



ANÁLISE DE DIMENSIONAL E RUGOSIDADE DOS MATERIAIS COM INSTRUMENTOS METROLÓGICOS

DIMENSIONAL ANALYSIS AND RUGOSITY OF MATERIALS WITH METROLOGICAL INSTRUMENTS

Guilherme Santelli Barducci¹
Luana Ferracini Mendes²
Rodolfo Luiz Sorroche Peraza³
Victor Hugo Crescêncio Santos⁴
Sueli Souza Leite⁵
Vinicius Giraldelli Salandim⁶

RESUMO: Por meio de aulas práticas de instrumentação e metrologia foi analisado o dimensionamento de peças e seu acabamento superficial com intuito de desenvolver o conhecimento técnico e prático, que permitiu identificar a tendência dos resultados de medição e a comparação com os diferentes tipos de materiais, para análise dos dados foi utilizado o programa “R”, gerando gráficos para melhor interpretação, Com objetivo de analisar a variabilidade das medidas estatisticamente, nos resultados obtidos constatou-se que o pinus obteve maior variabilidade dimensional e que a maior rugosidade proveio do Eucalipto.

Palavras chave: Dimensões; Rugosidade; Metrologia.

ABSTRACT: By means of practical classes of instrumentation and metrology, it was analyzed the dimensioning of parts and their surface finishing in order to develop the

¹ Graduando em Engenharia de Produção, Unitoledo

² Graduanda em Engenharia de Produção, Unitoledo

³ Graduando em Engenharia de Produção, Unitoledo

⁴ Graduando em Engenharia de Produção, Unitoledo

⁵ Mestre em Engenharia Mecânica, Unitoledo

⁶ Graduando em Engenharia de Produção, Unitoledo

technical and practical knowledge, which allowed to identify the tendency of the measurement results and the comparison with the different types of materials, for analysis of the data was used the program "R", generating graphs for better interpretation. In order to analyze the variability of the measurements statistically, in the obtained results it was verified that the pinus obtained greater dimensional variability and that the greater roughness came from the Eucalyptus.

Keywords: Dimensions; Roughness; Metrology.

1.INTRODUÇÃO

Quando se trata da forma de medir ou corresponder a números sobre algo, é de uma importância que entre essas formas tenham um padrão desenvolvido para que todos possam desfrutar dessa ferramenta. Segundo SILVA (2004) “ação de medir é uma faculdade inerente ao homem, faz parte de seus atributos de inteligência” (apud CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Segundo VOMERO (2003, apud CARDOSO & FERNANDES, 2008) ao mensurar algo, não é citado os números atuais ou medições padronizadas, decorrente do passado, onde não sabiam a importância que tomaria o sistema de medições. Na pré-história, o homem primitivo, ao confeccionar instrumentos de caça e defesa utilizando ossos de animais e de pedras lascadas começava a avaliar dimensões.

PRASS (2008) afirma que a partir do momento em que passou a se organizar em grupos, e estes grupos foram crescendo, suas necessidades de medir foram aumentando cada vez mais. As primeiras maneiras que encontrou para medir as grandezas eram bastante simples e utilizavam partes do corpo como referência, por exemplo, o comprimento do pé ou largura da mão (apud CARDOSO & FERNANDES, 2008).

SILVA (2004) diz que nas civilizações antigas os pesos e medidas tiveram grande importância, servindo como base para trocas no comércio, padronização para medir a produção e suporte dimensional para o desenvolvimento das ciências e tecnologia (apud CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Mas a ideia de um sistema coerente e universal de medidas, baseado em grandezas físicas invariantes surgiu apenas a partir do século XVI, com a necessidade socioeconômica e política das monarquias absolutistas, principalmente na França e Inglaterra, e com os crescentes avanços no campo das ciências; ganhando força a partir do

séc. XVIII com as mudanças trazidas pela Revolução Francesa (DIAS, 1998, apud CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Quando é realizado uma medição é obtido um valor de uma grandeza, através da comparação com outra grandeza de mesma espécie, adotada como referência. A este valor é dado o nome de medida; e unidade de medida é um conceito abstrato usado para expressar o valor de uma medida relacionando-o à grandeza mensurada (SILVA, 2004, apud CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Existem diversos sistemas de unidades padrão. Um dos principais, adotado no Brasil e em diversos países do mundo, é o Sistema Internacional de Unidades, SI, que tem como base o sistema métrico decimal que teve origem na época da Revolução Francesa (Conceitos et al., n.d., 2008).

A Metrologia, é definida como a ciência da medição, tem como foco principal prover a confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas. Como as medições estão presentes, direta ou indiretamente, em praticamente todos os processos de produção industrial de tomada de decisão, a abrangência da metrologia é imensa, envolvendo a indústria, o comércio, a saúde, a segurança, a defesa e o meio ambiente, entre outros (CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Trata-se, portanto, de uma ciência que abrange aspectos teóricos e práticos relacionados à medição, garantindo que a qualidade esteja presente em todas as fases de fabricação de um produto (CARDOSO & FERNANDES, 2008).

Segundo o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), no documento, “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008 - 2012”, estima-se que cerca de 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados sejam dedicados aos processos de medição (FERNANDES, LUIZ, & COSTA, 2009).

A indústria brasileira está em crescimento consistente, demandando maior volume e maior qualidade dos serviços metrológicos. A inserção do Brasil no mercado globalizado requer uma forte base metrológica. A inserção do Brasil no mercado globalizado requer uma forte base metrológica para promover exportações e barrar importações sem qualidade. A Metrologia viabiliza um subsídio ideal à competitividade, além do crescimento da consciência da cidadania, o que aumenta a demanda por serviços de qualidade relacionados com a saúde, a segurança e o meio ambiente (FERNANDES, LUIZ, & COSTA, 2009).

2. OBJETIVOS

O objetivo principal é analisar estatisticamente a variabilidade das medidas de dimensionamento e de rugosidade de diferentes materiais (madeira, *pinus elliottii* e *corymbia citriodora*, o aço (1045) e o polímero *tecnil*).

3. REVISÃO TEORICA

3.1 PINUS

A Madeira Pinus, representada na figura 1, compreende aproximadamente 600 espécies florestais, em que a madeira das espécies *Pinus Elliottii* e *Pinus Taeda* destaca-se por apresentar grande aplicação industrial no Brasil. Essas espécies foram as que melhor se adaptaram ao clima na região sul e sudeste do país, tornando-se fontes renováveis de ciclo rápido, com mercado abrangendo os setores de paletes, embalagens, mobiliário construção civil e indústrias de celulose e papel.(MISSIO, DE CADEMARTORI et al, 2015).

3.2 EUCALIPTO

De acordo com IPEF (Instituto De Pesquisas e Estudos Florestais), O *Corymbia Citriodora*, conhecido também como eucalipto e representado na figura 2, é uma árvore média a grande. A madeira é muito utilizada para, construções, estruturas, caixotaria, postes, dormentes, mourões, lenha e carvão. No Estado de São Paulo a espécie apresenta susceptibilidade à geadas, boa resistência à deficiências hídrica. Em solos pobres pode haver alta incidência de bifurcações ligadas e deficiências nutricionais (principalmente boro); regenera-se muito bem por brotações das cepas. Em função das características básicas da espécie e dos resultados obtidos em São Paulo, deve-se considerar as geadas severas como fator limitante.

3.3 AÇO 1045

Tabela 1 – Composição química do aço AISI 1045 (em %) (SOUZA,2001).

C	Mn	Pmáx.	Smáx.	Si
0,43 – 0,50	0,60 – 0,90	0,040	0,050	0,10 – 0,60

O Terceiro material a ser medido foi Aço AISI 1045, representado na figura 4, que segundo a NBR 172/2000 é classificado como aço para construção mecânica. (Santos & Denti,2007).

3.4 TECNIL

Polímeros são grandes moléculas formadas pela repetitiva ligação entre muitas moléculas pequenas, chamadas de monômeros. Celulose e amido são polímeros construídos de pequenos açúcares, as proteínas são polímeros construídos de aminoácidos, e ácidos nucleicos são construídos de nucleotídeos. (Mardini Farias, Pércio A.).

3.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

As medidas dos Corpos de prova foram realizadas através do instrumento paquímetro, é uma régua graduada que com o uso dela pode-se medir a profundidade, comprimento e espessura do material, onde suas medidas são correspondidas em polegadas e milímetros, vale ressaltar que alguns paquímetros dão sua escala em milímetros.

As medidas de rugosidade foram feitas por um instrumento chamado rugosímetro esse instrumento com seu braço mecânico contendo na ponta uma agulha diamantada que desliza sobre a superfície do material, transmitindo suas deformidades planas para um leitor analisador eletrônico, previamente calibrado em termos de asperezas ou rugosidade milimétricas. Esse processo é bem parecido com a leitura de um disco de vinil, onde a agulha do pick up discrimina a música gravada no disco (LAMON, 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise dos dados, foram separados 5 materiais: dois tipos de madeira, *pinus elliottii* e *corymbia citriodora*, o aço (1045) e o polímero *tecnil*. O processo de medição foi

realizado 3 vezes por 3 pessoas, as quais mensuraram largura, altura e comprimento. Os dois primeiros materiais a serem medidos foram as Madeiras. As amostras de *Pinus elliottii* e *Corymbia citriodora*, foram acondicionadas na temperatura de 40°C e teor de umidade de equilíbrio em 12% conforme a norma ABNT NBR 07190/1997.



Figura 1: Amostra de pinus.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)



Figura 2: Amostra de eucalipto.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Referente as madeiras analisadas, a imagem microscópica mostra a diferenças das estruturas e suas particularidades.

(A) conífera → Pinus

(B) folhosa → Corymbia

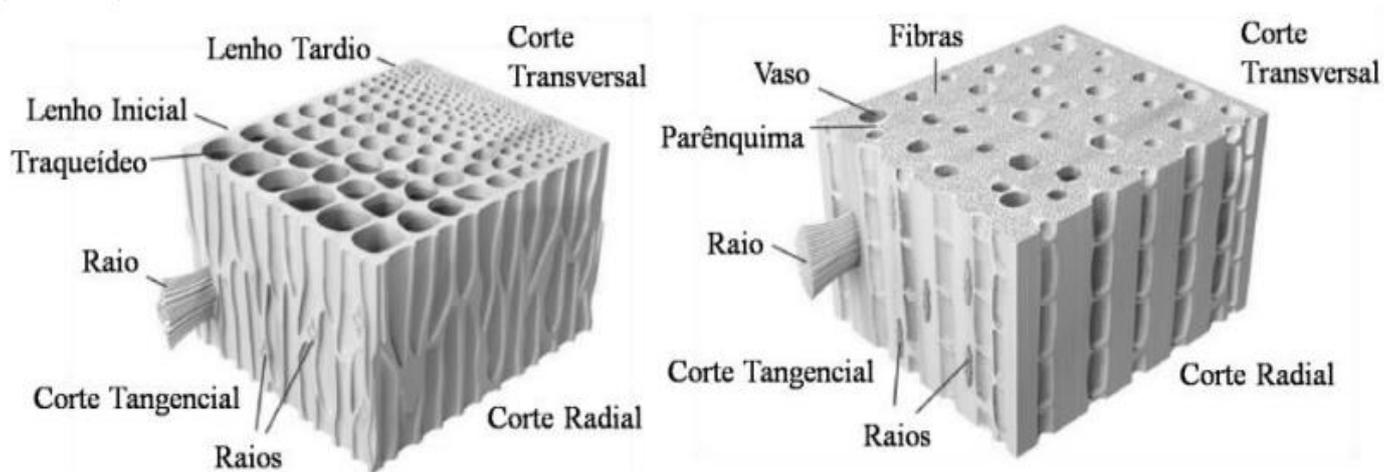


Figura 3: Estrutura microscópica das madeiras Pinus e Eucalipto.
Fonte: GONZAGA APUD MÜLLER, 2016



Figura 5: Amostra do Aço AISI 1045.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Referente ao Aço 1045 através de metalografia é possível analisar a estrutura microscópica.

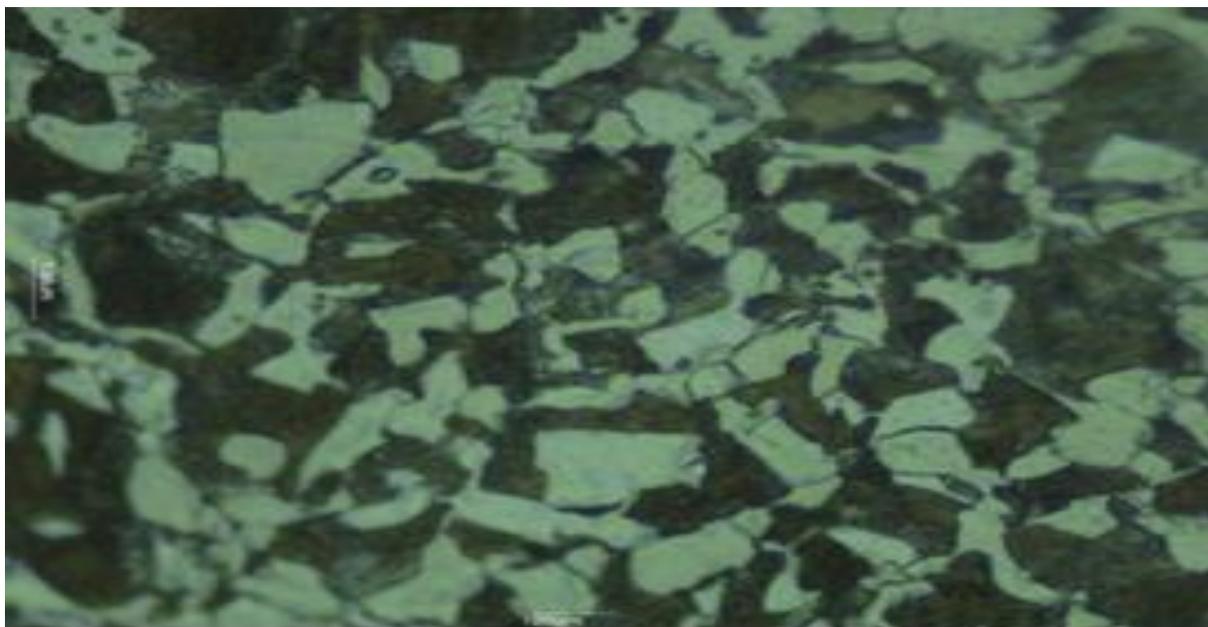


Figura 6: Imagem microscópica do Aço 1045
Fonte: LEITE, M. C. et al, 2017



Figura 7: Amostra do Polímero.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Instrumento utilizado representado na figura 8:



Figura 8: Paquímetro utilizado na medição.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Após a realização das medidas, largura, altura e comprimento, iniciou-se a avaliação das medidas de acabamento superficial de cada corpo de prova que se denomina rugosidade. Essa saliência dos corpos de prova é medida através de um instrumento denominado rugosímetro, ilustrado pela Figura 9.

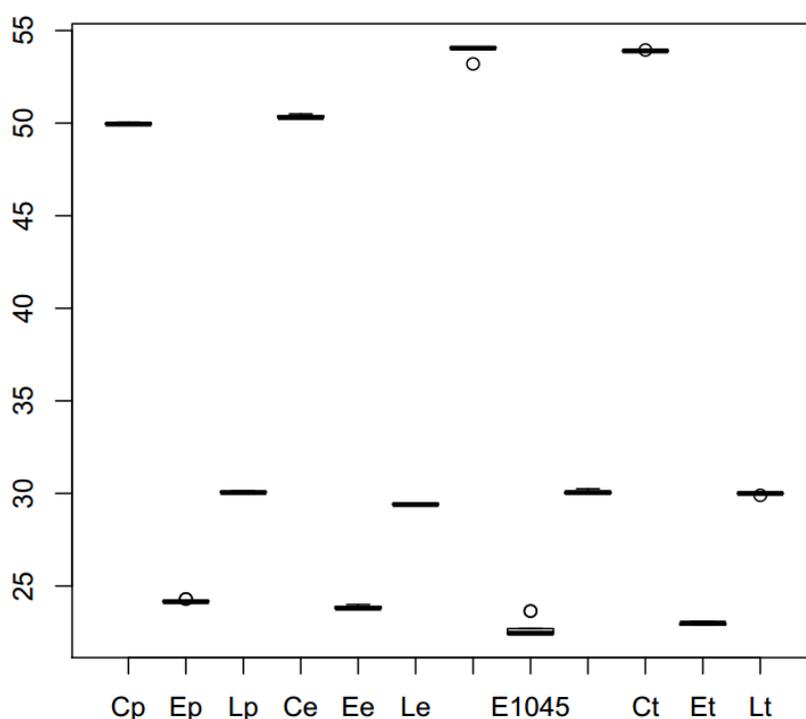


Figura 9: Rugosímetro
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DIMENSIONAL

Por meio da figura 10, pode-se observar que as menores e maiores médias de acordo com cada grupo: grupo das espessuras com a menor média obteve-se o Aço1045 e a maior obteve-se o Pinus, no grupo dos comprimentos com a menor média obteve-se o Pinus e a maior obteve-se o Aço 1045 e no grupo das larguras com a menor média obteve-se o Eucalipito e a maior obteve-se o Pinus.



Legenda:

C=Comprimento

E=Espessura

L=Largura

P=Pinus

E=Eucalipto

1045=Aço 1045

T=Tecnil

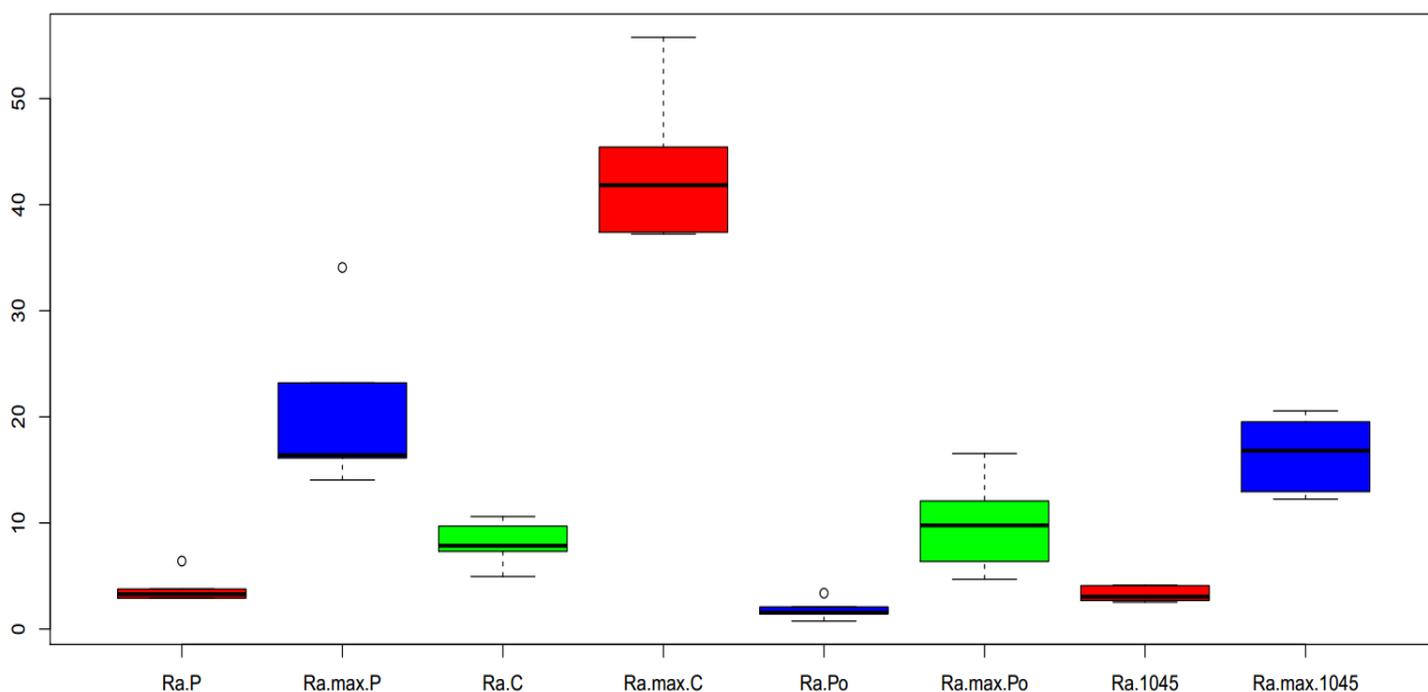
Figura 10: Box Plot das dimensões.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Todas as peças foram dimensionadas com o mesmo comprimento, espessura e largura. Porém, elas variaram no ato da medição, essa variação pode ter sido ocasionada pelo tipo do material.

No aço 1045 e no Tecnil a variação de medidas pode ser ocasionada pelo erro de paralaxe, um erro que ocorre pela observação errada na escala de graduação causada por um desvio ótico causado pelo ângulo de visão do observador.

5.2 Análise da rugosidade superficial



Legenda:

P=Pinus

C=Eucalipto

Po=Polímero

1045=Aço 1045

Figura 11: Box Plot da Rugosidade.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Rugosidade Pinus

Segue o gráfico de rugosidade proveniente do corpo de prova de Pinus Figura 1.

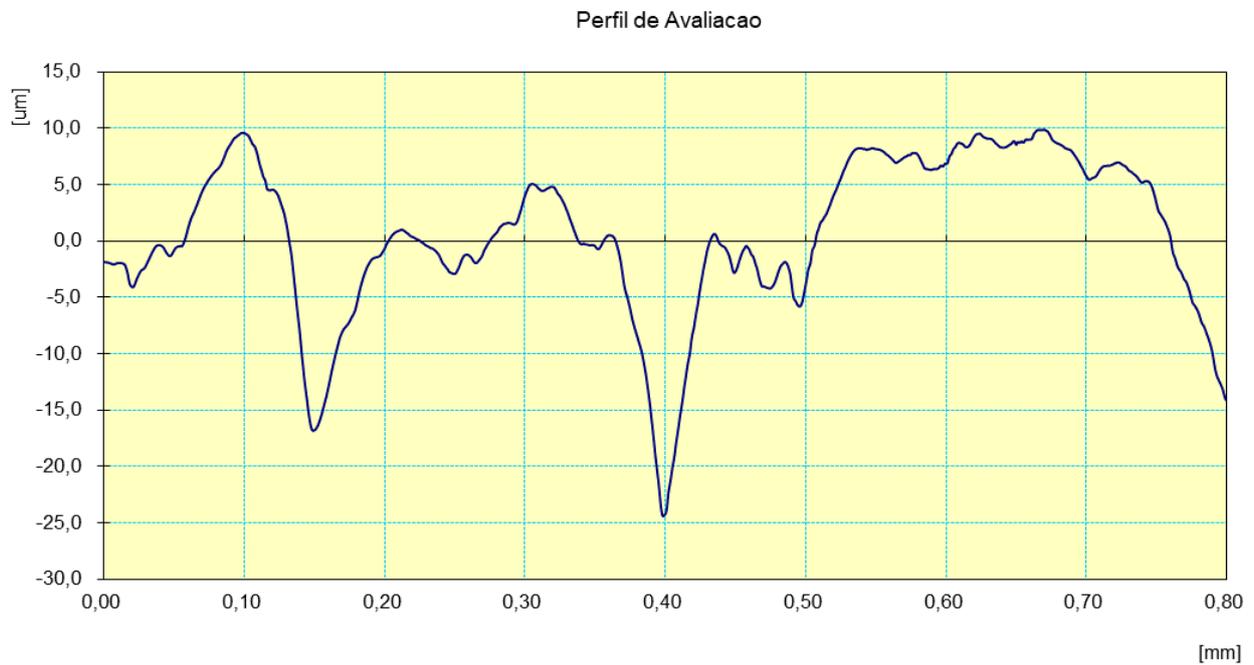


Figura 12: Rugosidade do Pinus.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Rugosidade Eucalipto

Segue o gráfico de rugosidade proveniente do corpo de prova do Eucalipto Figura 2.



Figura 13: Rugosidade do Eucalipto.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Rugosidade do Aço 1045

Segue o gráfico de rugosidade proveniente do corpo de prova de Aço 1045 Figura 5.

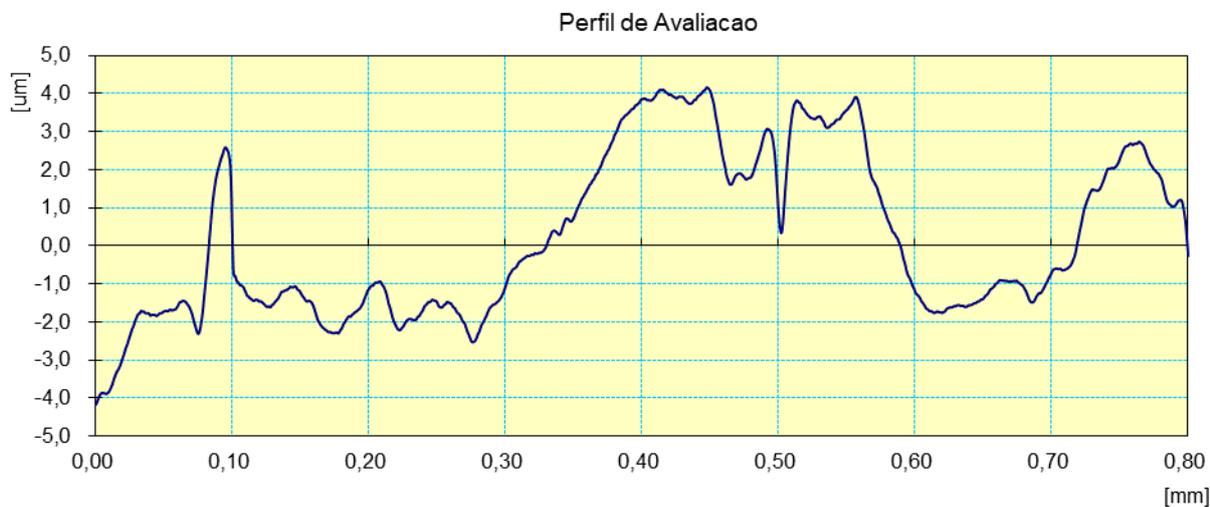


Figura 14: Rugosidade do Aço 1045
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Rugosidade Tecnil

Segue o gráfico de rugosidade proveniente do corpo de prova do Tecnil Figura 7.

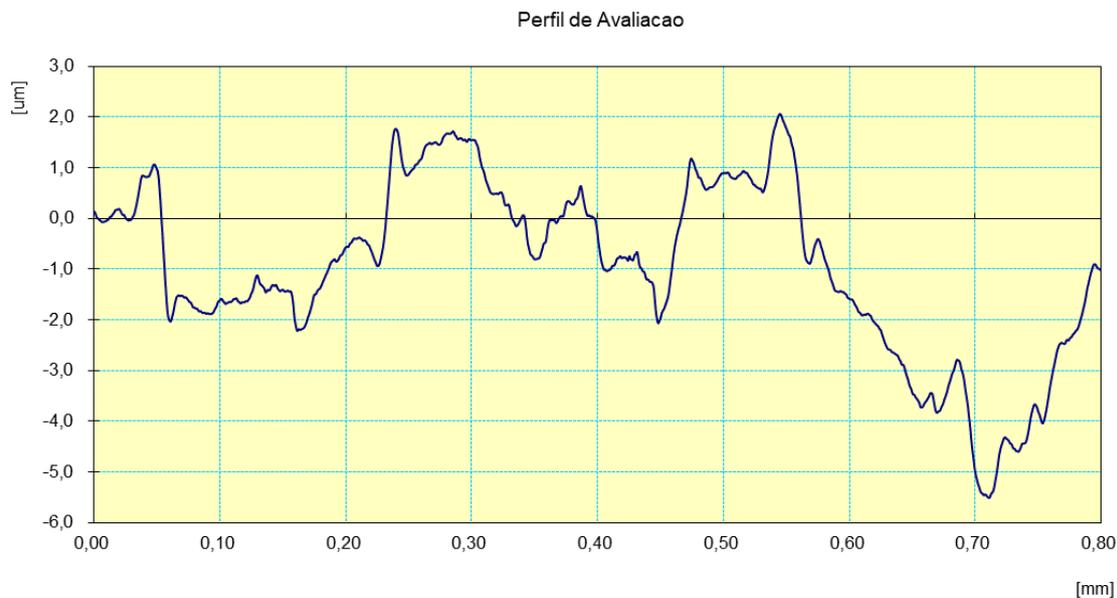


Figura 15: Rugosidade do Tecnil.
Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

Os gráficos de rugosidade mostram as ondulações das superfícies das peças de determinando se as mesmas estão com rugosidade adequada para seu uso.

Por meio dos graficos acima pode-se observar que as menores e maiores médias de Rugosidade: O menor Ra obteve-se do Polimero e o Ra.max obteve-se do Eucalipito. Conforme analisado nas estruturas de cada material podemos identificar o melhor acabamento superficial foi no Tecnil (polimero) que obteve uma superficie homegenea, a Superficie com pior acabamento superficial foi o Eucalipito por ter sua superficie heterogenea.

6. CONCLUSÕES

Após analisado as medidas de cada uma das peças, e seu acabamento superficial, determinou-se que as medidas podem sofrer variação de acordo com o tipo de material e suas características, Os matérias que se obteve maior variabilidade nas medidas o corpo de prova de pinus e o que apresentou maior variabilidade dimensional o corpo de prova de tecnil, na análise de rugosidade o menor Ra teve proveniência do polímero e o maior Ra.max obteve-se do eucalipto essas análises só foram possíveis devido a inserção de dados em um software, que possibilitou obter as informações necessárias para a análise dimensional e análise da rugosidade verificando todos indicadores e apontamentos que podem ser analisados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 107p, 1997

BOYNARD, Claudia, Avaliação da Tenacidade ao Impacto da Região Revenida pelo Passe Duplo em Soldagem Smaw do Aço AISI 1045,2007.Disponível em:<
http://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/2007-1_claudia_santos_de_oliveira.pdf> .Acesso em 16 maio.2018.

CARVALHO,Luiz,Unidades de Medida:Conceitos,Evolução e Desenvolvimento em sala de aula,2008.Disponível em:<http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC0777_01_O.pdf> . Acesso em:14 maio.2018.

FERNANDES, Wilson, Metrologia e Qualidade – Sua Importância como fatores de Competitividade nos Processos Produtivos, 2009.Disponivel em:<

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_615_13247.pdf> . Acesso em:15 maio.2018.

GERAIS & NA, Paquímetro Aspectos Gerais,2000.Disponível em:<
http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/veriano/materiais/03_Paquimetros.pdf>
.Acesso em: 17 maio.2018.

GONZAGA, A. L. Madeira: uso e conservação. Brasília/DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006.

IPEF(Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais)Corymbia citriodora Hill & Johnson (Eucalyptus citriodora Hook).Disponível em:<<http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/citriodora.asp>> .Acesso em:17 maio.2018.

LAMON,Geraldo,“FATOR ‘ C ’ - RUGOSIDADE Rugosidade é definida no caso particular das tubulações , aquela que tem uma anomalia interna , representada por protuberâncias , rugas ou ainda crateras em sua estrutura interna natural quando nova ou após envelhecimento pelo uso,” n.d.),2013.Disponível em:<http://lamon.com.br/ckfinder/userfiles/files/FATOR_C_%20RUGOSIDADE.pdf> .Acesso em:18 maio.2018.

MARDINI,Pércio, NylonPUC(Pontifícia Universidade Católica).Disponível em:<
http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Nylon/pdf_LT/LT_ nylon.pdf>
.Acesso em:18 maio.2018.

MISSIO,Luiz, Propriedades Mecânicas da Madeira Resinada de Pinus Elliotti,2015.Disponível em:<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000801432>
.Acesso em:14 maio.2018.

MÜLLER, L. C. TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO UTILIZANDO ELEMENTOS FILTRANTES DE MADEIRA. tese de mestrado, p. 141, 2016.Disponível em:<
<http://alvarestech.com/temp/cobef2011/grima.ufsc.br/cobef2011/media/trabalhos/COF11-0248.pdf>> .Acesso em:15 maio.2018.