

## **Análise de tensão dos aços estruturais na construção civil**

### **Stress analysis of structural steel in construction**

Matheus Silva da Rosa<sup>1</sup>; Matheus Antônio Brondani<sup>2</sup>; Marlon Padilha Descovi<sup>2</sup>;  
Carlos Roberto Cauduro<sup>3</sup>;

1: Autor, Acadêmico do curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica pela UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, [fabmec84@gmail.com](mailto:fabmec84@gmail.com);

2: Coautores e Acadêmicos do curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica pela UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, [matheus.brondani@hotmail.com](mailto:matheus.brondani@hotmail.com), [marlon1707@hotmail.com](mailto:marlon1707@hotmail.com);

3: Orientador, Prof.<sup>o</sup> Dr. Eng. Santa Maria, Rio Grande do Sul;

### **1. Introdução**

Neste artigo há informações referentes aos processos de tratamento térmico, as transformações metalúrgicas do aço estrutural, por isso, houve uma elaboração da modelagem, da montagem pelo software CAD. Depois de serem concluídas e posicionadas as peças em devidamente no seu lugar foram realizados os estudos de CAE, utilizando o software SolidWorks Simulation [5], que é uma ferramenta de análise de projeto baseada em uma técnica numérica chamada de Análise de Elementos Finitos (FEA). Por essas análises computacionais resultarão o gráfico da curva de convergência, ou seja, quando o equipamento possa apresentar alguma deformação ou ruptura através das tensões aplicadas sobre os materiais escolhidos pelo catálogo da Gerdau [4], estribo e vergalhões, aços estruturais utilizados na construção civil.

**1.1. Palavras-chave:** Aço estrutural; tratamento térmico; transformações metalúrgicas; gráfico da curva de convergência.

### **1.2 Abstract**

In this article there is information regarding the procedures for heat treatment, metallurgical transformations of structural steel, so there was an elaboration of modeling, assembly by CAD software. After being completed and placed the pieces in place properly CAE studies were performed using SolidWorks

Simulation [5] software, which an analysis tool design based on a numerical technique is called Finite Element Analysis (FEA). For these computational analysis result graph of the convergence curve, in other words, when the equipment can present some deformation or rupture through the voltages applied on the materials chosen by the catalog of Gerdau [4], stirrup and rebar, structural steel used in construction.

**1.2.1 Key words:** Structural steel; heat treatment; metallurgical transformations; the convergence curve graph.

## 2. Objetivos

Um dos objetivos deste trabalho é demonstrar a característica dos aços estruturais em edificações que passa por diversas transformações metalúrgicas, assim se concretizou a modelagem e a montagem destes materiais pelo software CAD. Depois de escolher o material a ser usado na estrutura, estribo e vergalhões, de acordo com o catálogo da Gerdau [4], foi colocado às conexões do tipo contato de componente e unido, para simular como se a peça estivesse presa. Foram realizados 6 estudos simulação pelo software SolidWorks Simulation [5] dos componentes apenas para comprovar de que a linha de convergência estava correta, assim poderemos ter uma média de tensão considerável.

## 3. Metodologia

A construção civil cresceu bastante devido às edificações em diversas formas e tamanhos, resultando na dependência enorme sobre este equipamento onde oferece estrutura e resistência nos prédios, denomina-se aço estrutural. Este material é produzido em usinas siderúrgicas pela fusão do ferro e do carbono, em fornos de alta temperatura com o limite de escoamento que varia de 0,008% a 2,11% de carbono, ocasionando uma redução máxima do teor de oxigênio que constitui uma liga metálica de baixa eletronegatividade e de elétrons livres carregados positivamente de forças repulsivas eletrostáticas [1]. Por uniformidade de grãos que o compõe, pela sua composição química terá alteração na resistência mecânica em determinadas características do aço, no entanto, pode apresentar elevadas propriedades mecânicas que ainda podem ser

modificadas por tratamento térmico. Em relação ao componente estrutural, há um encontro entre os átomos de forma ordenada em longas distâncias atômicas ocasionando uma formação tridimensional sobre as condições normais de solidificação [1]. Durante a criação de cristais para este tipo de aço será constituído pelo carbono e outro elemento de liga onde existirão dois reticulados na sua estrutura cristalina: Estrutura CCC (Corpo Cúbico Centrado) do qual o átomo central será a célula unitária com 2 átomos na estrutura CCC e o CFC (Corpo de Face Centrada) contendo 4 átomos na estrutura CFC [1]. Destas estruturas reticuladas nos materiais metálicos apresentarão certas alterações nas propriedades: Podem ser duros ou macios, quebradiços ou tenazes.



Fig. 01: Estrutura Cúbica de Corpo Centrada e Cúbica Face Centrada

Quanto à questão do tratamento térmico, a sua finalidade está ligado à alteração da microestrutura associado diretamente no material [1], assim poderão ocorrer certas operações de aquecimento e resfriamento em condições controladas pela temperatura que são impostos durante os processos de criação dos aços estruturais. Os principais objetivos do tratamento térmico são as remoções de tensão interna, o aumento da resistência mecânica e as melhorias da resistência à corrosão. Outra característica dos tratamentos térmicos são os fatores de influência que podem aumentar o tamanho do grão, a determinação da microestrutura, a transformação do material que será modificado pelo tempo, pela temperatura e a velocidade de resfriamento [2]. O tratamento térmico mais utilizado na confecção deste aço para construção civil é o revenido devido à eliminação por encruamento gerado pela deformação a frio no qual consiste o resfriamento de forma lenta [1]. Na construção civil o aço estrutural pode ser utilizado em duas situações: A estrutura de base é montada pelos componentes de aço, muito utilizado em prédios, indústrias, instalação agrícola que beneficia o sistema de isolamento acústico assim reduz os custos de climatização. Já o concreto armado, dominante no Brasil [3], permite a construção e concepções arquitetônicas, pois a sua eficiência é de baixo custo por peças pré-moldadas além dos benefícios que possa trazer pela proteção contra corrosão desde que

esteja bem projetada, porque influenciará ao baixo custo de manutenção. Vale destacar para construção civil tem aumentado à aplicação de aços inox devido à qualidade estética, utilizada na área da arquitetura tem crescido nos últimos anos. Os aços inoxidáveis são formados pela fusão das ligas de ferro com teores de cromo que chega a 12%, obtendo à alta resistência a corrosão, impacto, durabilidade e abrasão. De acordo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), os aços inoxidáveis são compostos por três grupos: Austeníticos de 16 a 30% de cromo recomendado à arquitetura e construção geral com excelente resistência à corrosão, alta resistência mecânica. Já os ferríticos de 11 a 30% de cromo apresentam boa resistência à corrosão, boa ductilidade e os martensíticos de 11 a 18% de cromo que tem a alta dureza, pois não são recomendados para construção civil [2].

#### **4. Resultados**

Conforme a tabela da Gerdau dos aços estruturais [4], estribo e vergalhões, são materiais que garantem alta resistência, elevada tensão de escoamento, boa soldabilidade e elevada tenacidade [2], requisitos necessários à estrutura do aço na construção civil. Disto foram analisados três tipos diferentes de plotagem de resultados: Tensão, considerando critério de falha de Von Misses, deslocamento e deformação, gerados pelo Sistema Internacional de Unidades por N/mm<sup>2</sup> (MPa), milímetros (mm) e m/m respectivamente. O material utilizado foi aço AISI 1020, sendo que sua tensão de escoamento é igual a 351,57 MPa, onde o estudo teve como resultado um valor bem inferior ao do limite máximo, (de 276,96 MPa). Enquanto o processo de simulação por deslocamento verificou que o mesmo gerou um valor praticamente imperceptível comparando com a força aplicada que foi de 15000N em uma direção ao longo do vergalhão, seu resultado de deslocamento foi de 0,00535mm. Enquanto o estudo de simulação por deformação nos deu um valor equivalente máximo de 0,000785 m/m, isto é, o valor de deformação ou alongamento não interfere o estudo do vergalhão, pois comparado aos valores de força e deslocamento, a deformação torna-se praticamente nula. Após habilitarmos o rastreador de tendências foi verificado em relação à Tensão, houve convergência no 5º estudo de simulação, consta-se destas dimensões e esforços utilizados nos estudos estão superdimensionadas devido aos resultados que foram obtidos.

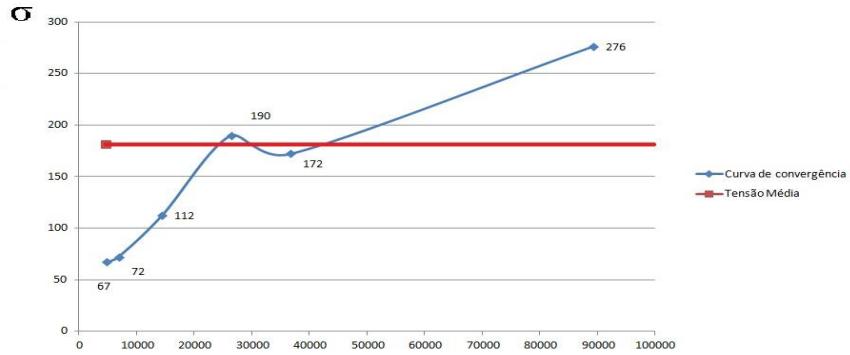


Fig. 02: Curva de Convergência (tensão sobre numero de nós).

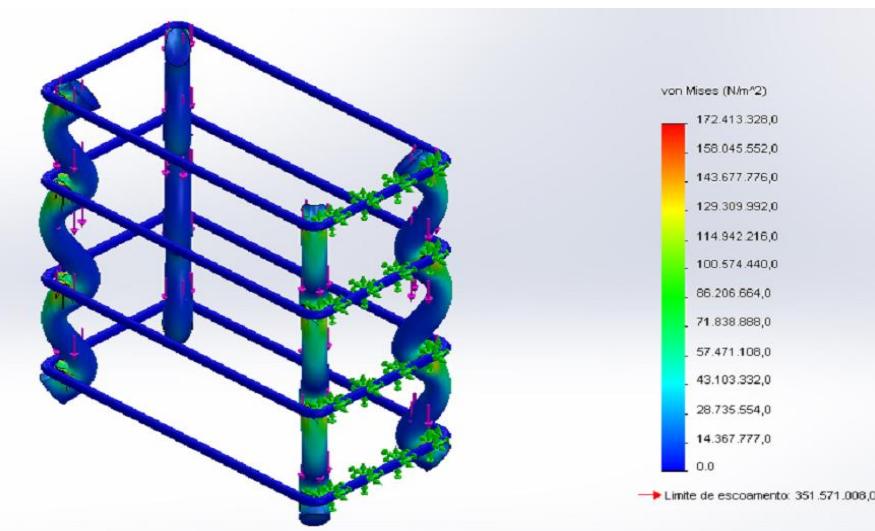


Fig. 03: Estudo do número 05 que atingiu a convergência.

## 5. Conclusão

Sendo assim, as estruturas de aço antes ser comercializado no ramo civil, primeiramente são obtidas em usinas metalúrgicas pela fusão das ligas metálicas (ferro e carbono) em fornos de alta temperatura onde são feitos os tratamentos térmicos do qual o mais indicado será o revenido por eliminação de encruamento ocasionado por deformação a frio. Nisto houve a convergência de 172 Mpa, dos materiais escolhidos aço AISI 1020, que foi aplicada sobre os vergalhões pelo software SolidWorks Simulation [5], resultando as deformações na estrutura, no entanto, os estribos permaneceram estáticos como o elemento mecânico de fixação. Através dos elementos analisados, estribo e vergalhões, por processos de CAD nas modelagens e montagens, por estudo de simulação do software

SolidWorks Simulation [5] nos apresentam características fundamentais por meios de fixação mecânica devida elevada tensão de escoamento e tenacidade, boa soldabilidade. Com o resultado do estudo nos exigiu uma grande reflexão em detalhes, fazendo com que nos aprofundasse no tema e no desenvolvimento usado, assim nos traz um grande conhecimento no decorrer da formação acadêmica e principalmente à carreira profissional que iremos seguir.

## **6. Referência Bibliográfica:**

- [1]. Maria da Costa, Eleani. **Ciência dos Materiais.** Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-RS;
- [2]. Ferraz, Henrique. **O Aço na Construção Civil.** Revista Eletrônica de Ciências, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo;
- [3]. CIMM, Portal do Centro de Informações de Metal Mecânico. **Crescimento e vantagens do uso do aço na construção civil.** A pesquisa foi realizada no dia 16/02/14 pelo endereço eletrônico:  
[http://www.cimm.com.br/portal/material\\_didatico/6334-introducao-crescimento-e-vantagens-do-uso-do-aco-na-construcao-civil#.UwDiq\\_1dV1Z](http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6334-introducao-crescimento-e-vantagens-do-uso-do-aco-na-construcao-civil#.UwDiq_1dV1Z)
- [4]. Gerdau. **Aço para Construção Civil.** Catálogo de Aço para Construção Civil;
- [5]. Systemes, Dassault. **SolidWorks Simulation.** Training SolidWorks 2013;