

# PROJETO DE EXTENSÃO:

## DISCIPLINA: RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II

Profa. Alessandra Sousa Araújo, M.Sc.

Coordenador: Prof. Vinicius de Paula Rezende, M.Sc.

FACULDADE ESAMC UBERLÂNDIA

**ESAMC**

21/06/2022





# > Conteúdo

1. Introdução
2. Objetivo
3. Metodologia
4. Vídeos
5. Relatório
6. Conclusão



# 1. Introdução

# Introdução

## Sobre o projeto

- Atividades de Extensão na Faculdade ESAMC Uberlândia integram-se à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, social, econômico e tecnológico, que promoverá a interação transformadora entre a IES e a comunidade Uberlandense e regional, por meio da produção e da aplicação das competências técnicas, comportamentais e gerenciais de seus estudantes.



# Introdução

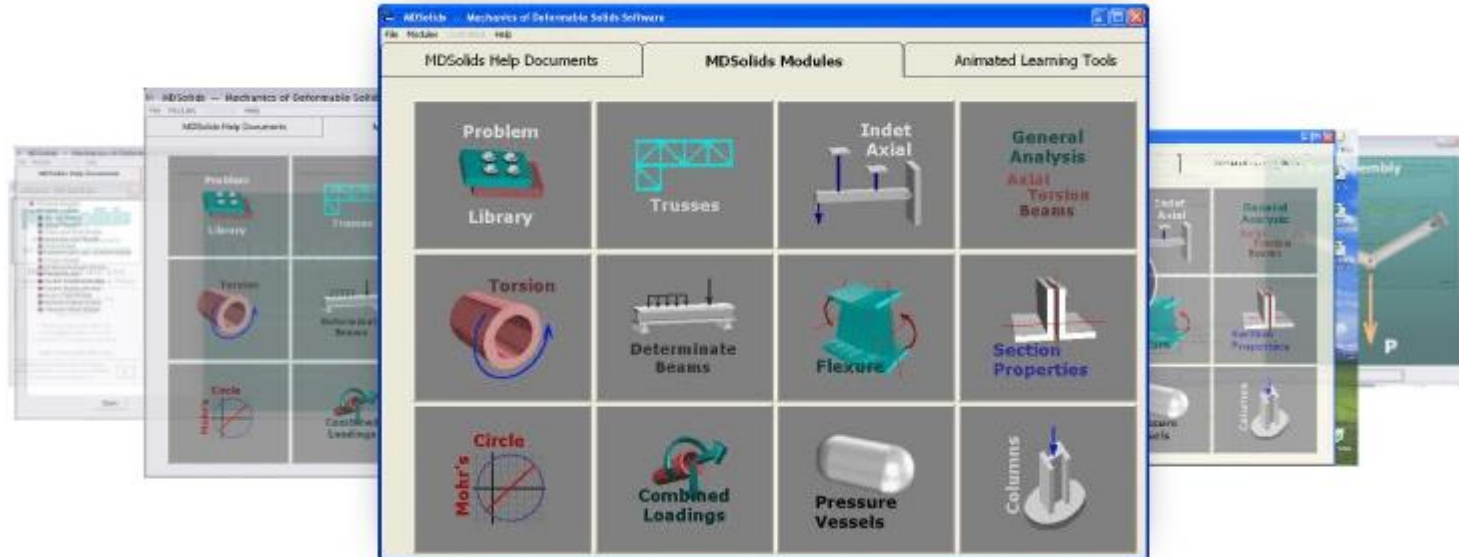
## Sobre o projeto

- É tarefa do ensino superior dialogar com a sociedade, tentar responder às suas demandas e expectativas, bem como reconhecer a sociedade, em sua diversidade, tanto como sujeito de direitos e deveres, quanto como portadora de valores sociais e econômicos. Portanto, é tarefa da extensão na Faculdade ESAMC Uberlândia o compartilhamento do conhecimento científico e tecnológico produzido, bem como a promoção da interação dialógica e da abertura para alteridade, diversidade, autodeterminação, liberdade e emancipação.

# Introdução

## Sobre o projeto

- O projeto foi feito através da capacitação do software MDSolids desenvolvido exclusivamente para as disciplinas relacionadas à Resistência dos Materiais. O programa é normalmente uma parte dos cursos de arquitetura, engenharia civil, mecânica e outras engenharias relacionadas a parte estrutural.



# Introdução

## Sobre o projeto

- O software também possui uma série de módulos para os tópicos ensinados no Statics curso. MDSolids consiste de rotinas para vigas, flexão, torção, força axial, treliças, colunas, vasos de pressão, seção propriedades, análise de círculo de Mohr (incluindo as transformações de tensão), e muitos outros tópicos.





## 2. Objetivos



# Objetivos

- Promover os fundamentos básicos da Resistência dos Materiais, dando-se ênfase à capacitação do aluno a obter as tensões e deformações específicas em elementos estruturais e estruturas simples, bem como introduzir conceitos iniciais de segurança e dimensionamento nos programas de MDSolids.
- Desenvolver habilidades técnicas e explorar a concepção do ensino-aprendizagem na área de Engenharias e Arquitetura voltada a disciplina de Resistência dos Materiais.



## **3. Metodologia**

# Metodologia



1. Introduzida pela professora Alessandra Araújo, os módulos do programa, junto aos alunos de Resistência dos Materiais II, com 4 encontros marcados dentro do horário da própria disciplina, no laboratório de informática nº 109.
2. Formação de 3 equipes com alunos como especificados em seguida: apresentação e capacitação do programa MDSolids aos alunos de Resistência dos Materiais I, através de exemplos de vivência prática de dimensionamentos e elementos estruturais
3. Encontro marcado remotamente ao sábado para implantação da extensão.



# Metodologia

## Equipe 1:

1. ANTONIO DARC DA SILVA JUNIOR  
RA: 219240 / Eng. Mecânica
2. CLEITON POLEGARIO DA SILVA RA  
RA: 219352 / Eng. Mecânica
3. CLERIO FERREIRA ALVES JUNIOR  
RA: 219110 / Eng. Mecânica
4. FERNANDO XAVIER COSTA DOS SANTOS  
RA: 219012 / Eng. Mecânica
5. ILMAR BATISTA FILHO  
RA: 219151 / Eng. Mecânica
6. PETERSON VANILLI REZENDE  
RA: 219099 / Eng. Mecânica



# Metodologia

## Equipe 2:

1. KAIO CESAR FERREIRA COSTA  
RA: 219311/ Eng. Mecânica
2. JEAN RODRIGUES DOS SANTOS  
RA: 219276/ Eng. Mecânica
3. ABMAEL JUNIO RIBEIRO  
RA: 219224/Eng. Civil



# Metodologia

## Equipe 3:

1. JULIA OLIVEIRA SILVA  
RA: 219283/Eng. Civil
2. EVERSON LUIZ RIBERIO JUNIOR  
RA: 219295/Eng. Civil
3. VICTORIA PEREIRA CASSIANO  
RA: 21909/Eng. Civil
4. JOAO CARLOS RODRIGUES CARDOSO  
RA: 119856/Eng. Civil
5. MYLLENA CAMARGO DE MORAIS  
RA: 219074/ Eng. Mecânica
6. FELIPE ARANTES DO PRADO  
RA: 219272/Eng. Civil
7. ADRYEL TAVARES MIGUEL  
RA: 219128/Eng. Civil
8. JOSE CLEUTON AVELINO LINS  
RA: 218407/ Eng. Mecânica





## 4. Videos

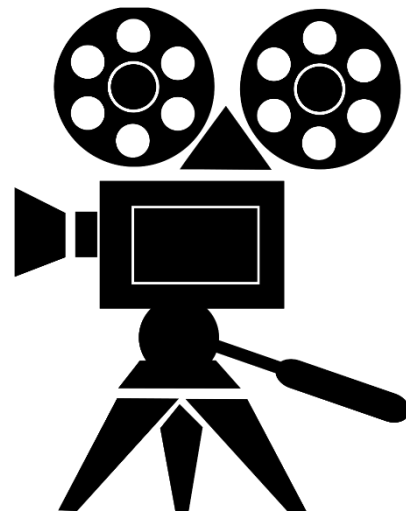
# > Vídeos

Vídeos das apresentações feitas pelos alunos de Resistência dos Materiais II, no sábado com duração média de uma hora.

[Equipe 1](#)

[Equipe 2](#)

[Equipe 3](#)







## 5. Relatório

## **1. INTRODUÇÃO**

Este documento tem como objetivo apresentar a capacitação complementar da disciplina Resistência dos Materiais II, realizada no dia 14 do mês de Maio do ano de 2022 do curso de graduação em Engenharia Civil e Mecânica da Escola Superior de Administração, Marketing e Comunicação de Uberlândia – Faculdade ESAMC.

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

O software MDSolids é usado nas áreas de Engenharia e pode ser utilizado até mesmo nas áreas Estatísticas, visto que o mesmo é um programa educacional na disciplina obrigatória de Resistência dos Materiais. O aplicativo consta com diversos módulos entre as variadas temáticas da flexão, torção, treliças, índice axial, propriedades da seção, vasos de pressão, colunas, análise do Circuito de Mohr, dentre outros. O programa tem uma interface gráfica ampla de simples compreensão e, todo o processo de cálculo de uma peça é explicada passo a passo através de textos auxiliares ao lado, facilitando o entendimento dos estudantes no processo de cálculo.

#### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Desenvolver habilidades técnicas e explorar a concepção do ensino-aprendizagem na área de Engenharia da disciplina em questão.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na capacitação complementar, alunos do sétimo (6º) período dos cursos de Engenharia se disponibilizaram para apresentarem o software Mdsolids aos alunos do quinto (5º) período, com intuito de desenvolvermos habilidades antes já mencionadas e estudadas em sala de aula. Os exercícios foram feitos na forma escrita em comparativo a Mdsolids.

### 1. Montar no sistema Mdsolids – Torsion

A. Um cilindro com o diâmetro de 44mm, com um momento torçor atuante no sentido anti-horário, com valor de 3kN.m, conforme a figura abaixo.

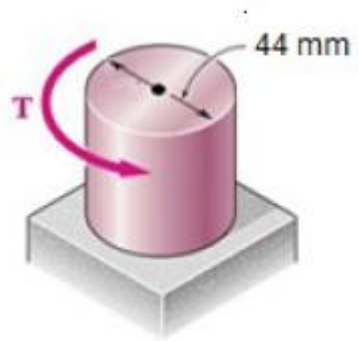


Figura 1 Cilindro.



# Relatório

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

- Calcular o Momento de Inércia Polar, em  $\text{mm}^4$ .
- Calcular a Tensão Máxima de Cisalhamento, em Mpa.

Calcular o Momento de Inércia Polar, em  $\text{mm}^4$ .

$$J = \pi \times c^4 / 2$$

$$J = \pi \times 0,022^4 / 2$$

$$J = 3,68 \times 10^{-7} \text{m}^4$$

$$J = 3,68 \times 10^{-4} \text{mm}^4$$

Calcular a Tensão Máxima de Cisalhamento, em Mpa.

$$T_{\max} = T \times c / J$$

$$T_{\max} = 3 \times 10^3 \times 0,022 / 3,68 \times 10^{-7}$$

$$T_{\max} = 179,35 \text{Mpa}$$

$$d = 44 \text{mm}$$

$$r = d/2 = 0,022 \text{mm}$$

$$T = 3 \text{KN.m}$$

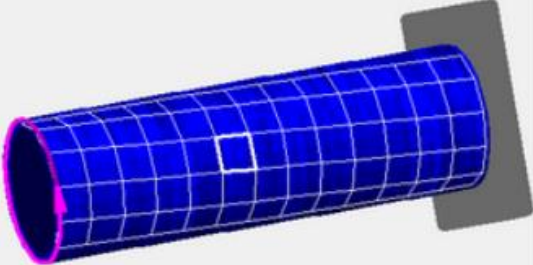
# Relatório

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

- Calcular o Momento de Inércia Polar, em  $\text{mm}^4$ .
- Calcular a Tensão Máxima de Cisalhamento, em Mpa.

Back File Analysis Options Help

State of stress at a typical point in the shaft:



Torque Orientation  
Clockwise ☐  
Counterclockwise ☒

Shaft twist angle exaggerated for clarity

Further explanations

**Torsion Module - Simple Torsion**

Using the torsion stress formula ( $\tau = Tc/J$ ), compute the shaft shear stress from the torque, the polar moment of inertia, and the shaft radius.

Shear Stress  $\tau = (3,000,000 \text{ N-m} \times 22,0 \text{ mm}) \div 367,968,46 \text{ mm}^4 = 179,363 \text{ MPa}$

Note: Make the units consistent before performing the hand calculation.

**Combined Stresses**

Torsion creates shear stress in the shaft. Referring to a typical stress element from the shaft, this stress acts on a longitudinal face (i.e., x face) in the circumferential direction (i.e., y direction) and on a circumferential face (i.e., y face) in a longitudinal direction (i.e., x direction). The magnitude of the shear stress in the shaft is  $\tau_{xy} = 179,363 \text{ MPa}$ .

Shearing Stress

3,000,000	Torque	<input checked="" type="checkbox"/>
179,363	Shear Stress	<input checked="" type="checkbox"/>
44,0	Outside Diameter	<input checked="" type="checkbox"/>
0,000	Ratio ID / OD	<input checked="" type="checkbox"/>
0,0	Inside Diameter	<input type="checkbox"/>

Select 2 or 3 input variables

Angle of Twist

Null	Shaft Length	<input type="checkbox"/>
Null	Twist Angle	<input type="checkbox"/>
Null	Shear Modulus	<input type="checkbox"/>
367.968,46	J (mm^4)	<input checked="" type="checkbox"/>

Select 2 or 3 input variables from this group

Optional Effects

0,0	Axial Force	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Tension	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Compression	<input type="checkbox"/>
0,000	Pressure	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Internal	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	External	<input type="checkbox"/>

Compute

Mohr's Circle

Power Units: hp

Speed Units: rpm

Torque Units: N-m

Stress Units: MPa

Diameter Units: mm

Length Units: mm

Angle Units: degrees

Modulus Units: MPa

Force Units: N

Pressure Units: MPa

2. Montar no sistema MDSolids uma treliça com 3m de altura e 8 m de largura, conforme na figura abaixo.

A. No Nó A, o apoio é *fixo*, no Nó C, o apoio é *móvel*, com valor da força concentrada de 50kN, no Nó D.

- Calcular as *forças axiais* das barras AB, BC, AD e CD.

$$\begin{aligned} \text{Tg}\theta &= 3/4 = 0,75 \\ \text{Tg}^{-1} &= 0,75 = 36,87^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{AD} \times \text{Sen} 36,87^\circ + 25 &= 0 \\ F_{AD} &= 25 / \text{Sen} 36,87^\circ \\ F_{AD} &= -41,67 \text{ kN} = F_{CD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{AD} \times \text{Cos} 36,87^\circ + F_{AB} &= 0 \\ F_{AB} &= \text{Cos} 36,87^\circ - 41,67 \\ F_{AB} &= 33,33 \text{ kN} = F_{BC} \end{aligned}$$

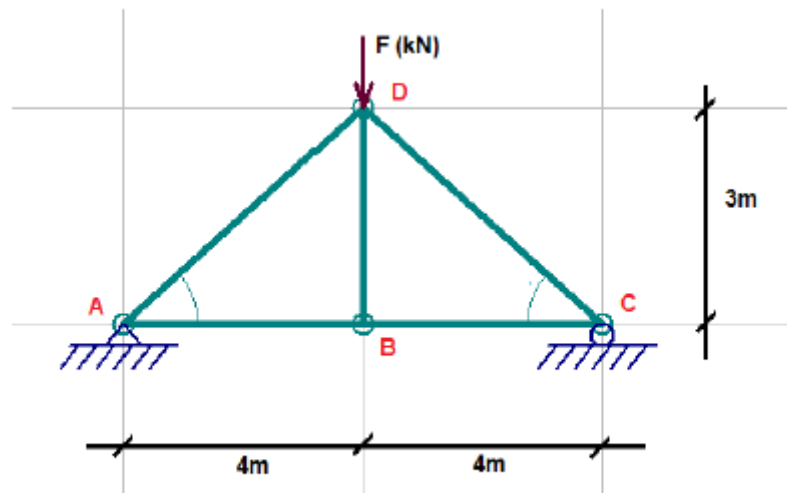


Figura 2 Treliza.

2. Montar no sistema MDSolids uma treliça com 3m de altura e 8 m de largura, conforme na figura abaixo.
- A. No *Nó A*, o apoio é *fixo*, no *Nó C*, o apoio é *móvel*, com valor da força concentrada de 50kN, no *Nó D*.
- Calcular as *Tensões Normais* (Stress) das barras AB, BC, AD e CD.

Sabe-se que: As barras AB e BC são quadradas com valores de  $a = 50cm$ , e as barras AD e CD são quadradas com valores de  $a = 30cm$ .

$$T_{AB} = F/A = 33.33 \times 10^3 / 0,5 \times 0,5$$
$$T_{AB} = 133,320 \text{ KPa}$$

$$T_{AD} = F/A = 41,67 \times 10^3 / 0,3 \times 0,3$$
$$T_{AD} = 463 \text{ KPa}$$

# Relatório

## 2 No Mdsolids - Folhas do software:

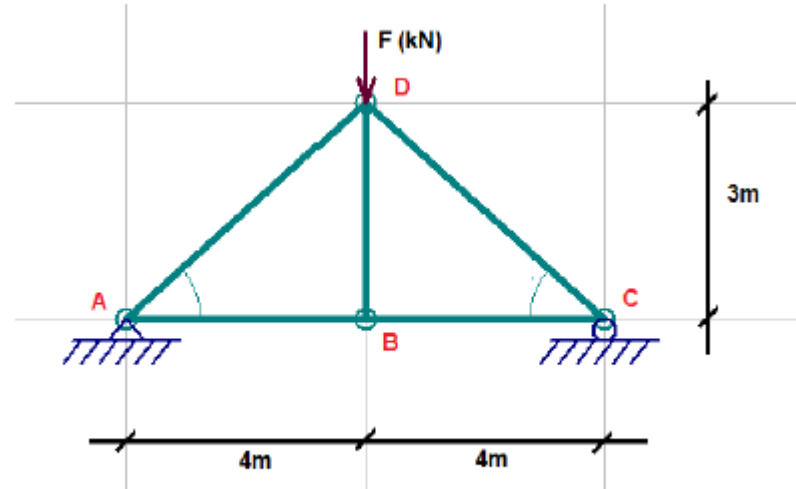
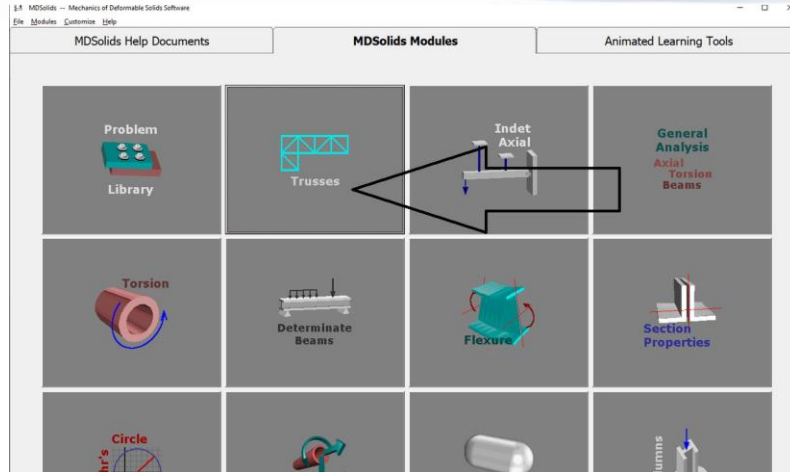
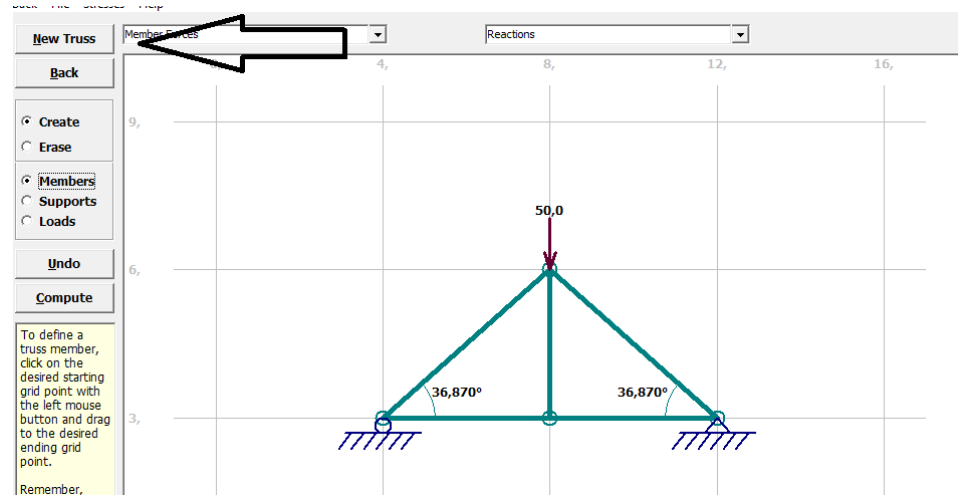
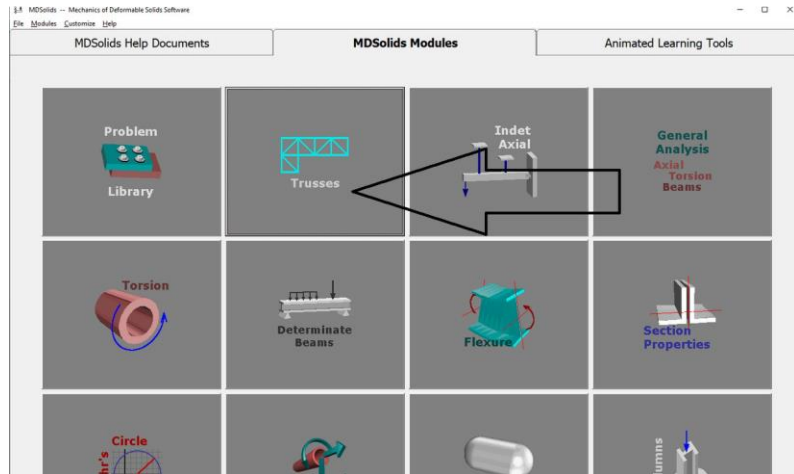


Figura 2 Treliça.



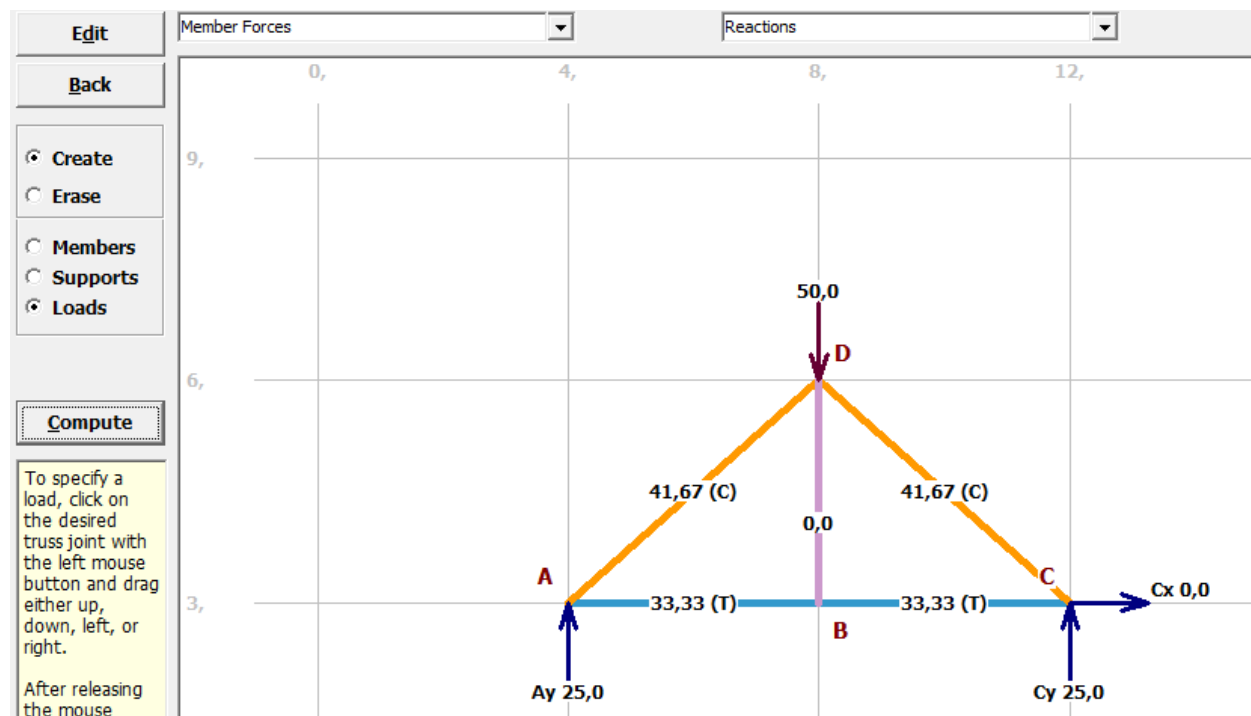
# Relatório

2 No Mdsolids - Folhas do software:



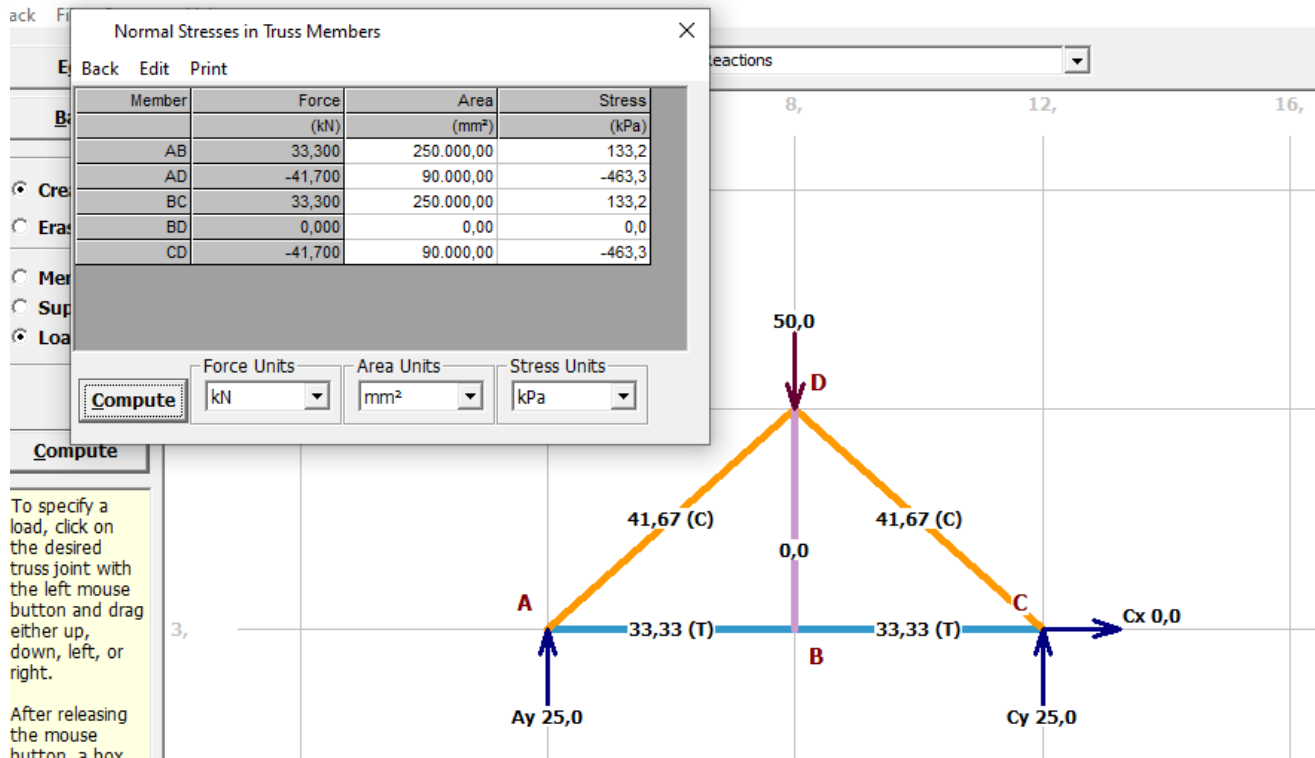
# Relatório

2 No Mdsolids - Folhas do software:



# Relatório

2 No Mdsolids - Folhas do software:



3. Montar no sistema MDSolids – Problem Library – Direct Shear Stress – Bolted Connection.

A. Duas placas fixadas a uma base de aço por meio com 2 parafusos de diâmetro 35 mm, e uma carga de  $P = 135\text{kN}$ .

- Calcular a tensão média de *Cisalhamento Simples* no parafuso.

$$A = \pi \times d^2 / 4$$

$$A = \pi 35^2 / 4$$

$$A = 962 \times 2$$

$$A = 1924$$

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = 135\text{KN} / 1924\text{mm}$$

$$\sigma = 70,16 \text{ Mpa}$$

- Calcular a tensão média de *Cisalhamento Duplo* no parafuso.

$$A = \pi \times d^2 / 4$$

$$A = \pi 35^2 / 4$$

$$A = 962 \times 2 \times 2$$

$$A = 3848$$

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = 135\text{KN} / 3848\text{mm}$$

$$\sigma = 35,1 \text{ MPa}$$

# Relatório

## 2 No Mdsolids - Folhas do software:

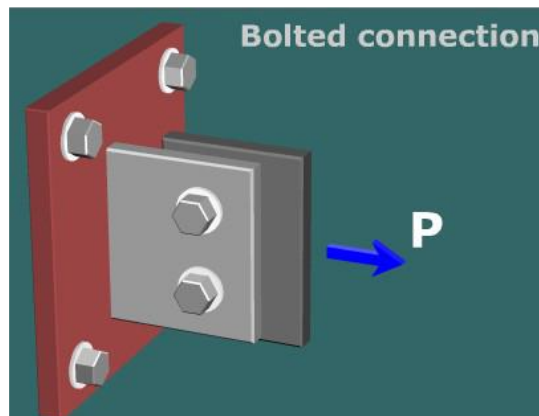
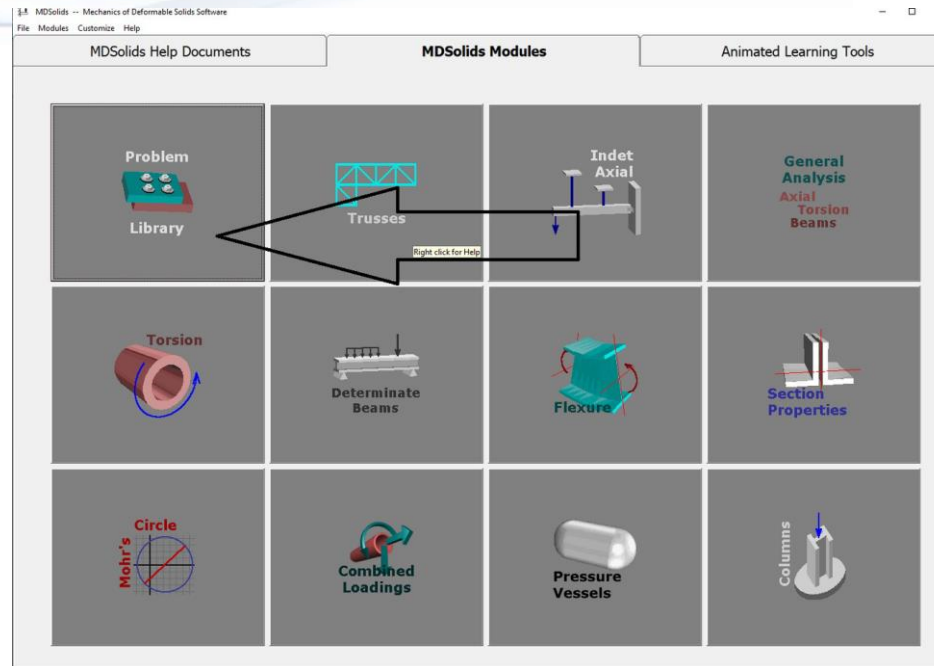
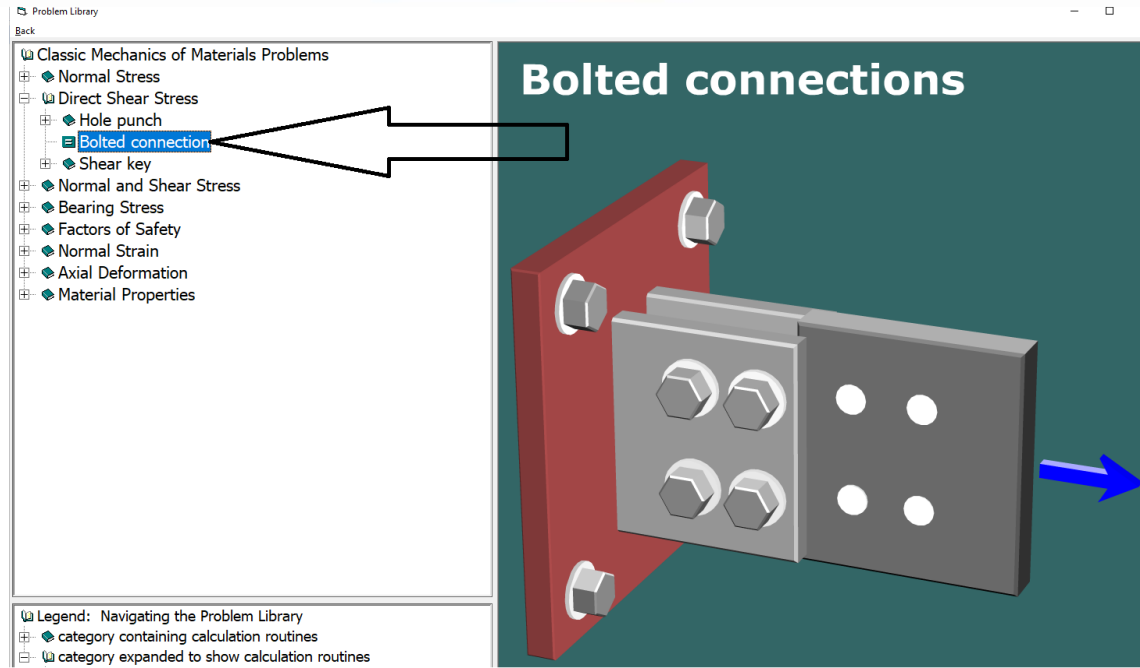


Figura 3 Conexão por parafusos.



# Relatório

## 2 No Mdsolids - Folhas do software:



# Relatório

2 No Mdsolids - Folhas do software:

- Cisalhamento Simples


Typical Mechanics of Materials Questions

a b c

**Problem**  
Determine the shear stress in the bolts. The force applied to the connection and the bolt diameters are given.

**Problem-solving considerations**  
Visualize the failure surfaces that will be created when the bolts break. Shear stress will act on surfaces parallel to the applied force. For single shear, each bolt will fracture on one surface. For double shear, each bolt will fracture on two surfaces.

**Bolted connection**



To understand shear stress in a bolted connection, visualize the failure surface that would be created if the bolt was broken.

**Introduction**  
Bolted connections are an example of **direct shear**. For this type of problem, it is important to recall that shear stress acts on surfaces that are parallel to the direction of the applied force. To determine the surfaces upon which shear stress will occur, it is helpful to visualize how the connection would look if the bolts actually broke (i.e., fractured). The new surfaces that appear when the connection breaks are the surfaces that are subjected to shear stress.

An important consideration in connections is the manner in which the bolts are supported. If the bolts are supported by only one plate, the connection is termed a **single shear** connection. If the bolts fracture on the plane between the support and the axial member, the connection will be broken. If the bolt is supported by two plates, the connection is termed a **double shear** connection. For this type of connection to be broken, the bolts must fracture on two planes. Since shear stress acts on two surfaces, this type of connection offers twice the strength of a comparable single shear connection.

**Calculation**

Bolt Diameter: 35,0  
Diameter Units: in. (1)

Force: 135.000,0  
Force Units: lb (2)

Shear Stress: 70,2  
Stress Units: psi

Connection: Single Shear Double Shear (3) números de parafusos

Number of Bolts: 1 2 3 4

For all problems, disregard friction between the plates and assume each bolt supports an equal share of the total load.

Click [ > ] to view the animation

Scene 1 of 4

Após o preenchimento das informações acima clicamos em compute para obter o resultado da força de cisalhamento

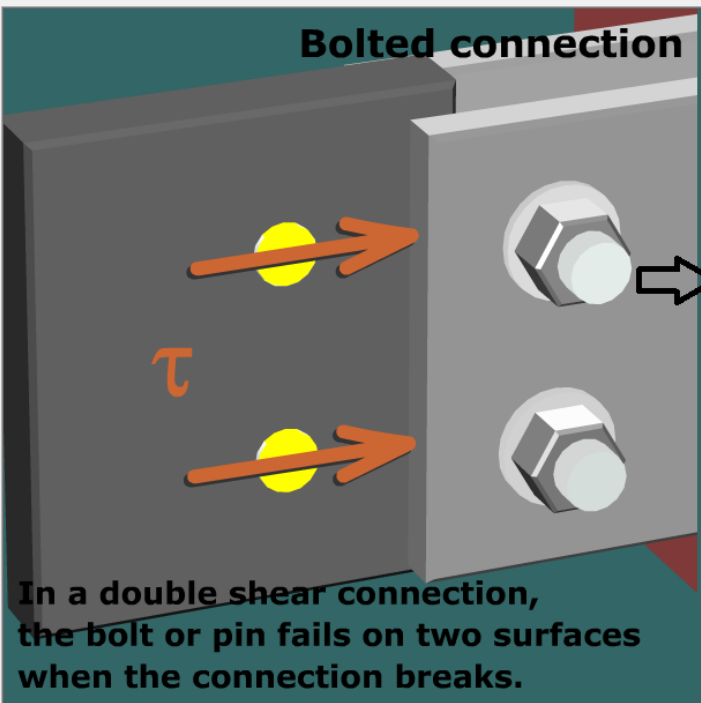
Compute

# Relatório

2 No Mdsolids - Folhas do software:

- Cisalhamento Duplo

**Bolted connection**



**In a double shear connection, the bolt or pin fails on two surfaces when the connection breaks.**

Bolt Diameter: 35,0  
Diameter Units: in.  
Force: 135.000,0  
Force Units: lb  
Shear Stress: 35,1  
Stress Units: psi

Connection:  
☐ Single Shear ☒ Double Shear  
Number of Bolts: 3 (3) numeros de parafuso e cisalhamento simples ou duplo

For all problems, disregard friction between the plates and assume each bolt supports an equal share of the total load.

Click [>] to view the animation

Scene 4 of 5



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de extensão reforçou o aprendizado deste conteúdo inicial da resistência dos materiais aos alunos do 5º período das engenharias e arquitetura e ensinou métodos mais práticos para resolver problemas.

Através disso, os alunos entrarão nas próximas disciplinas do curso mais preparados.

Esse trabalho de capacitação foi importante não só para o 5º período, como também para nós do 6º, pois revisamos e relembramos de certos fatores e peculiaridades no conteúdo, que não havíamos absorvido muito bem, em decorrência das aulas remotas. Logo, o processo de estudar novamente este conteúdo para ensiná-los, foi de grande ajuda para nosso conhecimento.

## 6. REFERÊNCIAS

1. O material de apoio utilizado como referência foi o conteúdo teórico trabalhado em sala de aula, disponibilizado na plataforma Blackboard.
2. <https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/resistencia-dos-materiais>
3. <https://web.mst.edu/~mdsolids/>



## 6. Conclusão

# > Conclusão

- O relatório acima foi factível constatar que é possível empregar conceitos técnicos e teóricos, e também princípios automatizados como os do software apresentado, o que evoca a autonomia da tecnologia e contribuição social aliado à prática profissional, a qual certamente contribui de certa forma para a sociedade e para os estudantes de Engenharia e Arquitetura.



A decorative horizontal band across the middle of the slide, featuring soft, flowing blue waves of varying shades, from light sky blue to a slightly deeper cerulean, creating a sense of movement and elegance.

# Obrigada!

Alessandra Sousa Araújo

[alesousaraujo@gmail.com](mailto:alesousaraujo@gmail.com)

[alessandra.araujo@esamc.com.br](mailto:alessandra.araujo@esamc.com.br)