

Projeto e fabricação de garra para ensaios de cisalhamento, para uso em projetos de pesquisa no IFPA

Design and manufacture of shear test grips for use in IFPA research projects

Antonio Henrique da Silva Bitencourt Júnior

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Belém. Mestre em Engenharia Industrial pela Universidade Federal do Pará. **Endereço:** Rua 1º de maio, 2476, casa 2011, Centro – Abaetetuba/PA. CEP.:68440-000. **E-mail:** antonio.bitencourt@ifpa.edu.br.

Jean da Silva Rodrigues

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Belém, Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará.

Fernando Uiratan Ramos Amaral

Aluno do Curso Técnico de Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Belém

RESUMO

Este trabalho teve como propósito projetar e fabricar um dispositivo que venha a permitir ser realizado dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Belém, ensaios de cisalhamento. O ensaio de cisalhamento consiste na aplicação de uma força perpendicular ao eixo longitudinal do corpo. Reagindo a esta força, o material desenvolve em sua seção transversal uma resistência ao cisalhamento, é exatamente essa resistência, que pode ser determinada através do presente ensaio, simultaneamente a medição da deformação sofrida pelo eixo. Comumente, três tipos de materiais são ensaiados, materiais rígidos, adesivos e compósitos. Sendo que nesses dois últimos, o objetivo é forçar as camadas em direções opostas, a fim de deslizar-las umas sobre as outras, dessa forma é possível testar a resistência ao cisalhamento das camadas laminadas e juntas. Em todo e qualquer projeto de pesquisa, que se proponha em sua pesquisa o desenvolvimento de novos materiais, ou novas combinações de materiais, necessita-se predominantemente que sejam feitos ensaios mecânicos, para validação de suas propriedades de resistência. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Belém, possui uma máquina para ensaios mecânicos, a máquina de ensaios AROTEC WDW-100E. Esta máquina é utilizada para realizar ensaios de tração, compressão e flexão, não realizando ensaios de cisalhamento. Este projeto e fabricação possibilitou que esta máquina realizasse além de ensaios de tração, compressão e flexão, também ensaios de cisalhamento, esta nova possibilidade passa a permitir que o IFPA avance mais no ramo da pesquisa.

Palavras-chave: Projeto. Fabricação. Garra. Cisalhamento.

ABSTRACT

This work aimed to design and manufacture a device that will allow shear tests to be carried out within the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará - Campus Belém. The shear test consists of applying a force perpendicular to the longitudinal axis of the body. Reacting to this force, the material develops a shear resistance in its cross section, it is exactly that resistance, which can be determined through this test, simultaneously measuring the deformation suffered by the axis. Commonly, three types of materials are tested, rigid materials, adhesives and composites. Since in these last two, the objective is to force the layers in opposite directions, in order to slide them over each other, in this way it is possible to test the shear strength of the laminated and jointed layers. In any research project that proposes in its research the development of new materials, or new combinations of materials, it predominantly requires that mechanical tests be carried out to validate its resistance properties. The Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará - Campus Belém, has a machine for mechanical tests, the testing machine AROTEC WDW-100E. This machine is used to perform tensile, compression and flexion tests, not to perform shear tests. This design and fabrication will enable this machine to be able to carry out, in addition to tensile, compression and bending tests, also shear tests, this new possibility will allow IFPA to advance further in the field of research.

Keywords: Project. Manufacturing. Claw. Shear.

INTRODUÇÃO

Projetos de engenharia requerem um vasto conhecimento das características, propriedades e comportamentos dos materiais a serem utilizados. Os critérios de especificação dos materiais impõem a realização de ensaios através de métodos normalizados, com o objetivo de determinar as propriedades mecânicas e o comportamento destes materiais sob determinados esforços (GARCIA et al., 2012).

Os principais ensaios mecânicos são: ensaio de tração, compressão, flexão e cisalhamento. Ensaio de cisalhamento possui uma forte relação com o ensaio de tração devido à aplicação da força e a leitura dos resultados (NETO, 2020).

Para os materiais metálicos, que são materiais isotrópicos (materiais em que suas propriedades independem do sentido de aplicação de esforços externos) suas propriedades são muito bem definidas apenas com ensaio de tração, sendo que a resistência ao cisalhamento pode ser calculada de forma indireta a partir do valor encontrado no ensaio de resistência à tração. Já os materiais compósitos, quase em sua totalidade, são materiais anisotrópicos (materiais em que suas propriedades dependem do sentido de aplicação de esforços externos), em função desta característica, a resistência ao cisalhamento calculada a partir do valor de resistência à tração, não garante precisão de resultado, tendo a necessidade do valor da resistência

ao cisalhamento ser obtido a partir de ensaio específico e não só através do ensaio de tração (BITENCOURT Jr, 2018).

O objetivo deste trabalho foi projetar e fabricar um par de garras que possa ser utilizado na realização de ensaios de cisalhamento, através da viabilização de montagem no equipamento de ensaios mecânicos pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém.

O trabalho visou projetar e fabricar uma garra a ser utilizada para realizar ensaios de cisalhamento e que possa ser montada na máquina de ensaio AROTEC WDW-100E, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém.

A máquina de ensaios AROTEC WDW-100E, é uma máquina de ensaios mecânicos pertencente ao IFPA Campus Belém. Esta máquina é utilizada para realizar ensaios de tração, compressão e flexão, não realizando ensaios de cisalhamento em função de não possuir suporte necessário. Este projeto e fabricação possibilitou que esta máquina passe a realizar além de ensaios de tração, compressão e flexão, também ensaios de cisalhamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo o Instituto Tecnológico de Ensaios – ITEN, os ensaios mecânicos são métodos utilizados para medir uma série de fatores com o objetivo de entender o comportamento do material

com que se trabalha. Isso é feito por meio da análise de suas propriedades mecânicas em várias condições de uso. O ensaio mecânico é muito requisitado devido ao seu ótimo custo-benefício, sendo capaz de alinhar alto desempenho, com segurança e um baixo valor. Outra característica interessante desse método é que ele pode ser destrutivo ou não destrutivo, dependendo do tipo de resultado buscado. Algumas das condições de uso mais comuns envolvem temperaturas, tipo de cargas e sua frequência de aplicação, tempo de desgaste e deformabilidade, uso como fator em projetos estruturais de máquinas (ITEN, 2021).

Segundo a Empresa Soluções em Ensaios de Materiais – BIOPDI, o ensaio de cisalhamento consiste na aplicação de uma força perpendicular ao eixo longitudinal do corpo, esta força aplicada no plano da seção transversal é chamada de cortante. Reagindo a esta força, o material desenvolve em sua seção transversal uma resistência ao cisalhamento, é exatamente essa resistência que pode ser determinada através do presente ensaio, simultaneamente à medição da deformação sofrida pelo eixo, comumente, três tipos de materiais são ensaiados, materiais rígidos, adesivos e compósitos. Sendo que nesses dois últimos, o objetivo é forçar as camadas em direções opostas, a fim de deslizá-las umas sobre as outras, dessa forma é possível testar a resistência ao cisalhamento das camadas laminadas e juntas (BIOPDI, 2021).

Como afirma Guimarães (2018)

para se obter o valor do módulo de cisalhamento, convencionalmente utiliza-se o ensaio de cisalhamento normalizado pela norma ASTM D5379. Este ensaio tem como objetivo determinar as propriedades de cisalhamento de compósitos no plano (cisalhamento interlaminar). Este ensaio consiste em aplicar um carregamento mecânico em um corpo de prova retangular de seção constante com dois entalhes em “v”.

METODOLOGIA

O presente projeto pode ser alcançado através de uma série de atividades sequenciais. Revisão crítica e atualizada da literatura no que diz respeito a ensaios de cisalhamento. Estudo e análise crítica das normas que regem os ensaios de cisalhamento. Elaboração de projeto de dispositivo em formato de garra, que consiga realizar ensaios de cisalhamento. Elaboração de lista de material, maquinário e mão de obra disponível para a fabricação da garra. Realização da compra dos materiais necessários para a fabricação da garra. Fabricação das garras propriamente dito, fabricação esta feita nas instalações do laboratório de fabricação mecânica do IFPA Campus Belém, pertencente à coordenação do curso técnico em mecânica. Realização de montagem prévia da garra, para identificação de possíveis necessidades de ajuste. Realização da montagem da garra finalizada na máquina AROTEC WDW-100E. Realização de testes de ensaios de cisalhamento com a garra

projetada e fabricada por intermédio deste trabalho.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Elaboração de projeto conceitual de uma garra para realização de ensaios de cisalhamento com o requisito principal de ser intercambiável com a máquina de ensaio de tração do IFPA/ Campus Belém, AROTEC WDW 100-E.

O maior desafio foi pensar e esquematizar uma garra de ensaio de cisalhamento que seja montável perfeitamente na máquina de ensaio pertencente ao IFPA/ Campus Belém.

Vários croquis e várias medidas foram feitas até se chegar ao projeto final. Na Figura 01 pode ser visto o projeto conceitual da garra que foi fabricada. O projeto conceitual foi feito a partir da necessidade de se ter uma garra intercambiável com a máquina de ensaios mecânicos pertencente ao IFPA, atendendo a todos os critérios de medida e adequada fixação junto a máquina, que por se tratar de ensaios normatizados, o atendimento as normas e a devida precisão exigida pelos ensaios, teve que ser obedecida na fabricação deste novo dispositivo que passará a ser parte da referida máquina.

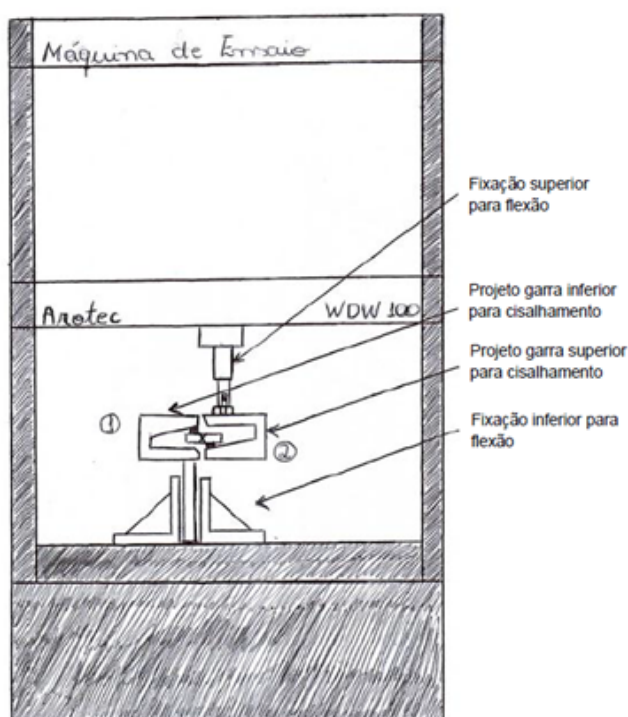


Figura 01. Projeto esquemático de garras para ensaio de cisalhamento, intercambiáveis com a máquina AROTEC WDW 100.

Na Figura 02 é a etapa do projeto que vem na sequência, pois após definido o projeto das garras de cisalhamento com base nas dimensões e na fixação da máquina

AROTEC WDW 100, elaborou-se o projeto da garra parte superior, junto com a garra da parte inferior, ambas com o corpo de prova fixado a elas, de forma firme e exata.

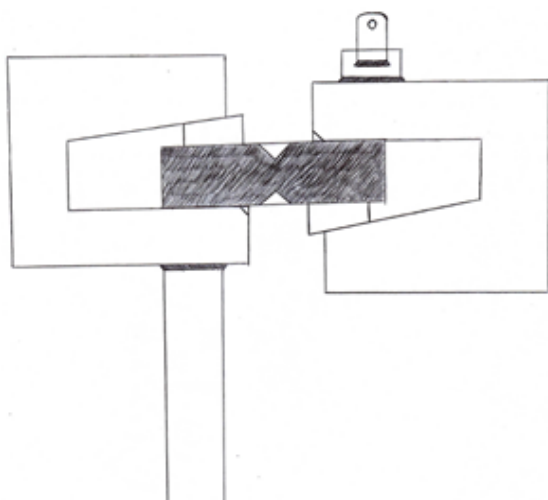


Figura 02. Projeto da garra parte superior, junto com a garra da parte inferior, ambas com o corpo de prova fixado a elas.

Na Figura 03 está o desenho do projeto de detalhamento da parte de baixo da garra, esta é a parte inferior em posicionamento, neste desenho já estão as medidas reais para fabricação.

Na Figura 04 está o desenho do projeto de detalhamento da parte de cima da garra, esta é a parte superior em posicionamento, neste desenho já estão as medidas reais para fabricação.

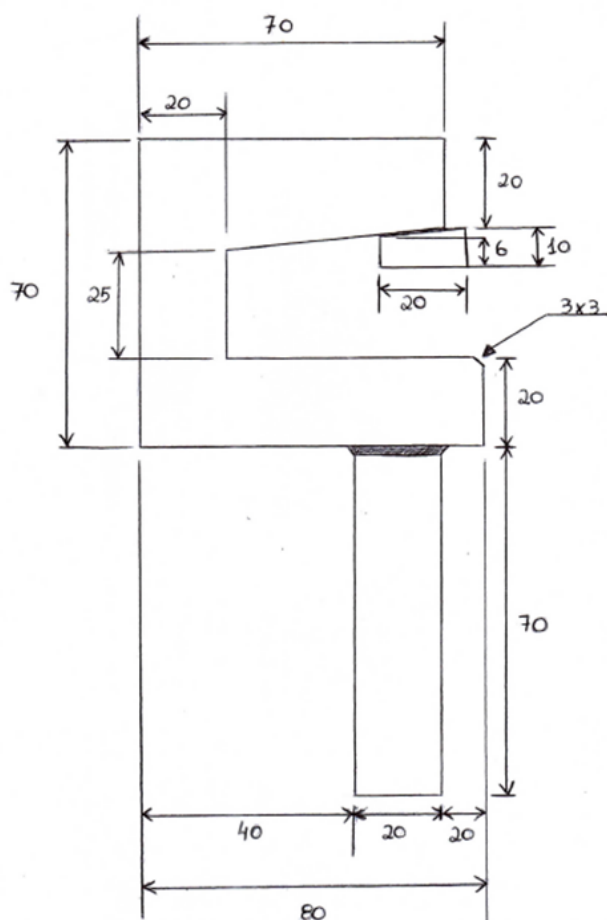


Figura 03. Projeto de detalhamento para fabricação da garra inferior.

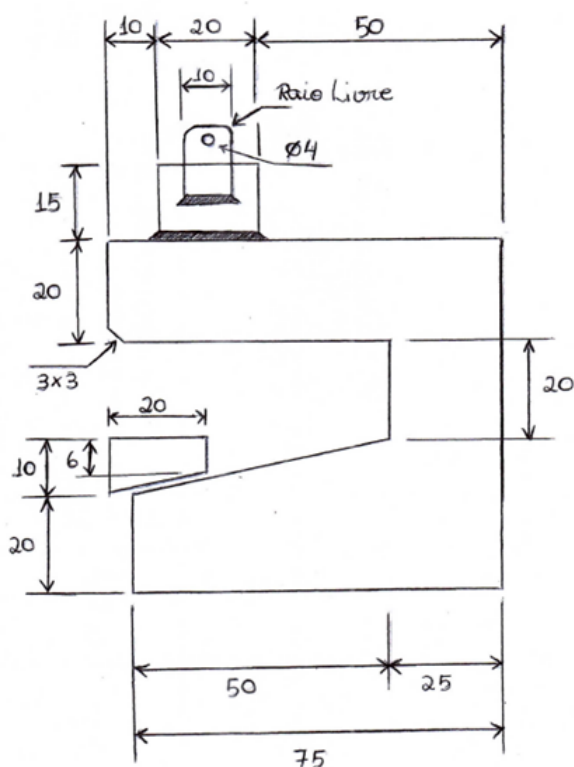


Figura 04. Projeto de detalhamento para fabricação da garra superior.

FABRICAÇÃO DA GARRA

A etapa de fabricação foi feita dentro das instalações do IFPA Campus Belém, com a utilização dos espaços e equipamentos pertencentes ao curso técnico em mecânica, laboratórios de usinagem e laboratório de soldagem.

Foram utilizados os seguintes equipamentos, serra fita horizontal, fresadora universal, torno universal semiautomático, retífica plana tangencial, furadeira de coluna, esmerilhadeira manual, máquina de solda para eletrodo revestido e ferramentas manuais.

Os materiais utilizados foram três pedaços de chapa de 100 mm x 150 mm com 25,4 mm de espessura, parafusos, porcas, arruelas, eletrodos, fresas, brocas e vídias.

Na Figura 05 está um pedaço da chapa de uma polegada de espessura

(25,4 mm), nesta foto a chapa já está cortada nas dimensões externas finais da parte principal da garra superior, e aí também está evidenciado o início da traçagem na peça para posterior usinagem dos detalhes internos, esta foto serve para dar uma noção do grande volume de trabalho ainda a ser feito, principalmente em função da robustez da chapa.



Figura 05. Foto do início da fabricação da garra.

Na figura 06 está sendo mostrado o trabalho de limpeza superficial das peças, através do uso de uma esmerilhadeira de 4½" de polegadas, todas as peças utilizadas precisaram ser previamente esmerilhadas e depois marcadas para identificação de cada uma de suas partes, isto é básico para qualquer processo de fabricação.



Figura 06. Foto da fabricação da garra.

Na Figura 07 está a foto da primeira parte da garra superior, nesta etapa a garra superior já está com o formato externo e interno pronto, e com um furo passante com rosca de M6 (rosca métrica com diâmetro de 6 mm).



Figura 07. Foto da fabricação da garra.

Na Figura 08 estão as peças menores, peças que foram fabricadas separadamente, mas que farão parte da garra superior e da garra inferior, peças que são fixadas algumas por parafusos outras por soldagem.



Figura 08. Peças acessórios para a garra.

Na Figura 09 a garra superior está fixada previamente com um grampo de fixação para que a soldagem ocorra de forma precisa.



Figura 09. Travamento da peça antes de iniciar o processo de soldagem.

Na Figura 10 já está a garra inferior (peça da esquerda), com a garra

superior (peça da direita), com um corpo de prova no meio, para visualização de qualquer ponto de interferência que venha a merecer ajuste de fabricação.



Figura 10. Montagem prévia para ajustes.

Na Figura 11 estão todas as peças fabricadas, cada uma com sua particularidade e função, sendo que cada peça foi projetada e fabricada de acordo com as necessidades previamente conceituada aqui neste trabalho.



Figura 11. Garras e peças fabricadas.

Na Figura 12 estão garra superior e inferior previamente montadas e pintadas na cor preta. Após esta etapa vários ajustes já foram feitos, como por exemplo ajuste nas medidas e no acabamento de cada peça envolvida.



Figura 12. Garras superior e inferior com acessórios e corpos de prova.

TESTE E VALIDAÇÃO

Foi montada a garra superior e inferior na máquina de ensaios mecânicos AROTEC WDW 100. Foi feito testes quanto a viabilidade da montagem e principalmente em relação ao resultado do ensaio de cisalhamento através deste novo dispositivo. O teste realizado foi com um corpo de prova de material compósito de matriz polimérica, feito em fibra de vidro com matriz epóxi.

Na Figura 13 está a garra superior e inferior montadas na máquina, com corpo de prova, neste teste foi possível verificar a necessidade de mais ajustes na fabricação, para que não comprometa a acurácia dos testes de cisalhamento. Detectado que a garra necessitava de uma melhor fixação do corpo de prova.



Figura 13. Garras e máquina preparada para teste.

Na Figura 14 está uma montagem da imagem do projeto conceitual com a imagem das garras prontas e montadas na máquina Arotec WDW 100, para evidenciar a ideia, a elaboração do projeto e o produto final, que foi fabricado, montado e testado.

Na Figura 15 está o gráfico do ensaio de cisalhamento feito na máquina Arotec WDW 100, com as garras fabricadas, trata-se de um gráfico tensão e deformação. No gráfico vemos que o

corpo de prova que foi sujeito a um esforço cisalhante (cortante) resistiu a uma tensão de 15,04 Mpa e a uma deformação 0,404 mm.

Mas a informação mais útil no gráfico, para este trabalho, não é a tensão e nem a deformação máxima, e sim verificar através do gráfico se ocorreu deslizamento ou movimentação indevida da garra durante o ensaio de cisalhamento, este gráfico é a melhor forma de validar o funcionamento da garra.

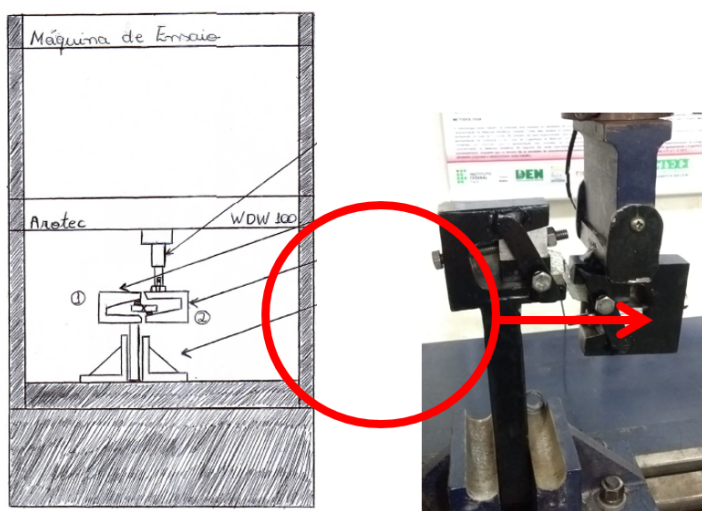


Figura 14. Projeto e imagem real das garras montadas.

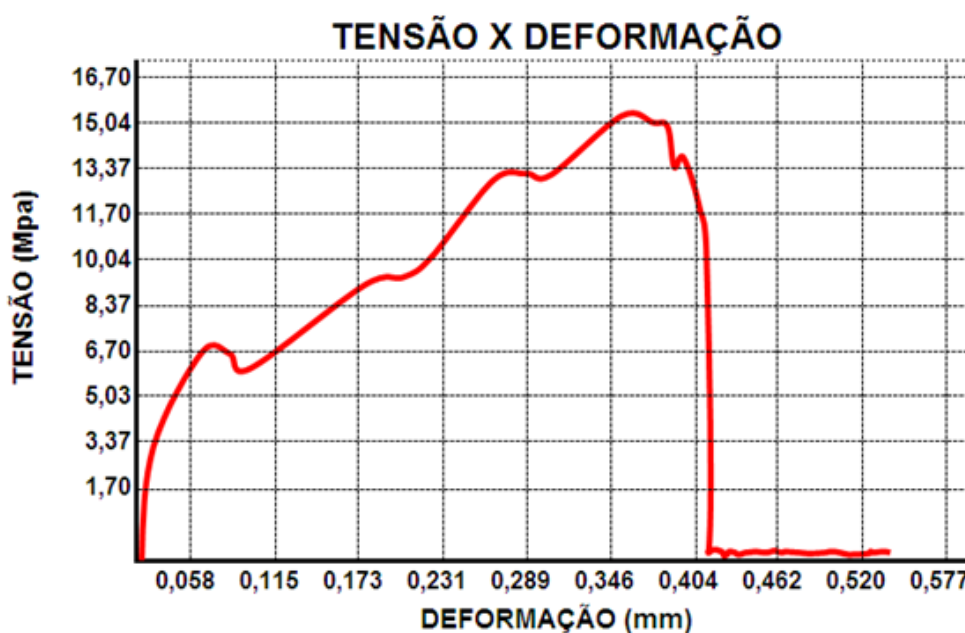


Figura 15. Gráfico gerado pela máquina Arotec WDW-100, através do uso das garras fabricadas.

RESULTADOS

Foram necessários dois momentos de testes para poder validar o uso das garras fabricadas, no primeiro momento ocorreram várias falhas na fixação do corpo de prova, fazendo com que os corpos de prova se movimentassem durante os esforços feitos pela máquina, isto acarretou gráficos totalmente distorcidos. Foram feitos alguns ajustes na garra superior e inferior, e então realizado um novo momento de testes, testes que geraram vários gráficos idênticos aos da Figura 15, neste momento a garra foi dada como concluída.

Com esta garra de ensaio de cisalhamento pronta para uso, a partir de agora o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém tem total condição através da máquina de ensaios AROTEC WDW-100E para fazer além dos ensaios de tração, compressão e flexão, pode agora realizar ensaios de cisalhamento. Estes ensaios de cisalhamento são um avanço na estrutura de testes para pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e produtos, principalmente no que tange a novos materiais compósito de matriz polimérica. Mas vale ressaltar que esta garra tem resistência estrutural para fazer testes de cisalhamento em qualquer tipo de material, pois foi fabricada com a robustez condizente para testes em materiais mais resistentes como por exemplos corpos de prova em aço.

CONCLUSÃO

O protótipo foi testado com corpos de prova em matriz epóxi com reforço em fibra de vidro e ensaiado de acordo com a norma ASTM D 4255/D 4255M. A referida garra é capaz de fazer ensaio de cisalhamento em todo e qualquer tipo de material.

O IFPA campus Belém passa a partir de então a ser capaz de realizar testes e ensaios de cisalhamento que antes não eram possíveis em virtude de não existirem os suportes necessários para a máquina de ensaios mecânicos.

Um pequeno mais significativo avanço para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e materiais dentro do IFPA, principalmente nas linhas de pesquisa de novos produtos feitos em material compósito em matriz polimérica, sendo estes materiais a tendência atual para substituição dos materiais metálicos, com o objetivo de reduzir peso e custo nos ambientes industriais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao curso técnico em mecânica do IFPA que disponibilizou toda a estrutura para a fabricação destas garras, aos cursos de metalurgia e engenharia de materiais que são os responsáveis pela máquina de ensaios mecânicos e ao professor Dr. Hélio Antônio Lameira e Almeida quem cedeu as chapas de aço utilizadas.

REFERÊNCIAS

BIOPDI – Solução em Ensaios de Materiais. **Ensaio de Cisalhamento**. 2021 Disponível em: < <https://biopdi.-com.br/artigos/ensaio-decisalhamento-/#:~:text=O%20ensaio%20de%20cisalhamento%20consiste,transversal%20%C3%A9%20chamada%20de%20cortante.>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

BITENCOURT Jr., Antonio Henrique da S. **Projeto de taliscas em compósitos de matriz polimérica para corrente de transportadores industriais**. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal do Pará, 2018.

GARCIA, A; SPIM, J. A.; SANTOS, A. A. **Ensaios dos Materiais**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

GUIMARÃES, Fernando Alves. **Avaliação das propriedades mecânicas de um compósito híbrido de matriz termoplástica PPS reforçado com fibras de carbono contínuas e descontínuas**. 2018. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018.

ITEN-Instituto Tecnológico de Ensaios. **Ensaios Mecânicos**. 2021 Disponível em: <<https://www.itensp.-com.br/ensaiosecanicos#:~:text=Os%20ensaios%20mec%C3%A2nicos%20>

s % C 3 % A 3 o % 2 0
m % C 3 % A 9 t o d o s , e m % 2 0
v % C 3 % A 1 r i a s % 2 0
condi % C 3 % A 7 % C 3 % B 5 e s % 2 0
de % 2 0 u s o > . Acesso em: 17 fev. 2021.

NETO, Andrés Heemann. **Projeto, dimensionamento e testes de um dispositivo para ensaios de compressibilidade em elastômero**. 2020. 28 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.