

"ANÁLISE DE CRITÉRIOS DE RESISTÊNCIA APLICADOS À MADEIRA"

BOLSISTA: RENAN ANDRÉO SIMONI - RA: 084048
ORIENTADOR: NILSON TADEU MASCIA

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL – UNICAMP

FINANCIADO PELO PIBIC

Sobre o Projeto:

Trata-se de uma continuação ao estudo sobre o critério de Tsai-Wu iniciado no primeiro ano da pesquisa de iniciação científica, agora com ênfase em critérios mais específicos associados à madeira.

Na primeira etapa da pesquisa foi realizado um aprofundamento teórico de 4 critérios de resistência, Hill, Tsai-Hill, Norris e Hoffman, posteriormente foram comparados entre eles graficamente através do software Mathematica®, com a realização de curvas de ruptura a partir de propriedades mecânicas de uma espécie de madeira, "Pinus Elliotti"(Pinheiro).

Na segunda etapa da pesquisa foi feito um aprofundamento teórico em outros 4 critérios de resistência, Rankine, Tresca, Von Mises e Ashkenazy, e também discutiu-se sobre o teorema empírico de Hankinson. Posteriormente foram também demonstrados e comparados graficamente através do software Mathematica®, porem agora utilizando-se de outra espécie de madeira, "Goupia Glabra"(Cupiúba).

Critérios de Resistência:

Um critério de resistência tem como finalidade estabelecer leis, pelas quais se pode, pelo comportamento do material nos ensaios de tração e de compressão simples, prever a condição de ruptura sob qualquer tipo de combinação de tensões, ou seja, um critério de resistência pretende interpretar os casos de solicitações combinadas, partindo apenas de um número restrito de parâmetros do material.

Muitos dos critérios existentes apresentam restrições para aplicação a materiais anisotrópicos, por isso torna-se necessário um aprofundamento teórico em determinados critérios de resistência para avaliar a ruptura da madeira sob um estado múltiplo de tensões.

A seguir apresentam-se as equações dos principais critérios aplicados a madeira, que foram deduzidos a partir de bases teóricas. Outros critérios como Hill, Tresca e Von Mises serviram apenas como auxílio teórico para a dedução destas equações. Com os valores para as propriedades mecânicas para dois tipos de madeira apresentados nas tabelas a seguir, foram construídos a partir do Software Mathematica, curvas de ruptura em 2D e 3D, e posteriormente comparados com resultados reais obtidos em ensaios biaxiais de compressão.

Critério de Rankine:

Falhas em tração	Falhas em compressão	Falhas por cisalhamento
$-f_{t1} < \sigma_1 < f_{t1}$	$-f_{c2} < \sigma_2 < f_{c2}$	$ \tau_{12} < f_v$

Critério de Ashkenazy:

$$\frac{\sigma_1^2}{f_{t1}^2} + \frac{\sigma_2^2}{f_{t2}^2} + \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \left[\frac{4}{U^2} - \frac{1}{f_{c1}^2} - \frac{1}{f_{c2}^2} - \frac{1}{f_v^2} \right] + \frac{\tau_{12}^2}{f_v^2} = 1$$

Critério de Tsai-Hill:

$$\frac{\sigma_1^2}{f_{t1}^2} + \frac{\sigma_2^2}{f_{t2}^2} - \left(\frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2}{f_{t1}^2} \right) + \frac{\tau_{12}^2}{f_{c1}^2} = 1$$

Critério de Hoffman:

$$\frac{\sigma_1^2}{f_{t1} \cdot f_{c1}} + \frac{\sigma_2^2}{f_{t2} \cdot f_{c2}} - \frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2}{f_{t1} \cdot f_{c1}} + \frac{\tau_{12}^2}{f_{c1}^2} + \frac{f_{c1} - f_{t1}}{f_{t1} \cdot f_{c1}} \cdot \sigma_1 + \frac{f_{c2} - f_{t2}}{f_{t2} \cdot f_{c2}} \cdot \sigma_2 = 1$$

Critério de Norris (Para cada quadrante):

$$\frac{\sigma_1^2}{f_{t1}^2} + \frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2}{f_{t1} \cdot f_{t2}} + \frac{\sigma_2^2}{f_{t2}^2} + \frac{\tau_{12}^2}{f_v^2} = 1$$

Tabela 1: Valores atribuídos para as propriedades mecânicas da "Pinus Elliotti"	
Propriedade	Valor
Resistência à tração, na direção 1 - f_{t1}	41,56
Resistência à tração, na direção 2 - f_{t2}	2,5
Resistência à compressão, na direção 1 - f_{c1}	32,0
Resistência à compressão, na direção 2 - f_{c2}	8,0
Resistência ao cisalhamento, no plano 1-2 - f_v	4,8

Tabela 2: Valores atribuídos para as propriedades mecânicas da "Goupia Glabra"	
Propriedade	Valor
Resistência à tração, na direção 1 - f_{t1}	72,9
Resistência à tração, na direção 2 - f_{t2}	4,65
Resistência à compressão, na direção 1 - f_{c1}	58,06
Resistência à compressão, na direção 2 - f_{c2}	20,09
Resistência ao cisalhamento, no plano 1-2 - f_v	19,75

Curvas de Ruptura dos principais critérios:

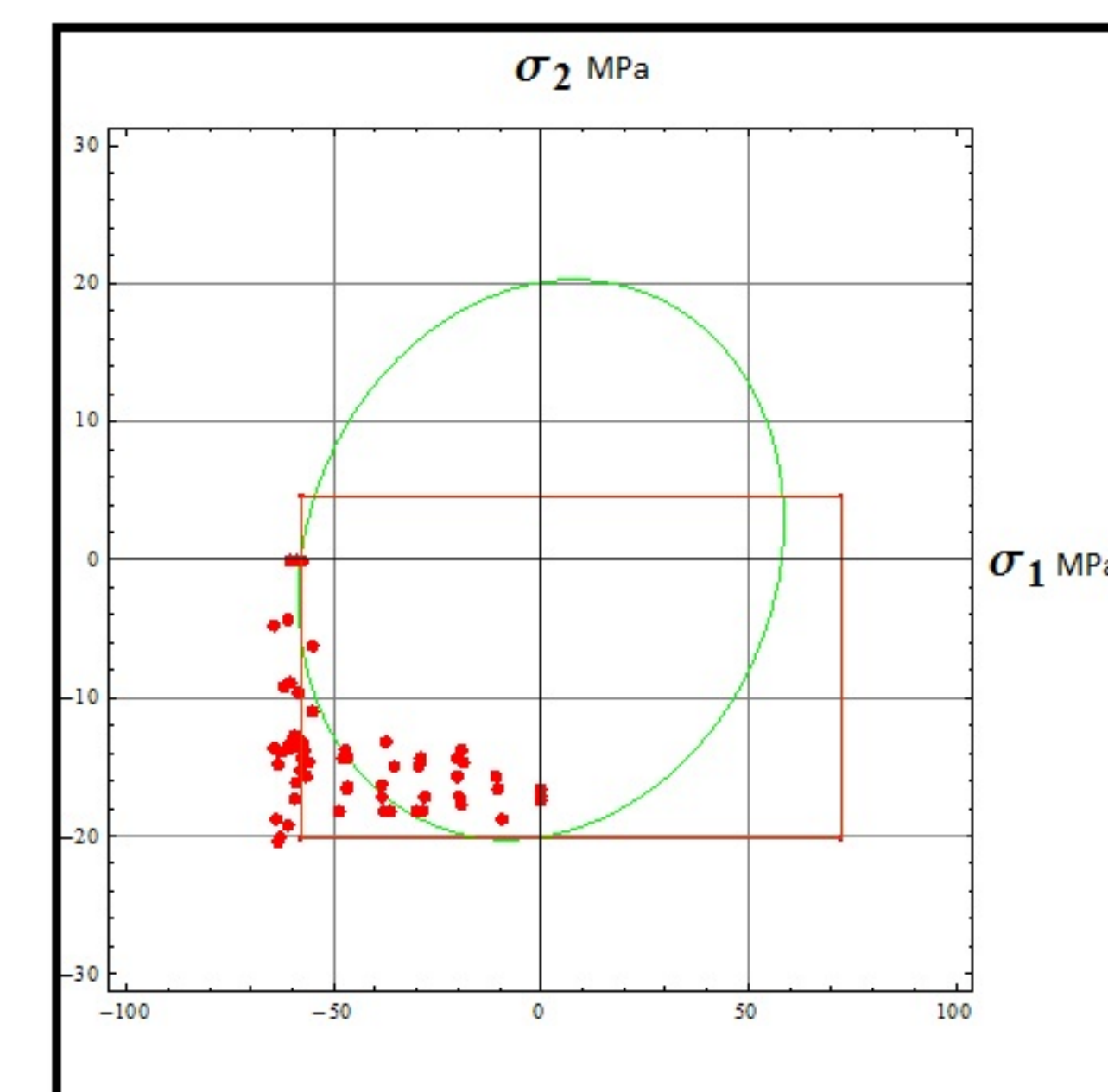


Figura 1: Rankine X Ashkenazy (Goupia Glabra)

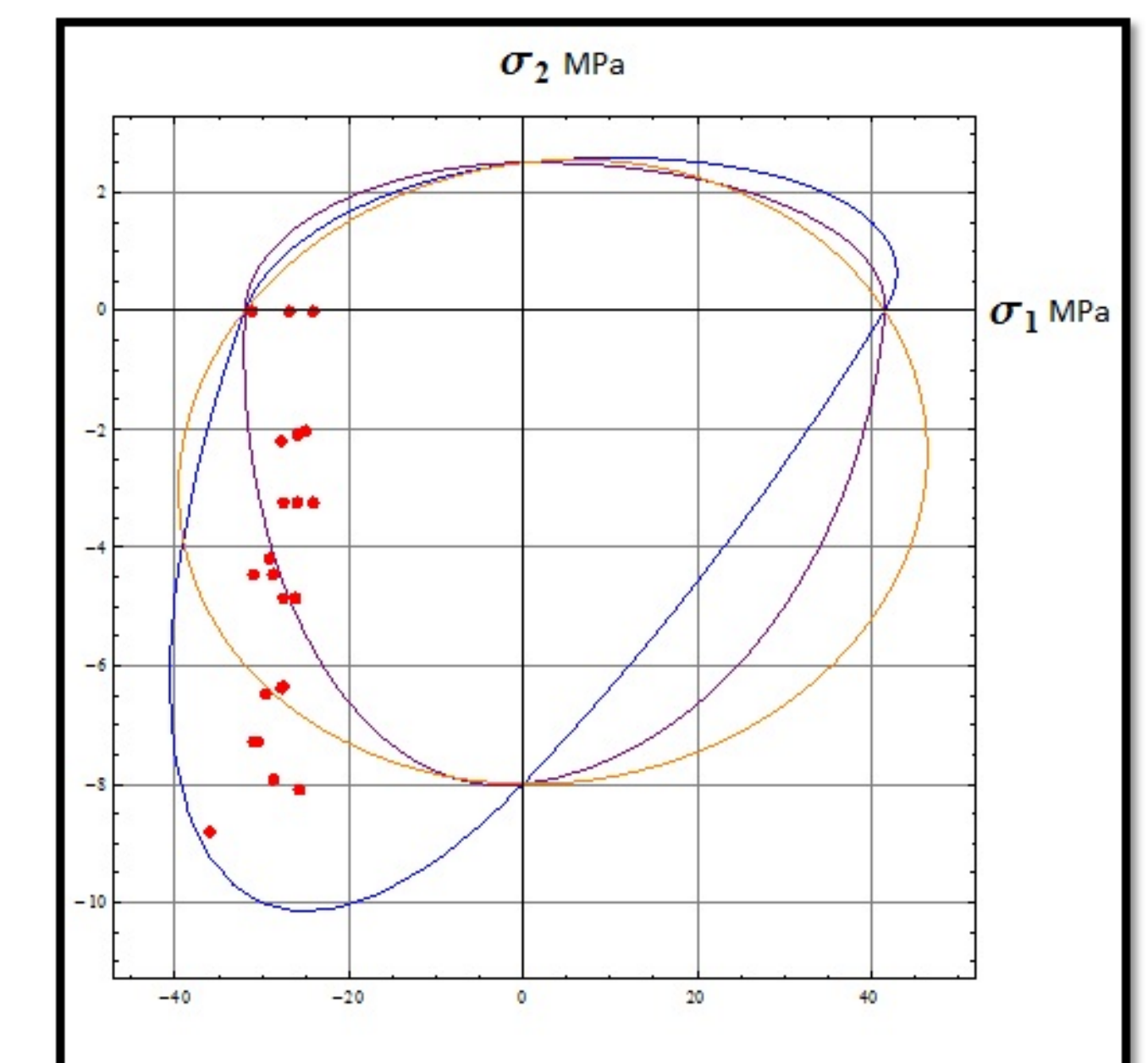


Figura 2: Tsai-Hill X Hoffman X Norris (Pinus Elliotti)

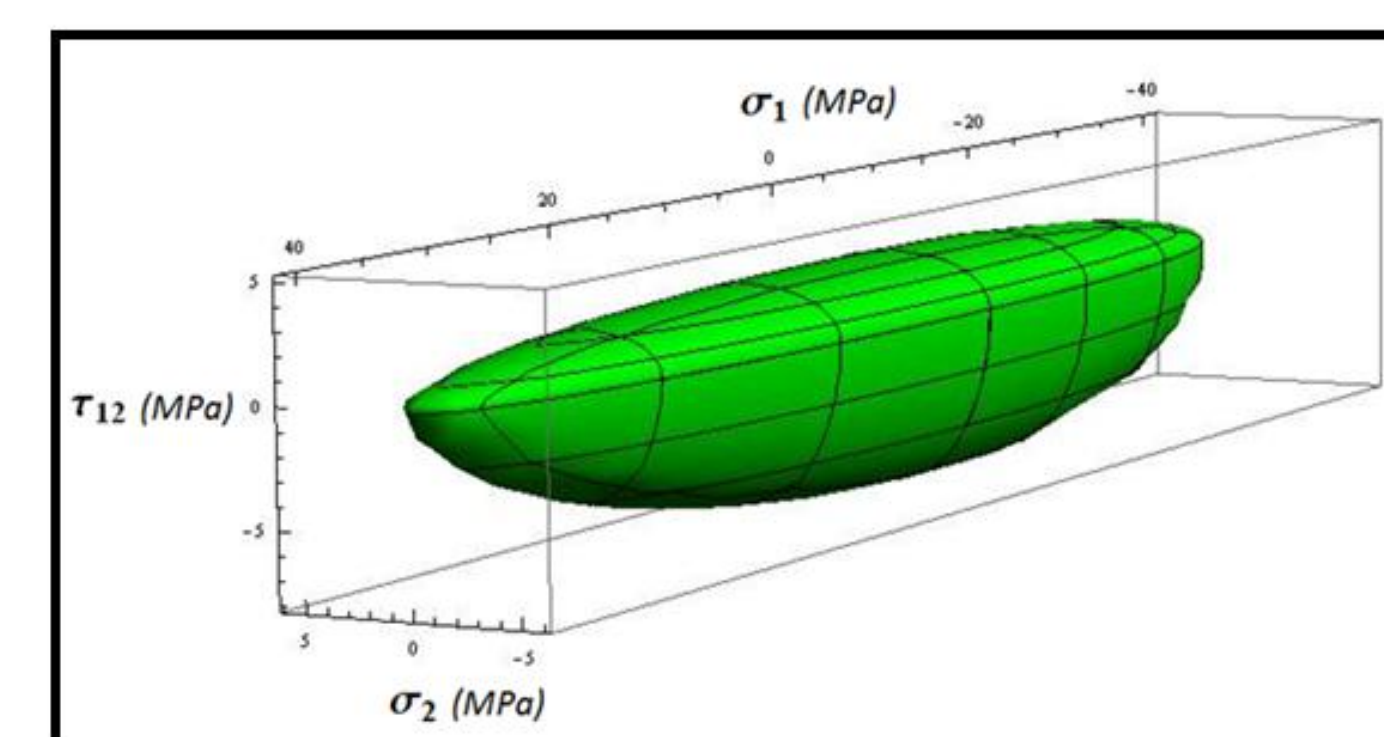


Figura 3: Critério de Tsai-Hill 3D (Pinus Elliotti)

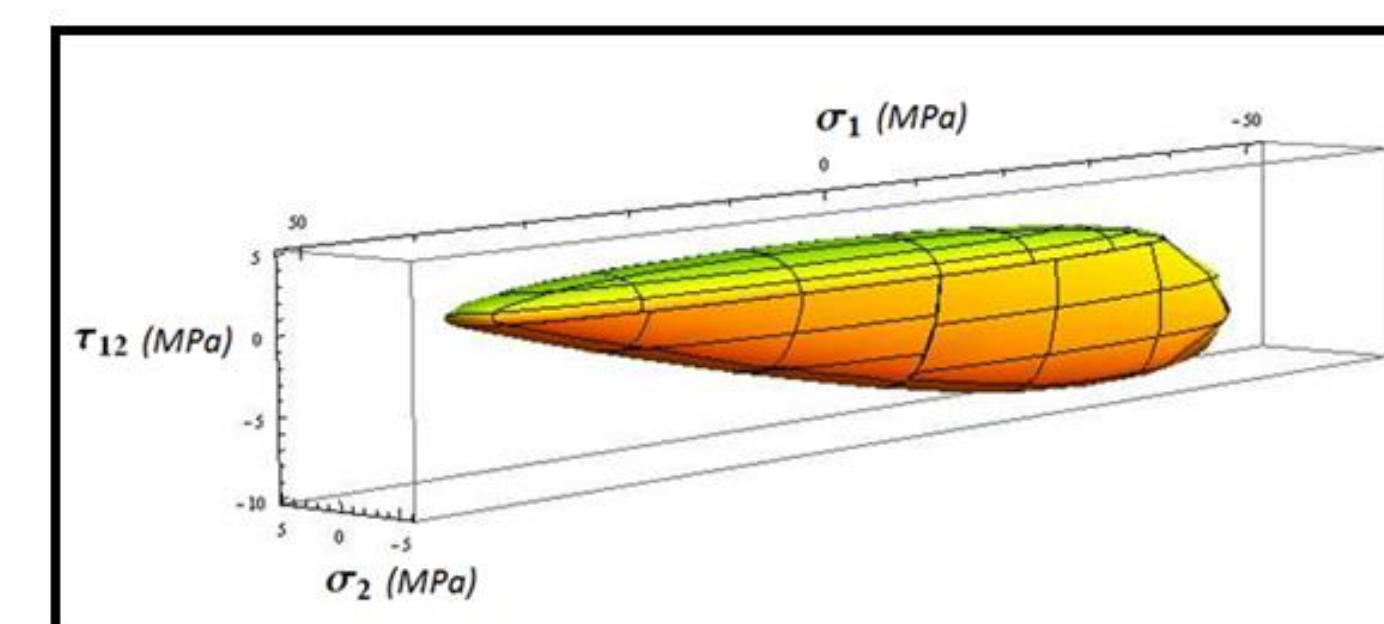


Figura 4: Critério de Norris 3D (Pinus Elliotti)

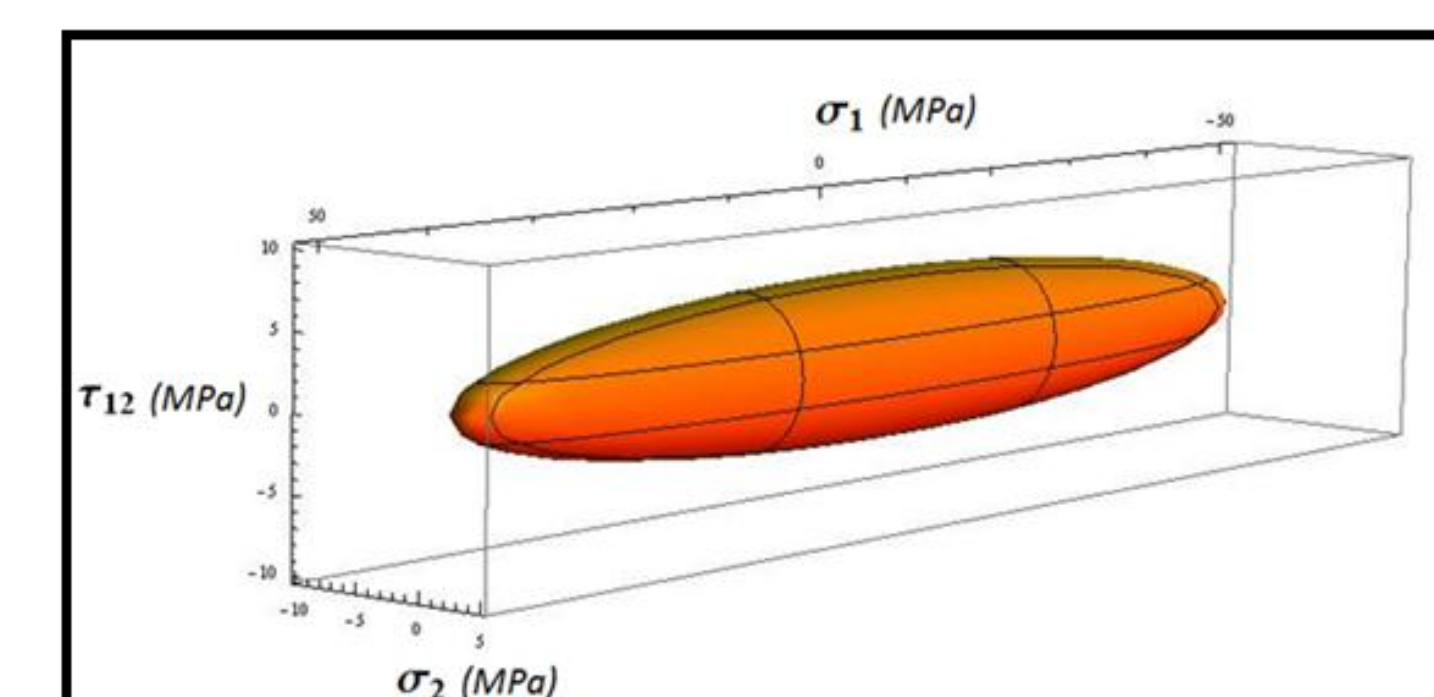


Figura 5: Critério de Hoffman 3D (Pinus Elliotti)

Considerações Finais:

O trabalho desenvolvido teve como objetivo geral o estudo de critérios de resistência e suas teorias para a aplicação nos estudos do material a ser analisado, no caso a madeira.

Como consideração final, destaca-se a importância deste trabalho pelo fato de ter explorado a realização de gráficos em 3D destes critérios para a madeira no software Mathematica®, obtendo resultados satisfatórios.