>2</sup> (vigas e colunas)
Menores cargas nas bases	Bases mais solicitadas
Volumes menores nos blocos	Maiores volumes
Sistemas mais econômicos	Sistemas mais onerosos

# Comparativo quando a execução das lajes

Edifício estruturas metálicas	Edifício com estruturas de concreto
Nas lajes	
Quando lajes de concreto lançado Formas apoiadas diretamente no vigamento	Necessita maior escoramento para formas
Grande rigor nos níveis	Menor rigor nos níveis
Liberação antecipada dos pavimentos para outras operações	Impedimento de trânsito enquanto escorado
Maior velocidade de construção	Velocidade dependendo da cura do concreto das colunas
Facilidade de escadas pré-fabricadas	Dificuldade na execução de formas para escadas

# Comparativo quanto as instalações

**Edifício estruturas metálicas**

**Edifício com estruturas de concreto**

**Instalações elétricas - hidráulicas - proteção contrafogo e instalação do canteiro**

**Pilares e vigas podem ser furados na fábrica ou na obra**

Dificuldade de execução de furos nas colunas e vigas

**Facilita passagem de tubulações, permite alteração nas instalações na obra**

Impossibilidade de alteração após a execução da estrutura

**Necessita proteções contrafogo mais sofisticadas**

Proteção contrafogo simplificada

# Comparativo quanto aos prazos de execução

Edifício estruturas metálicas	Edifício com estruturas de concreto
<b>Prazos</b>	
<b>Simultaneidade de execução da estrutura e fundações</b>	Dependência de terminar as fundações para iniciar execução da estrutura
<b>Avanços da montagem de 3 em 3 pavimentos</b>	Avanços de um em um pavimento
<b>Possibilidade de alvenarias acompanharem a montagem</b>	Dificuldade de execução de paredes enquanto a estrutura estiver escorada

# **Aplicação da Estrutura Metálica**

# Principais Normas para Projeto e Obras em Estruturas Metálicas

- NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas estruturas
- NBR 6120 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações

# Principais processos envolvidos nas edificações com Estrutura Metálica

- Projeto Arquitetônico
- Projeto estrutural
- Sondagens do Solo
- Detalhamento, Fabricação, Transporte e Montagem

# Documentos de Projetos

- Memorial de cálculo
- Desenho de projeto
- Desenho de fabricação
- Desenho de montagem
- Lista de material

# Sistemas estruturais das edificações

- Vigas

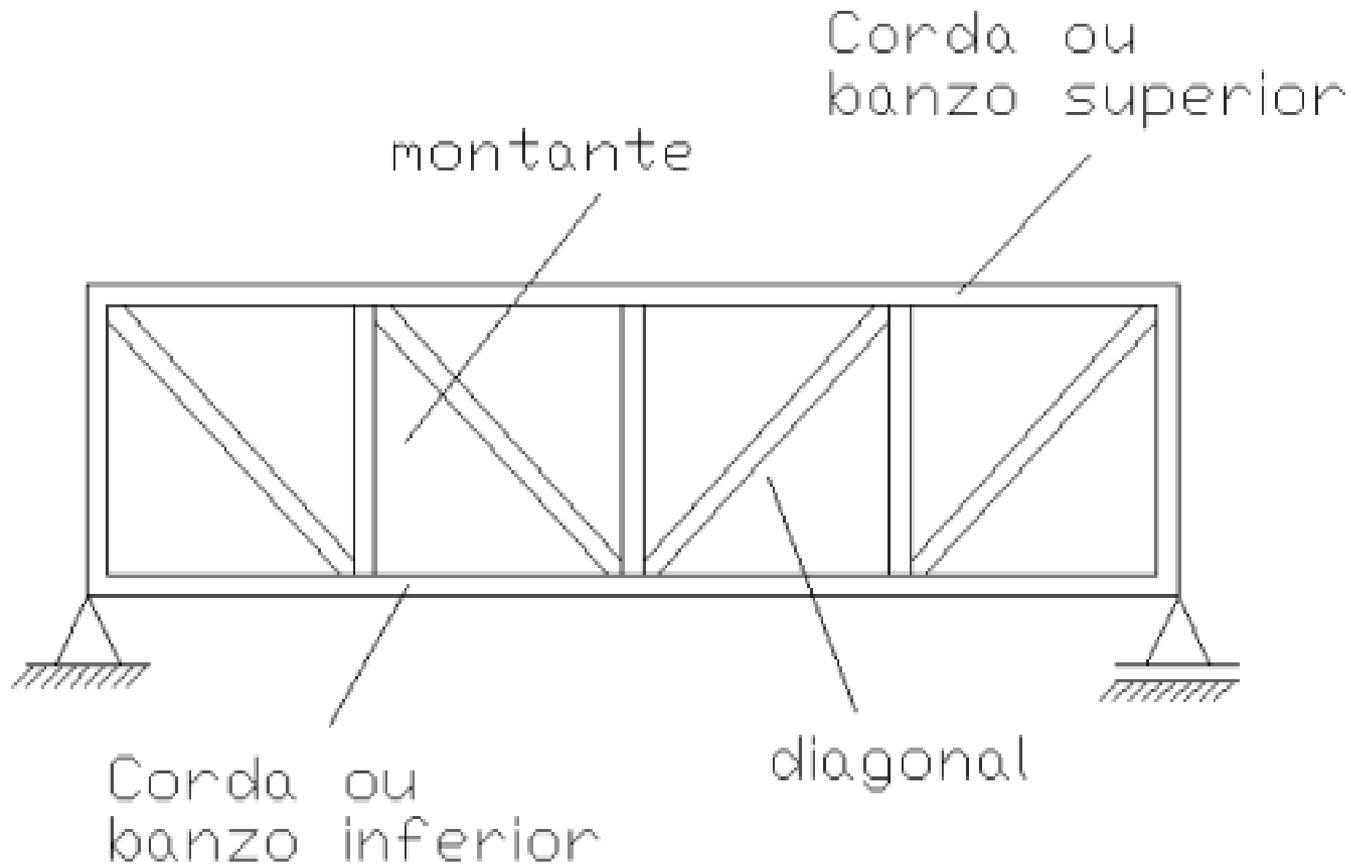
Figura 13 – Exemplo de aplicação viga



Fonte: (27)

- Treliças

Figura 14– Desenho esquemático de treliça



Fonte: (26)

- Grelhas

**Figura 15** – Exemplo de grelha

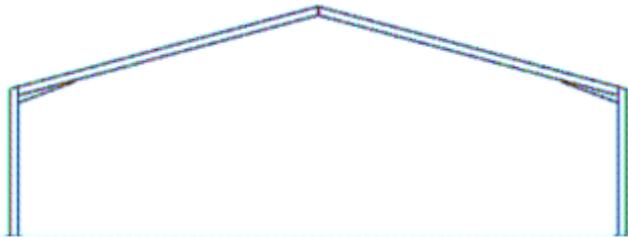


**Fonte:** (28)

- Pilares
- Pórticos

Pórticos simples de alma cheia

**Figura 16** – Exemplo de pórtico simples



Fonte: (26)

Pórtico com cobertura em arco

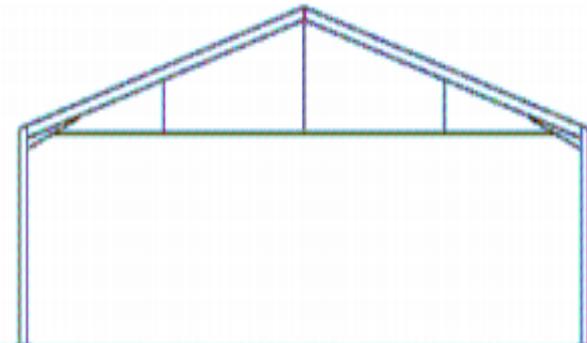
**Figura 17**– Exemplo de pórtico em arco



Fonte: (26)

Pórtico com tirantes

**Figura 18**– Exemplo de pórtico com tirantes



Fonte: (26)

# Galpões comerciais e industriais em aço

- Partes componentes de um galpão com colunas em perfis I e tesouras

**Figura 19** – Partes componentes de um galpão com colunas em perfis I e tesouras



# **ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA COM CONCRETO ARMADO**

# Economia nos prazos



# Precisão de orçamento



# Solução econômica

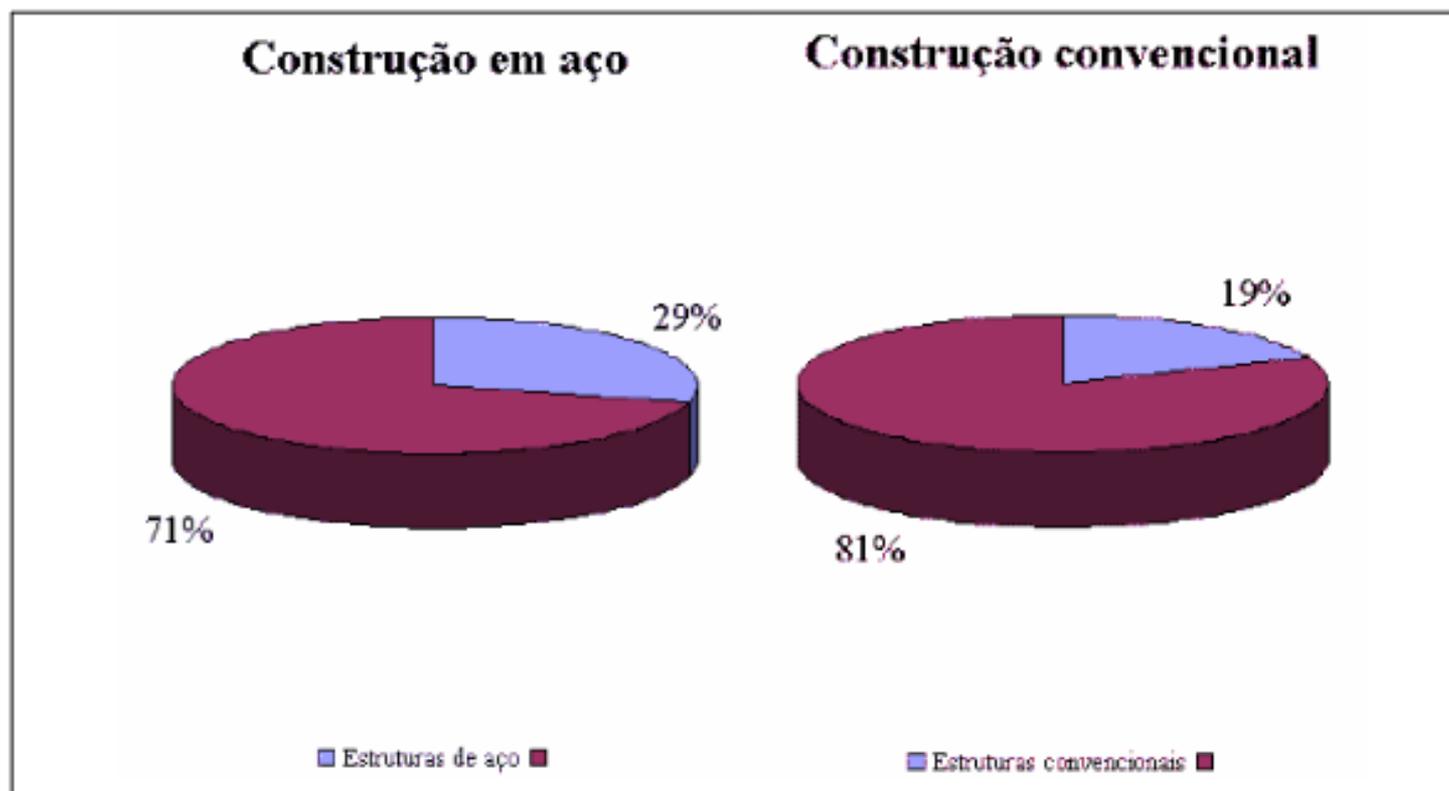


# Custos

- Estruturas
- Fundações,
- Alvenarias e revestimentos,
- Instalação de unidades, equipamentos e manutenção de canteiro,
- Custos comuns
- Custos financeiros

# Comparativo de custo entre as estruturas

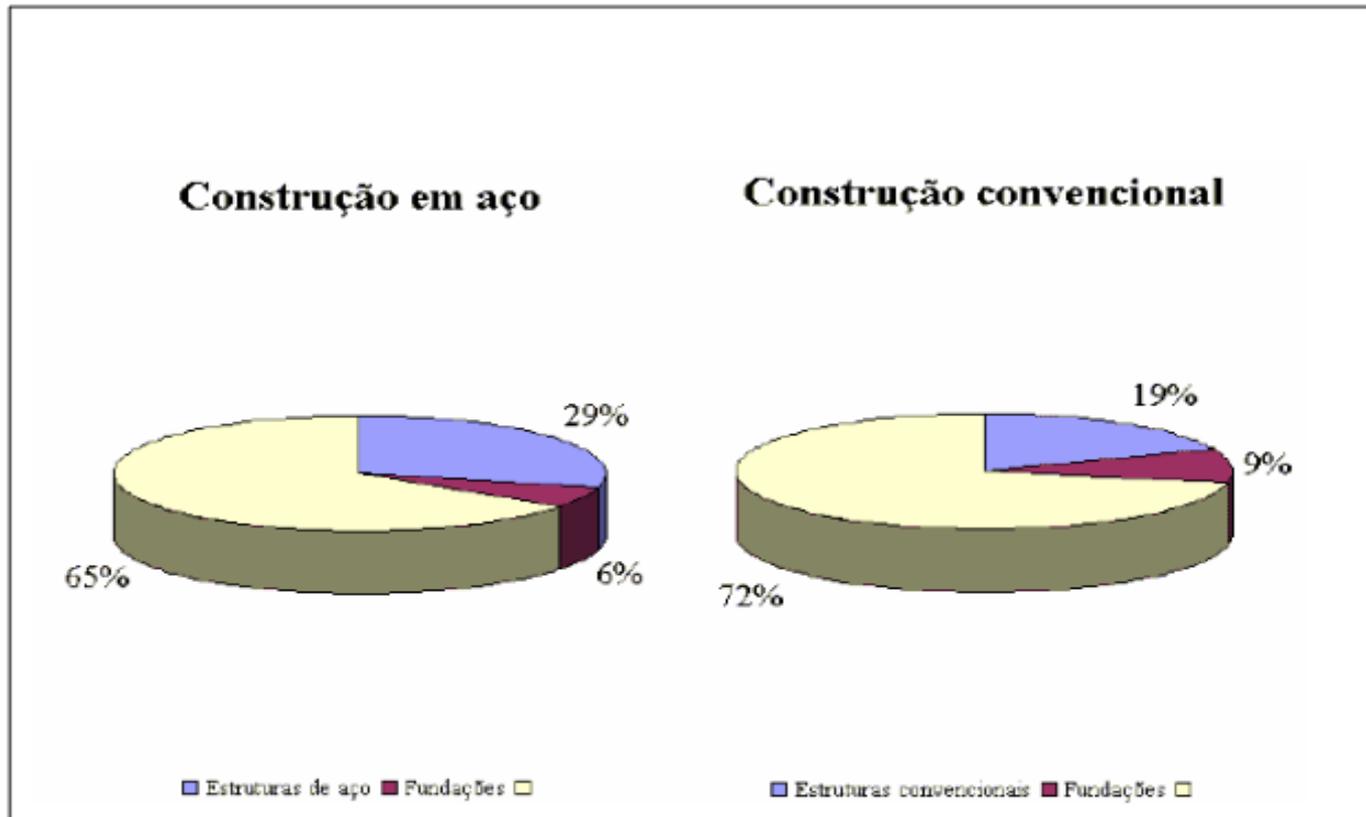
Figura 23– Comparativo de custo entre as estruturas quanto ao tipo



Fonte: (29)

# Custo de fundação

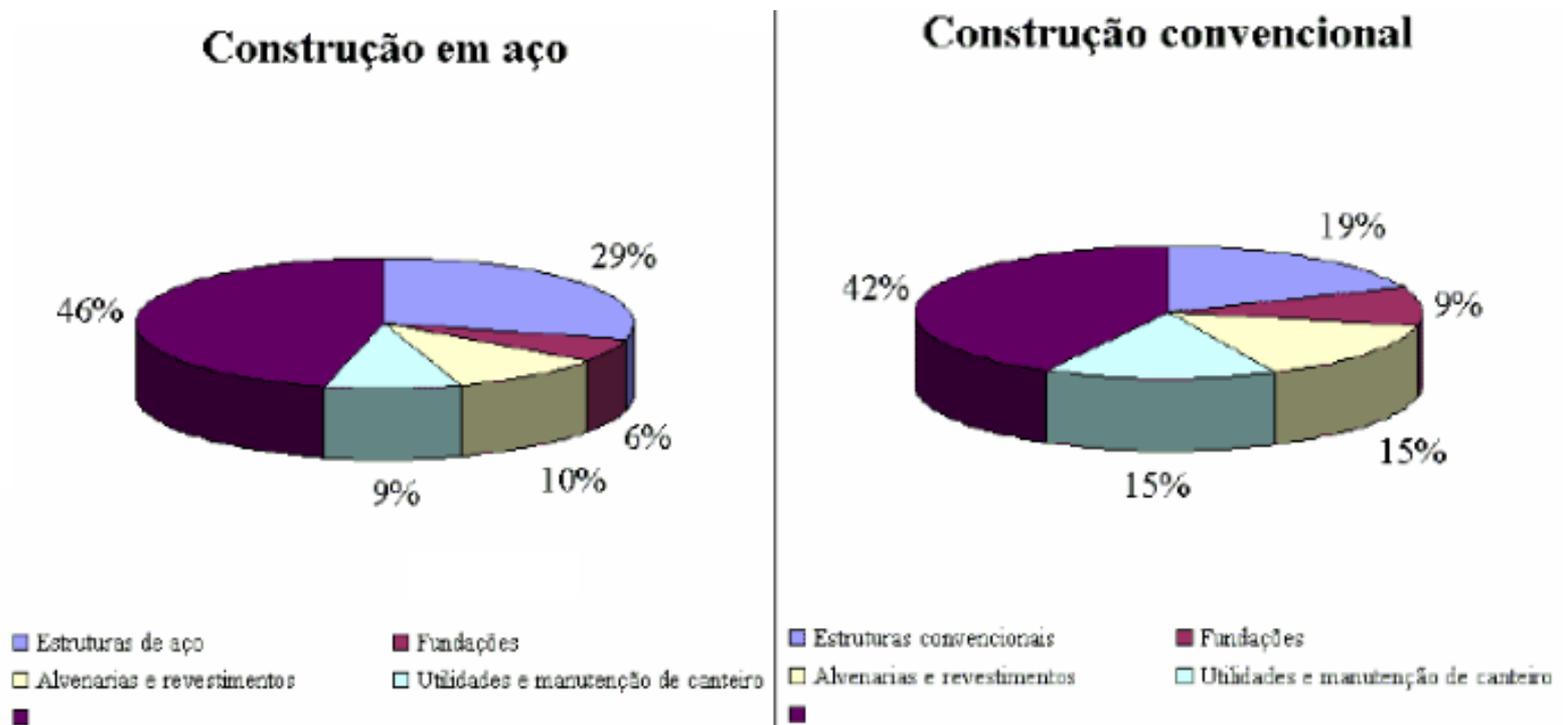
Figura 24– Comparativo de custo entre as estruturas quanto a fundação



Fonte: (29)

# Custo de alvenaria e revestimento

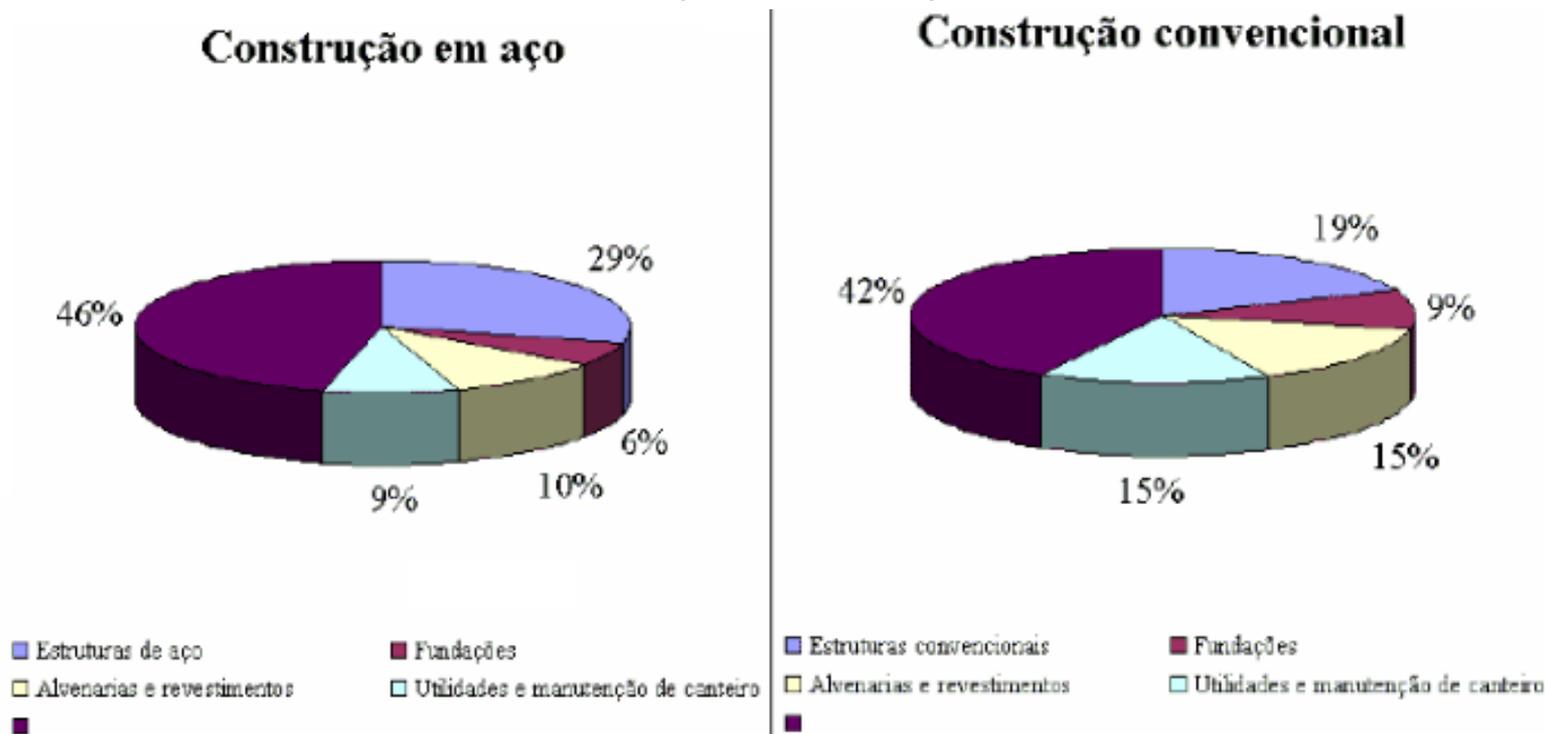
Figura 25– Comparativo de custo entre as estruturas de aço e convencional, considerando alvenaria e revestimento



Fonte: (29)

# Custo de instalações de unidades, equipamentos e manutenção de canteiro

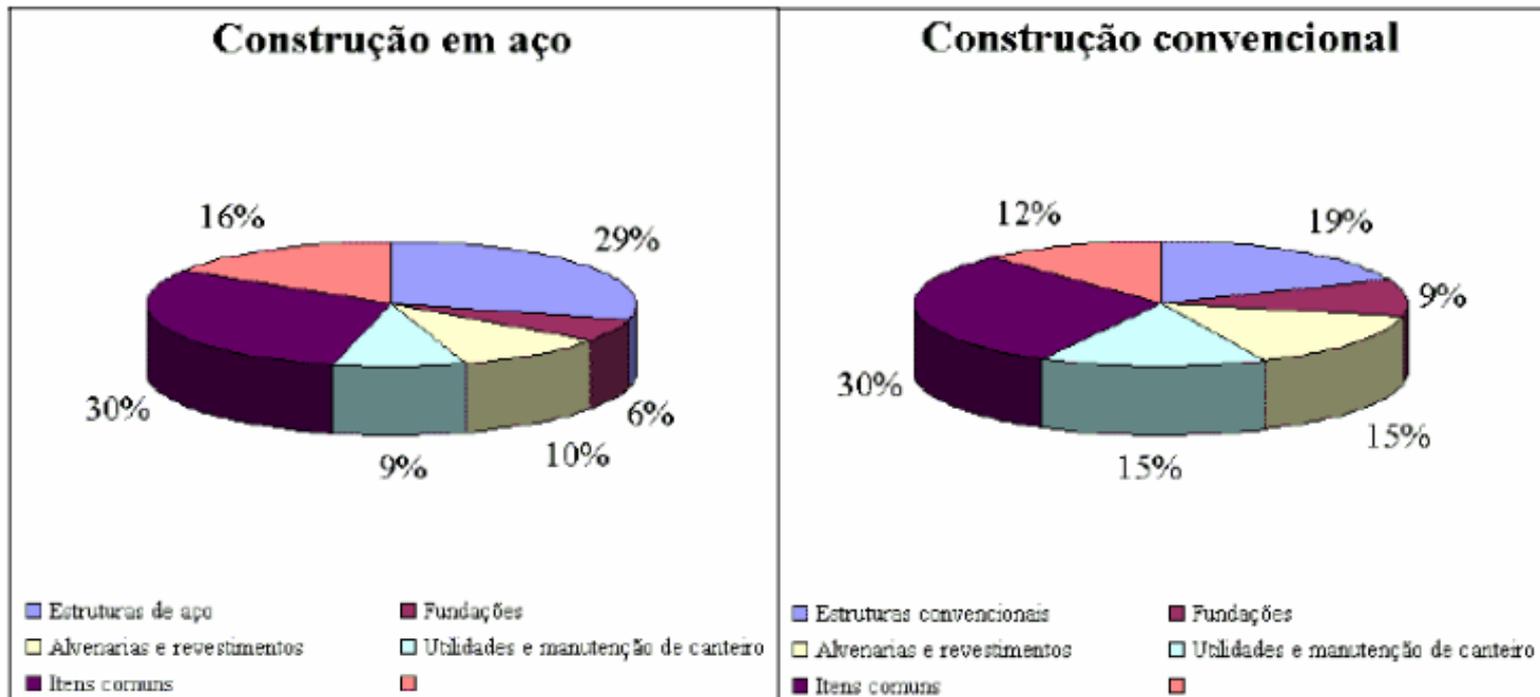
**Figura 25** – Comparativo de custo entre as estruturas de aço e convencional, considerando as instalações e manutenção de canteiro de obra



Fonte: (29)

# Custos comuns

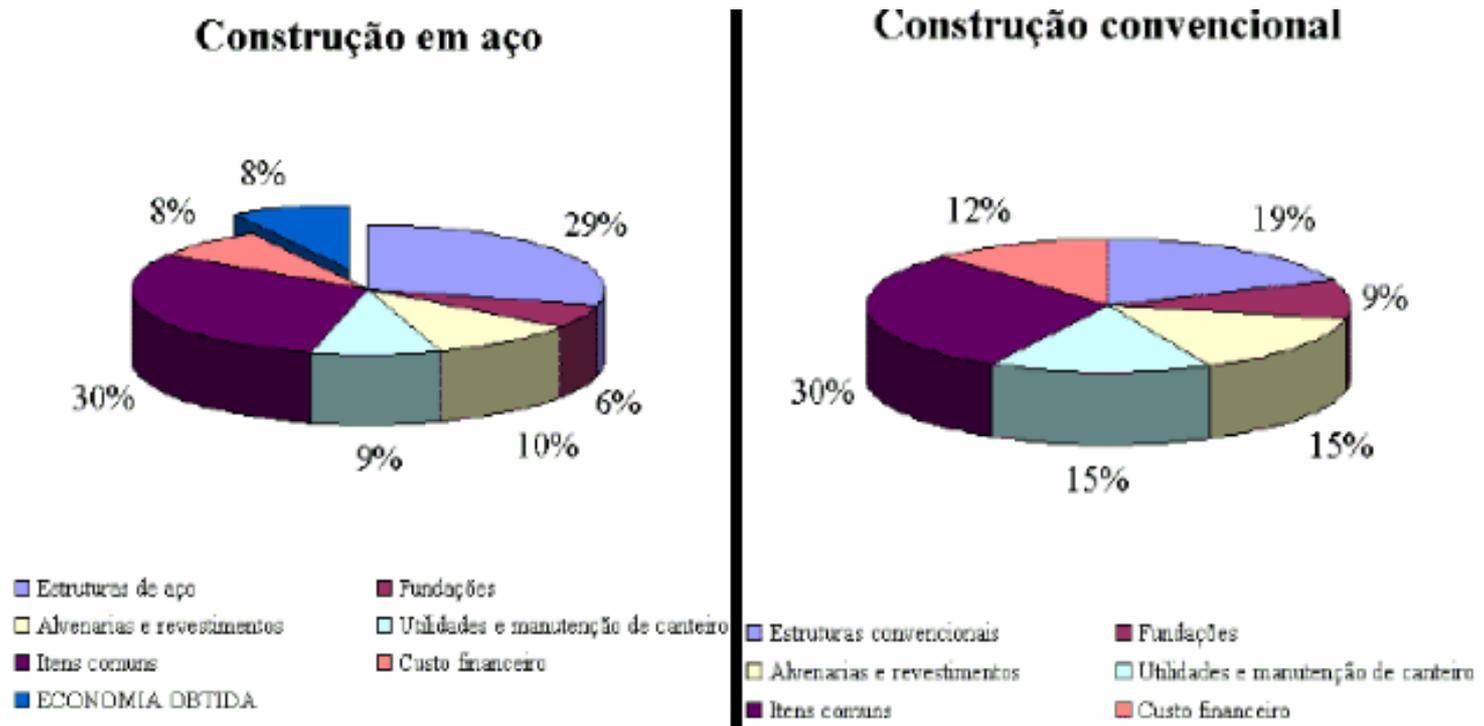
Figura 26 – Comparativo de custo entre as estruturas de aço e convencional em relação aos itens comuns



Fonte: (29)

# Custo financeiro

Figura 27– Economia obtida entre as estrutura de aço e concreto armado



Fonte: (29)

# Considerações finais

- O Estudo mostrou uma análise mais aprofundada sobre o sistema de estrutura metálica, possibilitando-nos enxergar os pontos positivos e negativos referentes a mesma, sabendo diferenciar se uma edificação será ou não viável utilizando este sistema de construção, que muitas das vezes pode ser descartado por falta de informações e de planejamento antes de executar um projeto de uma edificação industrial ou comercial.
- Outro ponto a ser considerado de real importância, que hoje é o mais relevante devido ao mundo que vivemos, que é em relação ao meio ambiente, que além de ser um material 100% reciclável e não perder suas qualidades, essa é a magnitude do aço proporciona, que não seria possível apenas com peso e a rigidez do concreto.

# Referências

- 1 - PIMENTA, Warley Barcelos. **História do Aço**. 2010. Artigo Técnico. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/história-do-aco/37259/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- 2 - BELLEI, Ildony H. et al (Org.). **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda., 2008. 556 p.
- 6 - JOHNSTON, Bruce G.; LIN, Fung-jen; GALAMBOS, T.v. **Basic Steel Design**. 2. ed. Prentice Hal: Mechanics, 1980. 352 p.
- 7 - SERGIPE. CEHOP. **Estrutura Metálica**. Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00071.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- 8 - INDUSTRIA HOJE. **O Aço na Construção Civil**. 2014. Artigo Técnico. Disponível em: <<http://www.industriahoje.com.br/o-aco-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- 9 - CBCA (Brasil). **Construção em aço: Aços estruturais**. 2014. Artigo Técnico - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- 10 - PALMA, Giovano. **Estruturas metálicas**. 2007. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2007. Disponível em: <<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/02/estruturas-metc3a1licas.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2016.

- 11 - SCHMITZHAUS, Felipe et al. **Perfis Estruturais de Aço: O que é um Perfil Laminado?** 2015. Disponível em: <<http://felipeschmitzhaus.blogspot.com.br/2015/04/perfis-estruturais-de-aco-o-que-e-um.html>>. Acesso em: 19 jun. 2016.
- 15 - COSIPA (São Paulo). **Construção Metálica:** São Paulo, 2015. 20 slides, color. Companhia Siderúrgica Paulista. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/construcao-metalica-cosipa.html>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- 18 - ANDRADE, Paulo Alcides; **Porque construir com estruturas metálicas.** São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/por-que-construir-com-estruturas-metalicas>>. Acesso em: 25 abr. 2016
- 23 - CBCA (Brasil). **Manual de Construção em Aço:** Galpões para Uso Gerais. 2010. Manual - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/estruturas-metalica-e-madeira/estrutura-metalica/manual-cbca>>. Acesso em: 19 jun. 2016.
- 26 - SOUZA, Marta Francisca Suassuna Mendes de; RODRIGUES, Rafael Bezerra. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos.** 2008. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <[http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas\\_estruturais\\_grad.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas_estruturais_grad.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2016.
- 27 - AMON (Brasília). **Estrutura Metálica em Perfil Laminado.** 2016. Figura de estrutura metálica - Amon Engenharia e Incorporação Ltda. Disponível em: <[http://www.amon.com.br/perfil\\_laminado/oficina\\_fiat.html](http://www.amon.com.br/perfil_laminado/oficina_fiat.html)>. Acesso em: 23 set. 2016.
- 29 - FREIRE, Carlos. **Análise comparativa: custo estrutura metálica x estrutura de concreto.** Disponível em: <<http://www.madeinsteel.com.br/analise-comparativa-custos-estrutura-metalica-x-estrutura-de-concreto/>>. Acesso em: 23 set. 2016.

# **AGRADECIMENTOS**

- **Primeiramente a Deus**
- **Aos nossos familiares**
- **À Prof.<sup>a</sup> Nayara Franciele Lima**
- **Ao Prof. Wesley Magno da Costa**
- **Ao Prof. Vantuir Gomes**
- **Ao Prof. Júlio César Alves**
- **Ao Prof. José Natal do Amaral**
- **Ao Prof. Wagner Márcio Bernades**
- **À Prof.<sup>a</sup> Claudiana Lima**

*“A vida é feita de momentos, a engenharia de monumentos.”*

