

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

NATANE APARECIDA CLAUDINO DE MELO

**O USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL:** Estruturas  
Metálicas em Edifícios Residenciais

Paracatu

2019

NATANE APARECIDA CLAUDINO DE MELO

**O USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Estruturas  
Metálicas em Edifícios Residenciais**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Msc. Felipe Neto Vasconcelos

Paracatu

2019

NATANE APARECIDA CLAUDINO DE MELO

**O USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Estruturas Metálicas em Edifícios  
Residenciais**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Msc. Felipe Neto Vasconcelos

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Prof. Msc. Felipe Neto Vasconcelos  
Centro Universitário Atenas

---

Prof.: Msc. Raranna Alves da Costa  
Centro Universitário Atenas

---

Prof.: Msc. Thiago Alvares da Costa  
Centro Universitário Atenas

Dedico a minha mãe e aos meus irmãos, ao qual me proporcionaram todo o apoio necessário, carinho e compreensão, pessoas onde sempre encontrei forças para continuar mesmo diante a tantos obstáculos encontrados, seres que me ensinam que sempre e necessário correr atrás do que queremos e que se caso der errado eles sempre estarão lá, para me abraçar e dizer que estão ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu senhor Deus, que me permitiu chegar até aqui, o que me mostra todos os dias da maneira mais incrível possível que está presente junto a mim em todos os instantes e que diz que mesmo que esteja ruim hoje ele está trabalhando para melhorar e tudo ficará bem, basta confiar e jamais perder a fé.

Agradeço a minha mãe Edlamar, por ser a mãe mais incrível do mundo, por sempre lutar por mim e por meus irmãos, por dedicar tanto amor e cuidado, e por jamais ter deixado de acreditar em mim nesta jornada, se estou aqui hoje porque tive a senhora como minha base.

Aos meus irmãos Daniela e Vagner, por todo o cuidado, paciência e carinho que tiveram para comigo por todos estes anos, por todas as vezes que pegaram no meu pé e fizeram fofocas sobre meus estudos para minha mãe, isto teve um valor extremamente relevante para que eu conseguisse concluir este trabalho.

Ao meu orientador Felipe Neto, por todo o empenho e dedicação em me ajudar neste processo, onde procurou me orientar da melhor maneira possível, e acredite em você fez toda a diferença, me passou confiança, me deu liberdade e isso foi fundamental para que eu conseguisse concluir esta fase, muito obrigada.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo apresentar o uso do aço na construção civil, onde o mesmo se encontra em forma de estruturas metálicas com aplicação em edifícios residenciais. Para tal, foram expostos elementos que compõe o material, mostrando assim a versatilidade de suas propriedades, apresentando então suas diversas formas de aplicação dando exemplos simples e claros para demonstração. Ressalta-se algumas vantagens obtidas quando se opta pela aplicação deste tipo de estrutura, mostrando o quanto sustentável, econômica e de qualidade pode ser. Se é possível através deste conhecer o material, entender sobre suas composições.

Apesar de ser um material que apresenta diversos benefícios, o mesmo como qualquer outro pode sofrer com alguns impactos que serão relatados como suas patologias e suas principais causas.

**Palavras chave:** Estruturas metálica. Aço. Edifícios

## **ABSTRACT**

*This work aimed to present the use of steel in civil construction, where it is in the form of metallic structures with application in residential buildings. To this end, elements that compose the material were exposed, thus showing the versatility of its properties, presenting then its various forms of application giving simple and clear examples for demonstration. We highlight some advantages obtained when opting for the application of this type of structure, showing how sustainable, economical and quality can be. If it is possible through this know the material, understand about its compositions. Despite being a material that has several benefits, the same as any other can suffer from some impacts that will be reported as its pathologies and their main causes.*

**Keywords:** *Metallic structures. Steel Buildings*

## **LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1 – Aplicação do aço em estruturas</b>	<b>18</b>
<b>TABELA 2 – Exemplos de patologias</b>	<b>21</b>



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ARBL** – Aço de alta resistência e baixa liga.

**MPa** – Megapascal

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Obra contemporânea	18
<b>FIGURA 2</b> - Perfis metálicos	18
<b>FIGURA 3</b> - Trilhos ferroviários	19
<b>FIGURA 4</b> - Edifício metálico	19
<b>FIGURA 5</b> - Corrosão na estrutura metálica	20
<b>FIGURA 6</b> - Processo de flambagem	20
<b>FIGURA 7</b> - Fratura na estrutura	20

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>1.1 PROBLEMA</b>	<b>11</b>
<b>1.2 HIPÓTESE</b>	<b>12</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1 OBJETIVOS GERAIS</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>12</b>
<b>1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO</b>	<b>12</b>
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	<b>13</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	<b>15</b>
<b>2 O AÇO APRESENTADO EM ESTRUTURAS METÁLICAS</b>	<b>16</b>
<b>2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS</b>	<b>16</b>
<b>2.2 APLICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS ESPACIAIS</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 GALPÕES</b>	<b>17</b>
<b>2.2.3 ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES</b>	<b>17</b>
<b>2.3 TIPOS DE AÇOS ESTRUTURAIS</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1 AÇO CARBONO</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 AÇO ALTA RESISTÊNCIA E BAIXA LIGA (ARBL)</b>	<b>19</b>
<b>2.4 PATOLOGIAS APRESENTADAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS</b>	<b>20</b>
<b>3 UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS</b>	<b>22</b>
<b>3.1 APLICAÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>3.2 UTILIZAÇÃO DO AÇO EM <i>PRINCESS TOWER</i></b>	<b>23</b>
<b>4 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO AÇO</b>	<b>24</b>
<b>4.1 SUSTENTABILIDADE</b>	<b>25</b>
<b>4.2 ECONOMIA NAS FUNDAÇÕES</b>	<b>25</b>
<b>4.3 REDUÇÃO DO PRAZO DE CONSTRUÇÃO</b>	<b>26</b>
<b>4.4 CANTEIRO DE OBRAS</b>	<b>27</b>
<b>4.5 MAIOR QUALIDADE</b>	<b>27</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Desde sua criação o aço passou por grandes processos de transformações químicas, onde suas propriedades foram aprimoradas a fim de que sua utilização seja mais abrangente no meio comercial, o que gerou resultados positivos.

O aço na atualidade encontra-se presente em boa parte de materiais inclusive na construção civil Imianowsky et. al (2017)

Embora no início de sua existência ainda se existia receio de seu uso para os meios construtivos, hoje pode se dizer que este é o material mais utilizado na produção de edificações, estando ele presente nas mais variadas formas, seja em um pequeno prego até a formação de grandes elementos estruturais capazes de suportar toneladas de esforços a elas solicitados.

Este trabalho tem como objetivo representar o aço em uma forma de estruturas metálicas em edifícios residenciais.

No exterior este já vem sendo utilizado a cerca de 200 anos, porém no Brasil esta técnica é mais recente, a mesma começou a ser implantada somente no final do século XIX a início do XX, Andrade et. al(2015) ainda assim apresentada no setor industrial, com o passar dos anos novas fábricas nacionais foram criadas e seu uso passou a ser mais abrangente, sendo assim aplicadas a outros tipos de edificações como edifícios residenciais.

Por ser um produto ainda novo em meio ao mercado brasileiro, a população apresentava certo receio em se optar por seu uso, com o avanço tecnológico este produto foi melhorado e apresentou a população ser um produto de boa qualidade e proporcionando resultados bastante satisfatórios assim aumentando sua comercialização.

### **1.1 PROBLEMA**

Quais os benefícios da utilização de estruturas metálicas na construção civil?

## **1.2 HIPÓTESE**

a) Parte-se da hipótese de que se fazer o uso de estruturas metálicas em edificações, proporcionará ao mundo da construção civil grandes avanços tecnológicos, tanto em relação estética quanto estrutural. Ele dará aos construtores condições para edificarem obras mais rápidas e seguras, além de tudo proporciona uma considerável economia onde se é analisado todo o valor gasto na edificação.

b) A estrutura totalmente formada por aço e também um material sustentável, onde sua produção tem os menores agressores ao meio ambiente em comparação a outros que desempenham o mesmo papel estrutural, além de tudo ele é totalmente reaproveitável o que evitará o seu descarte ao meio ambiente.

c) tendo como ser uma das maiores exigências da sociedade de investidores na construção civil, resultados satisfatórios como obras bonitas, rápidas, resistentes que transmitam segurança, este material quando escolhido para estar presentes em tais obras encontram-se proporcionando resultados bastante positivos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVOS GERAIS**

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar as vantagens de se fazer o uso de estruturas metálicas em edifícios residenciais.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) definir o aço em estruturas metálicas
- b) apresentar a utilização de estruturas de aço em edificações residenciais
- c) enfatizar os benefícios da utilização do aço

## **1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO**

O número populacional está passando por um grande processo de crescimento, isso significa que mais construções de moradias precisam ser projetadas

e construídas e tudo isto em um tempo ágil, já que este aumento de pessoas vem acelerado, Coelho(2003)

Pensando nisto, os profissionais responsáveis por este processo de construção optam por projetos de edifícios residenciais, onde o espaço será melhor aproveitado permitindo melhor desfrute dos terrenos e criando uma certa extensão ao número de edificações que seria possível construir no local.

Os construtores buscam elaborar projetos que sejam rápidos a serem executados, mas também que tenham qualidade e sustentabilidade, as estruturas metálicas atualmente estão sendo a melhor escolha, pois possui essas especificações como principais características.

Em projetos de edifícios residências este material apresentado em estruturas metálicas, dá origem a peças que oferecem grande desempenho estrutural, e tem também como característica dar gerar obras mais econômicas, mesmo não sendo um material muito barato quando avaliado como de maneira individual, o valor total somado ao final da obra executada com estruturas metálicas e consideravelmente inferior ao uso de estruturas convencionais, além de ser proveniente de um elemento que se tem em abundância em todo o planeta como é o aço o coloca novamente a frente de dos outros, que necessitam da extração de elementos que já não se tem em grande quantidade na natureza como a madeira por exemplo que é uma espécie na qual depois da retirada exige um longo prazo de tempo para ser novamente introduzida no meio ambiente com mesmo nível da que foi retirada.

Diante de tantas qualidades apresentadas neste elemento, características que vinham sendo buscadas a anos, as estruturas metálicas são vistas como a nova tecnologia da atualidade, que mesmo existindo a anos apenas nos dias de hoje é aceita e reconhecida como sendo confiável e aplicável.

## **1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO**

Segundo Costa(2007), a metodologia é formada por uma série de questionamentos, métodos e fases empregadas através da ciência para desvendar problemas de aquisição ao conhecimento, de modo metódico.

A metodologia aplicada a este trabalho se enquadra na qualitativa, onde se busca através do estudo de artigos pertencentes a outros autores como

Gervasio(2008), analisar a viabilidade e expor características benéficas em relação ao uso de estruturas metálicas em edifícios residenciais.

Por intermédio da metodologia se é possível adquirir a habilidade de determinar a direção a ser transitada no decorrer do trabalho até que seja finalizado. A natureza aplicada a este, tem por seu desenvolvimento pesquisas já criadas e que são aplicadas na atualidade. O objetivo que se enquadra e o explicativo, pois no decorrer do trabalho, serão relatados análises, causas e exposição de fenômenos analisados, a pesquisa mostra também causas que colaboram para o aparecimento de efeitos notados, assim gerando um aprimoramento ao conhecimento da verdade porque explicada o motivo dos fatos GIL(2010).

Foi realizado pesquisas em periódicos da biblioteca da IES, em que foi pesquisado pelos termos aço, estruturas metálicas, assim realizada em um período de 6 meses, sendo verificados 3 livros entre eles se pode citar Estruturas de Aço - Dimensionamento Prático de Acordo com a NBR 8800:2008 dos autores Walter Pfeil e Michele Pfeil e 1 site o google acadêmico onde foram analisados alguns artigos já publicados.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho é composto por 5 capítulos, no qual será abordado no capítulo 1 uma breve introdução do trabalho onde se relata um pouco da evolução química e em termos de aplicação do aço, foi destacado também a problemática do trabalho, levantadas hipóteses sobre o uso de estruturas metálicas e decido os objetivos do trabalho, uma leve justificativa sobre a escolha do material a ser falado e um pouco da metodologia aplicada, no capítulo 2 será apresentado o aço em estruturas metálicas, com alguns exemplos de aplicação, espécies de aço e patologias a ser citados, capítulo 3 abordará a utilização de estruturas metálicas em edificações residenciais, relatando assim sua aplicação e citando um exemplo de sucesso, o capítulo 4 falará sobre o benefícios adquiridos através da escolha pela aplicação de estruturas metálicas, já no capítulo 5 será retratada as considerações finais e os resultados do trabalho.



## **2 O AÇO APRESENTADO EM ESTRUTURAS METÁLICAS**

Devido ao grande avanço tecnológico surgem novas combinações químicas que dão origem ao surgimento de novas classes de produtos usados na engenharia Ventura(2009), entre essas tecnologias está o aço que se enquadra perfeitamente neste contexto, Segundo Araújo(1999), este material necessita substancialmente da combinação de minério de ferro, calcário e carvão mineral para sua fabricação, onde o teor de carbono será responsável por aumentar a resistência do aço podendo assim variar entre 0,008% a 2,11% Chiaverini(1996), estes materiais passam por todo um processo estabelecido por normas, onde se possibilita a adição de outros tipos de elementos a depender do tipo de aço que se deseja obter, isso significa que existem múltiplos tipos destes que serão produzidos de acordo com as características necessárias já estabelecida. Como as estruturas metálicas tem toda sua composição formada por aço, e por ser uma peça que tende a resistir a elevados esforços, existe exigência que se use um tipo de aço que tenha como principais característica a boa ductilidade (capacidade de se deformar sem quebrar), soldabilidade (boa capacidade de se unir por meio de soldagem), homogeneidade, elevado índice de resistência a tensão de escoamento Pfeil(1983), diante dessa exigência o aço a ser usado serão os de alta resistência e baixa liga pois apresenta alto vigor a corrosão, outra característica a ser citada é a maior resistência mecânica em comparação a outros tipos de aço como carbono Walendowsky Et. Al.(2017), também de acordo com Pannoni(2005) este material pode ser considerado como aço estrutural.

### **2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS**

As estruturas metálicas são responsáveis por dar forma ao elemento estrutural de edificações residenciais, pontes, torres de transmissão, galpões entre outros.

Ele pode ser apresentado em várias formas como vigas, terças, pilares e treliças Guinzelli(2017), afim assim de fazer a substituição do uso concreto armado sem também que haja qualquer inferioridade na resistência em relação a sua qualidade a comparação entre os materiais.

Açucena Et. Al.(2014) a define como sendo umas estruturas formada por material metálico com ligamentos de chapas através parafusados ou soldados.

## **2.2 APLICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **2.2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS ESPACIAIS**

A estrutura metálica espacial, também conhecidas como estruturas de malha, geralmente são aplicadas em coberturas de obras arquitetônica, onde exista a necessidade de vãos maiores, com alto nível de resistência Makowski(1984).

Segundo Makowski(1987) estruturas metálicas espaciais podem ainda dentro deste contexto se dividir em três grupos, sendo eles as estruturas em cabos, estruturas laminadas e estruturas reticuladas.

Esse tipo de estrutura e bastante utilizada em cobertura de galpões, quadras e ginásios, esportivos, garagens e até mesmo em aeroportos, em estudos Sebastian et.al.(1993) e Ashraf et.al.(1993) defendem, no entanto, a possibilidade deste tipo de estruturas ser aplicada em construção de pontes.

### **2.2.2 GALPÕES**

Chaves, Michel Roque em sua dissertação sobre, relata galpões como sendo edificações de um pavimento, com cobrimento de grande área que pode ser utilizada tanto de maneira industrial quanto como depósitos, em concordância a relato Fisher(1993) diz que a maioria desta construção são utilizadas como meio de armazenamentos ou produção.

### **2.2.3 ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES**

As estruturas metálicas podem compor o corpo estrutural de residenciais e industriais que possuam múltiplos andares, Pefeil-Pefeil(2010) classifica esta composição em elementos verticais aos quais seriam pilares, horizontais denominados vigas e outros como terças e treliças.

## **2.3 TIPOS DE AÇOS ESTRUTURAIS**

De acordo com Matos(2006) a divisão do material estrutural é feita a depender de sua composição química.

Para Leandro Fleck et.al.(2016) e Moacir(2016), pode se considerar aço estrutural todo aquele que possuir boas propriedades mecânicas capazes de suportar a elevados níveis de carga, resistência e ductilidade; Rocha(2017) relata que aços estruturais poderão ser classificados em dois grupos diferentes, sendo o aço carbono e aço de baixa liga, ambos poderão sofrer mudanças mecânicas.

### **2.3.1 AÇO CARBONO**

Este é o mais empregado em construções de estruturas metálicas, sendo usado em pontes, edifícios e outros Silva et.al (2014)

Segundo Souza(2001), este tipo de aço em estruturas que exijam grande capacidade de resistência mecânica e corrosiva.

O aço carbono é considerado uma liga ferro-carbono que tem em sua composição cerca de 0,008% a 2,11% de carbono, Fleck et.al. (2016) e Moacir(2016). Além do carbono esse tipo de aço possui também a presença de outros elementos como silício, manganês, cobre, enxofre e fósforo que são adicionados em quantidades limitadas Souza(2008).

Devido a variação no teor de carbono no processo de fabricação do aço, o mesmo ainda poderá ser dividido em três categorias baixo carbono, médio carbono e alto carbono Lima(2017).

O aço de baixo carbono tem como característica grande ductilidade, agradável para soldagem e para trabalhos mecânicos.

Os aços de médio carbono possuem boa tenacidade e resistência.

O Aço alto carbono possui elevada dureza e resistência, são muito utilizados em molas.

### 2.3.2 AÇO ALTA RESISTÊNCIA E BAIXA LIGA (ARBL)



Este material possui alta resistência mecânica, é indicado a ser aplicado em estruturas que sofrerão a grandes esforços e pode ser utilizada em qualquer edificação, as peças serão ligadas através soldas, parafusos ou rebites, Silva et.al(2014) assim proporcionando forma ao componente estrutural que se deseja aplicar na edificação.



O aço de baixa liga e alta resistência e denominado como sendo um aço com baixo teor de carbono que agregado a outros componentes acarretará no aprimoramento de suas propriedades mecânicas Muller(2010), como por exemplo se pode citar o emprego alguns elementos químicos entre eles o manganês que ocasionará um aprimoramento na questão resistência, o silício que atuará como elemento endurecedor, o níquel que dará ao material maior proteção a corrosão e outros como o cromo, molibdênio, vanádio, nióbio, boro, alumínio, titânio, tungstênio, Souza,(2008), que ao serem adicionados ao aço no processo de fabricação fará uma alteração nas características mecânicas deste material assim satisfazendo todas as expectativas esperadas para a determinada estrutura que se deseja edificar.

Outro fator bastante predominante no ARBL e o de possui um limite de escoamento mínimo de 294 MPA, Liu et.al.(1994), o que o torna assim sendo um dos elementos estruturais mais eficazes, pois tem a capacidade de suportar grandes cargas até chegar a um ponto de deformação irreversível.

A seguir está apresentado alguns exemplos de aplicação do aço em estruturas:

**Tabela 1: Aplicação do aço em estruturas**

TIPO DE AÇO	APLICAÇÃO	FIGURA
Aço Carbono	Aplicado em obras com estruturas arquitetônicas de obras contemporâneas	 <p>Figura 1 - Obra contemporânea</p>
Aço Baixo Carbono	Aplicado em perfis estruturais	 <p>Figura 2 - Perfis</p>

Aço Médio Carbono	Aplicação em estruturas de trilhos ferroviários	
Figura 3 – Trilhos		
Aço de Alta Resistência e Baixa Liga	Aplicado principalmente em estruturas de edifícios construídos com estruturas Metálicas	
Figura 4 – Edifício metalico		

FONTE: Elaborado pelo autor a parte de Ferraz(2003)

Devido à grande variedade de aço, onde cada um poderá apresentar características e aplicabilidade diferente, se faz assim necessário que sejam efetuados cuidadosos estudos relacionados ao emprego que se deseja dar ao material, evitando assim gastos futuros com reforços ou até catástrofes estruturais.

## 2.4 PATOLOGIAS APRESENTADAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS



A patologia estrutural pode ser descrita como sendo uma forma de alertar sobre algum tipo de falha na estrutura proveniente de fatores diversos que agredem a estrutura a deixando vulnerável, Dias(2006).

Em estruturas metálicas os tipos de patologias mais comuns são a corrosão, flambagem, deformação e até mesmo fraturas, Castro(2008).

Estes tipos de patologias surgem nas estruturas por motivos variados, entre ele se pode citar ações ambientais como temperaturas e umidade, agentes externos como produtos químicos, e causa naturais por envelhecimento do material como corrosão.

Outro fator influenciador no processo patologia podem ser falhas de projeto ou negligência, o que expõe o material agentes causadores de patologias.

Tabela 2: Exemplos de Patologias

TIPO DE PATOLOGIA	CAUSA DA PATOLOGIA	FIGURA
Corrosão	Causada agentes externos proveniente do meio ambiente ou não, e também por envelhecimento da estrutura	 <p>Figura 5 – corrosão Fonte: Pereira(2018)</p>
Flambagem	Causada devido a erro de calculo e projeto, quando a peça não foi projetada de maneira para receber a carga necessaria.	 <p>Figura 6 – Flambagem Fonte: Neto (2018)</p>
Fratura	Decorrente de erro de projeto, quando a peça sofre um esforço elevado, acima de sua capacidade de suporte.	 <p>Figura 7 – Fratura na estrutura Fonte: Engenhariacivil.com (2017)</p>

FONTE: Elaborado pelo autor aparte de Castro(1999)

### **3 UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

Desde a antiguidade a população acostumada a construções projetadas com materiais do tipo concreto, se depara a uma nova tecnologia estrutural, as estruturas de aço, no início esse tipo de material era usado em apenas construções de pontes, logo depois foram projetadas cúpulas de igreja, segundo Martin(1997). Somente na segunda metade do século XIX em Chicago foi construído um dos primeiros edifícios de aço ainda em forma de ferro pelo engenheiro Willian leBaron Jenney.

Com o passar do tempo esta tecnologia foi passando por algumas modificações químicas e assim se tornou cada dia mais competente para ser usada, inclusive uma de suas mais novas aplicações são em edifícios residenciais onde estão presentes e forma de vigas, pilares, tirantes e até mesmo em coberturas.

Segundo Pompermayer(2018), as vigas são estruturas projetadas para suportarem grandes vãos, e em estruturas metálicas estão presentes em diversos tipos como por exemplo as de alma cheia, mistas, treliçadas, e Vierendeel, esta peça é responsável por receber toda a carga da laje e lançá-las aos pilares.

O autor comenta ainda sobre pilares e tirantes, que são elementos estruturais responsável por receber todo o esforço de compressão vindo das vigas e transmiti-los sobre as fundações que os distribui sobre o solo.

Martin(1997) diz que estes tipos de estruturas em edifícios residenciais proporcionam a possibilidade da construção de grandes aberturas nas fachadas, assim aperfeiçoando a estéticas dos edifícios.

Outro fator que influencia a escolha deste material para tal construção e o poder de se adequa às principais necessidades da população.

#### **3.1 APLICAÇÃO**

Em edifícios residenciais as estruturas metálicas são aplicadas como elementos estruturais, este sistema engloba importantes aspectos a serem analisados, como a escolha do aço que apresente boa resistência e funcionalidade adequando ao projeto Correa(1991), contudo em estudos antecedentes da estrutura podem resultar em alterações do sistema escolhido que podem ser relatos em dois modelos diferentes: subsistemas verticais e horizontais.

Os verticais são denominados como sendo pórticos e treliças, onde os pórticos são os pilares e vigas projetados para a estruturas Ben(2018), assim os pórticos que serão unidos ao sistema vertical receberá toda a carga da edificação e enviará as fundações, Higaki(2014). Já subsistemas de treliças funcionam de maneira a diminuir ocorrência de deslocamentos que podem ser caudados devidos a sobrecargas aplicadas a edificação, Taranath(2012), outra contribuição das treliças são fato de proporcionarem melhor estabilidade ao edifício contra efeitos dos ventos.

Já os sistemas horizontais são as lajes escolhidas para serem implantadas no residencial, onde análise da mesma, será de extrema importância quando as estruturas forem metálicas, pois se deve analisar se o sistema estrutural será capaz de suportar a carga aplicada sobre ele proveniente das lajes, Lima(2019).

### **3.2 UTILIZAÇÃO DO AÇO EM *PRINCESS TOWER***

A *torre de Princess* é um edifício residencial projetado pelo engenheiro Adnan Saffarini em 2006, o mesmo é composto por 107 andares sendo 100 (cem) andares acima do nível do solo e outros 7 (sete) no subsolo, a edificação tem uma altura total de 414 metros, e está situado na cidade de Dubai, Stephenson(2014). O monumento é considerado o segundo maior edifício residencial do mundo

O edifício foi projetado com estrutura mista de aço e concreto, com um revestimento de parede de alumínio com interior de concreto, as vigas são compostas por aço metálico que darão suporte as lajes da estrutura, Meyer(2017). O sistema de extensão do piso e os estruturais laterais e verticais também são feitos de aço.

A escolha do aço nesta obra se deve ao fato de ser um material leve, indicado para o porte da edificação e ser um elemento capaz de resistir de maneira eficiente ao peso posto sobre ele, além de oferecer ao criador da obra a liberdade para criar o designer visual para torre.

O edifício com função residencial de luxo conta com vagas para estacionamento, clubes, escritórios e pontos disponíveis para vendas, Stephenson(2014).



#### 4 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO AÇO

O aço é o material mais utilizado em meio a construção civil, talvez se possa dizer que este elevado número de consumo venha do fato de ser um material com alto aspecto sustentável, já que o aço é 95% renovável, ele tem a capacidade de ser desmontado e reaproveitado em outras obras assim diminuindo o número de rejeito, Fonseca(2017), outra forma de reutilização deste material e fazer o seu derretimento e reconstrução em outro formato no qual possa ser utilizado.

Por ser um material leve, as estruturas metálicas tendem a exigir fundações mais rasas, que fará com que os lençóis freáticos sejam preservados Gervásio(2008). Conforme Fonseca(2017), este fato também trará a obra uma significativa economia pois é capaz de diminuir em até 30% o valor a ser gasto em sua fundação.

As estruturas metálicas são materiais que já vem pronto de fábricas, detalhe que interfere no prazo de execução da obra, onde as fundações podem ser feitas enquanto o ocorre o processo de fabricação das estruturas, outras atividades também podem ser elaboradas com um bom planejamento assim agilizando o processo construtivo Pinho(2007)

Ainda segundo o autor Pinho(2007) este tipo de estrutura oferece a vantagem do uso de vãos maiores e mais precisão na construção de fachadas e vedação, em concordância Fonseca(2017),

Diz que esta vantagem é uma das maiores características deste material. Se pode fabricar diferentes formas assim proporcionando um melhor encaixe entre as peças, este fato dá aos projetistas a liberdade de serem mais ousados em suas criações.

Ainda seguindo os pensamentos do autor Fonseca(2017), outra vantagem extremamente relevante é o fato deste elemento ser totalmente compatível com outros com outros materiais, proporcionando um encaixe perfeito seja de tijolos, blocos e outros.

Dentre todas as características já citadas, não se pode esquecer de uma das mais importantes deste momento de projeto, a resistência da estrutura, segundo o Prof. Alexandre Augusto Pescador Sarda da Universidade Federal do Paraná, o aço apresenta grande resistência aos esforços que nele são submetidos, seja de tração, compressão e flexão.

## 4.1 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade no campo da construção civil vem sendo um assunto cada vez mais comentado devido à grande degradação de recursos naturais Borges (2016), diante de tais fatos se faz necessário a busca imediata por recursos que tenham maiores índices nocivos ao meio ambiente no processo de construção civil Kibert (2004), materiais esses que tenha o mesmo desempenho necessário para a suprir a necessidade de uma edificação, e que não agrida ao meio ambiente.

Após pesquisas os autores Gomes, et.al(2018) relatam que as estruturas metálicas em relação a outras tipos tem um grandes destaque sustentável, e apresenta em si grandes características para assim ser um progresso no quesito sustentabilidade na construção civil, os mesmo relatam que este tipo de estrutura apresenta um consumo apenas 6,3% da energia de uma residência, outro benefício a ser citado foi por Gervásio(2008), que sai defesa ao uso do material relatando que o aço é um elemento que possui total adequação para ser reutilizado sem que perca quaisquer propriedade mecânica já ali presentes, assim então diminuindo o fluxo de desperdício na obra e o acúmulo de entulho.

Existem outras inúmeras característica definidas como sustentáveis, bastante relevantes o que faz com que seja cada vez mais desejada sua utilização, o CBCA (Centro Brasileiro de Construção em Aço) incentiva o uso do aço na construção civil relatando que além de possuir uma vida útil extremamente durável, e um material 100% reciclável assim atendendo a necessidade de um produto sustentável, além de ser um tipo de estrutura é proveniente de um material que existe em abundância em nosso planeta que é o minério de ferro, em sua produção não libera qualquer poluente ao meio ambiente da Cortez, et.al.(2018).

A construção em aço busca atender a todas as necessidades de uso imediato de maneira sustentável a fim de não comprometer a vida das futuras gerações de Mattos(1993).

## 4.2 ECONOMIA NAS FUNDAÇÕES

A fundação e a solução necessidade para a transferência dos esforços atuantes sobre as esturras, para o solo, Milititsky,et.al.(2015), por tanto quanto mais elevada for a carga exposta sobre a edificação, maior será a necessidade de

investimentos em fundações, uma vez que quanto maior o esforço que a mesma deve distribuir mais profunda deverá ser, o que gera maiores gastos com mão de obra e materiais, ainda segundo Milititsky,et.al.(2015), o valor estimado para este elemento pode variar entre 3% a 15% do valor total da obra a depender da estrutura e solo.

O aço por ser um material cuja sua resistência e mais elevada em relação a outros meios estruturais permite a elaboração de projetos mais leves, o que acarretará na falta de necessidade de fundações muito profundas ou que exijam suportar maiores carga assim dispensando gastos elevados com a mesma, de Oliveira et.al.(2018), com ênfase a esta afirmação Mangiapelo; et. al.(2014) relata o que o uso de estruturas metálicas reduz os custos gastos em fundação em até 30% do valor. Devido a fundação ser a parte da edificação onde se concentra o maior gasto, este fato proporcionará uma significativa economia.

#### **4.3 REDUÇÃO DO PRAZO DE CONSTRUÇÃO**

A sociedade encontra-se em uma fase onde a ansiedade se faz presente em qualquer atividade exercida por ela, quando uma pessoa inicia uma construção, a mesma anseia por ver sua obra pronta e com forma, e é claro exige agilidade para com este processo.

Para execução em estruturas metálicas, existem vários fatores que comprovam a rapidez no processo de construção, como o fato da mesma já vir pronta de fábrica apenas para a montagem, dispensando assim outros trabalho que seriam realizados em caso de ser ter optado por outro tipo de estrutura, como por exemplo o uso de formas Nardin(2008).

Os processos de montagem das estruturas não são afetados por condições climáticas, o que dá a vantagem de não ter problemas em trabalhar em tempos de chuva.

O uso de estruturas metálicas reduz em até 40% no tempo gasto para todos o processo de construção da edificação em comparação a alvenaria comum Mangiapelo; et.al.(2014).

#### **4.4 CANTEIRO DE OBRAS**

A organização do canteiro de obras, proporcionam a construção um aspecto limpo, que facilita o desempenho do trabalho.

O uso de estruturas metálicas pode fornecer este aspecto ao canteiro de obra, um local despoluído visualmente, devido ao fato de dispensar o uso de madeiras para escora de lajes e pilares assim disponibilizando maior espaço na área da construção e reduzindo o acúmulo de entulhos Nardin(2008).

#### **4.5 MAIOR QUALIDADE**

As estruturas metálicas passam por um minucioso processo de fabricação, onde a sua qualidade é posta a frente, pois qualquer erro será responsabilidade do fabricante.

As peças passam por um rígido controle durante a produção, onde são postas mãos de obra extremamente qualificadas o que proporcionam a segurança de ser um produto altamente de qualidade, Cortes; et.al.(2017).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa possibilitou um melhor entendimento ao mundo das estruturas metálicas, onde mostra sua ampla diversidade de aplicação, variedades mecânicas e como o uso deste material vem se tornando mais comum em meio a sociedade de construtores civis.

Através de deste se é possível entender o que são estruturas metálicas e quais tipos de aço que as compõem, mostrar o efeito causado por cada elemento químico adicionado a peça estural e acima de tudo frisar o quão importante é o estudo preliminar para conhecer a necessidade da estrutura e assim definir o material a ser aplicado.

Conhecer as patologias que podem atacar as edificações construídas com este material, possibilitando o tratamento da mesma afim de evitar incidentes e prejuízos futuro.

Apresentar as estruturas metálicas em edifícios residenciais como no Princess Tower em Dubai, detalhar as formas apresentadas para a aplicação em tais, possibilita uma melhor visão de que sua aplicação é confiável e oferece resultados satisfatórios.

E o fator realmente relevante foi apresentado nas vantagens contidas ao uso do material, onde se visa tanto aos benefícios ambientais quanto ao benefício os econômicos.

Com esse trabalho os objetivos foram alcançados e pode-se validar todas as hipóteses ressaltadas, assim se provando que fazer a escolha pela aplicação de estruturas metálicas em edificações resultará na completa satisfação do consumidor, pois atenderá suas principais exigências de maneira eficaz, além de tudo incentivará a construção se obras mais limpas e sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- BEN, Augusto. **Análise e dimensionamento de estruturas de múltiplos andares em aço em Aço, Centro Brasileiro de Construção. CBCA.** Rio de Janeiro (2003).
- CASTRO, Eduardo Mariano Cavalcante de. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica.**1999.
- CHIAVARINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos,** 7ª ed., Ed. ABM, São Paulo 1996.
- CORTEZ, Lucas Azevedo da Rocha, et al. **Uso das Estruturas de Aço no Brasil.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS 4.2 (2018):
- DE MATOS DIAS, Luís Andrade. **Edificações de aço no Brasil.** Zigurate Editora, 1993
- FONSECA, João Marcos Araújo da. **Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto pré-moldado,** 2017.
- GERVÁSIO, Helena. **A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas.** In: Construmetal 2008-congresso Latino-Americano da Construção Metálica. 2008.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projeto de Pesquisa.** 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GUINZELLI, Adriano José. **Projeto estrutural de uma edificação residencial com estrutura metálica.** BS thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- IMIANOWSKY, Guilherme Wanka; WALENDOWSKY, Marcus Alberto. **Os principais aços carbono utilizados na construção civil.** Conselho regional de engenharia e arquitetura de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017, 2-21
- IMIANOWSKY, Guilherme Wanka; WALENDOWSKY, Marcus Alberto. **Os principais aços carbono utilizados na construção civil.** Conselho regional de engenharia e arquitetura de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017, 2-21.
- MAKOWSKI, Z.S. **Análise, projeto e construção de órteses cúpulas.** Nova York, *Nichols Publishing Company.* 701p. 1984.
- MAKOWSKI, Z.S. **Distribuição de tensões em camada dupla pré-fabricada Grades e seu uso em edifícios esportivos de grande extensão.** 1984
- MANGIAPELO, Açucena; PIACENTINI; André Peres; SILVA, Chayennee; RUFINO, Daniela; OLIVEIRA, Jean Paulo de. **Estruturas Metálicas com ênfase no Curso de Engenharia Mecânica.** Varginha: Unis, 2014. Projeto Institucional - PIC.
- NARDIN, Fabiano Angelo. **A Importância da Estrutura Metálica na Construção Civil.** Itatiba: Universidade São Francisco (USF), 2008.

PANNONI, Fabio Domingos. **Aços Estruturais**. 2005.

PFEIL W.; PFEIL, M. **Estruturas em aço: dimensionamento Prático Segundo a NBR 8.800:2008**. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PFEIL, Walter. **Estruturas De Aço: Dimensionamento Prático Segundo As Normas Brasileiras**. Livro Técnicos e Científicos, 1976

PINHO, Fernando Ottoboni. **Quando Construir em Aço?** Revista Engenharia, 2007.  
POMPERMAYER, Rafael. **Análise Comparativa Entre Estruturas Metálicas e Estruturas de Concreto Armado**, 2018.

SOUTO MAIOR, Paulo Martin. **Estrutura metálica para moradia popular em encostas**.1997.

STEPHEMSON, Marcus. **Turismo, Desenvolvimento e 'destino Dubai: dilemas Culturais e Desafios Futuros**. Edições atuais em Turismo 17.8, 2014, 723-738.

VENTURA, Ana Mafalda. **Os Compósitos e a sua Aplicação na Reabilitação de Estruturas Metálicas**. Ciência & Tecnologia dos Materiais 21.3-4, 2009, 10-19.