

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 02/03/2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Campus de Guaratinguetá

**ESTUDO DA USINAGEM DOS COMPOSTOS PLÁSTICO MADEIRA E MADEIRA
PLÁSTICA**

SARAH DAVID MÜZEL

Guaratinguetá, SP

2017

SARAH DAVID MÜZEL

**ESTUDO DA USINAGEM DOS COMPÓSITOS PLÁSTICO MADEIRA E MADEIRA
PLÁSTICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para a obtenção
do título de Mestre em Engenharia Mecânica na área
de Materiais

Orientador:

Prof. Dr. Manoel Cléber de Sampaio Alves

Co-orientador:

Prof. Dr. Júlio Cesar Molina

Guaratinguetá, SP

2017

David Müzel, Sarah
D24 Estudo da usinagem dos compósitos plástico madeira e madeira
9e plástica / Sarah David Müzel – Guaratinguetá, 2017.
161 f : il.
Bibliografia: f. 137-146
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade
de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Manoel Cléber de Sampaio Alves
Coorientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Molina
1. Compósitos poliméricos. 2. Aspereza de superfície.
3. Usinagem. I. Título

CDU 541.6(043)

SARAH DAVID MÜZEL

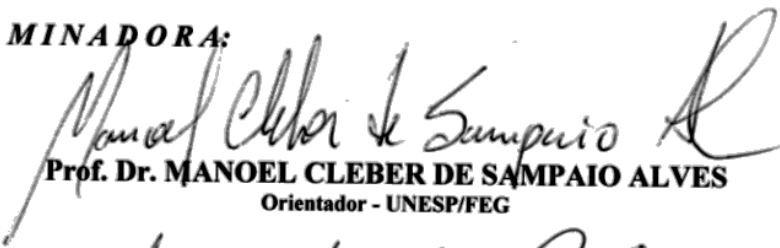
**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”**

**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: MATERIAIS**

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MANOEL CLEBER DE SAMPAIO ALVES
Orientador - UNESP/FEG


Prof. Dr. MARCOS VALÉRIO RIBEIRO
UNESP/FEG


Prof. Dr. FÁBIO MINORU YAMAJI
UFSCar/Sorocaba

Março de 2017

DADOS CURRICULARES

SARAH DAVID MÜZEL

NASCIMENTO	08.09.1988 - ITAPEVA/SP
FILIAÇÃO	Jane Moura Santos Bento Luís Carlos Bento
2005/2006	Curso Técnico Informática - ETEC Centro Paula Souza” Demétrio de Azevedo Junior”
2010/2014	Curso de Graduação Engenharia Industrial Madeireira, na Faculdade de Engenharia do Campus de Itapeva da Universidade Estadual Paulista.
2015/2017	Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

A Jane, Jacyra (In Memoriam) e Euclides (In Memoriam)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe por todo o apoio, paciência e compreensão.

Agradeço aos meus professores: Luiz Rogério de Oliveira Hein, Edson Cocchieri Botelho, José Vitor Candido de Souza, Marcos Valério Ribeiro; aos técnicos Juliano Rodrigo de Brito, José Manoel Bernardes e Domingos Hasmann Neto, sem vocês não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus orientadores Prof. Dr Manoel Cléber de Sampaio Alves e Prof. Dr Júlio Cesar Molina pela amizade, ensinamentos, paciência e principalmente pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos meus colegas Elida Alves, Mauricio Oliveira Filho, Dielly e Cássia Cavalcanti, Yuzo Kondo e Luiza Conejo por me ajudarem e me apoiarem na realização deste trabalho, por dividir as aflições e as vitórias durante todo o mestrado.

As minhas amigas Talita e Roberta, por me aguentarem o tempo todo falando da dissertação, por me apoiarem e me incentivarem durante todo o mestrado.

A minha amiga Larissa Ribas, por me ajudar na realização deste trabalho, pela amizade e companheirismo durante todos esses anos.

Ao Eduardo P. B., amigo e noivo, por me auxiliar nos ensaios, pelas longas horas de discussão e intensivas buscas bibliográficas sobre os temas abordados, pelo companheirismo e suporte para a realização desta dissertação.

As empresas Econs- Ecologia na Construção e Wisewood Soluções Ecológicas S.A pela doação dos materiais de estudo. E a empresa Seco Tools Brasil pela doação das ferramentas utilizadas nesse estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado (Nº do processo: 133198/2015-4).

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro na compra de equipamentos e auxílio para a participação em congresso, respectivamente.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para essa dissertação.

Obrigada!

“São as perguntas que não sabemos responder que mais nos ensinam. Elas nos ensinam a pensar. Se você dá uma resposta a um homem, tudo o que ele ganha é um fato qualquer. Mas, se você lhe der uma pergunta, ele procurará suas próprias respostas”.

(Patrick Rothfuss)

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais retornará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

DAVID MÜZEL, S. **ESTUDO DA USINAGEM DOS COMPÓSITOS PLÁSTICO MADEIRA E MADEIRA PLÁSTICA** 2017. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) –Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, Guaratinguetá, 2017.

RESUMO

O compósito plástico madeira e a madeira plástica são materiais utilizados em diversos setores como automotivo, movelaria e principalmente na construção civil. Eles se tornaram tendência em construções ecológicas, sendo adequado para a construção de pisos, *decks*, brises, escadas, esquadrias, piores e cercas. Tanto a produção da madeira plástica quanto do plástico madeira, em geral, é realizada via extrusão de perfis pré-definidos, porém, através da usinagem seria possível a produção de peças mais complexas em termos geométricos, dimensionais e superficiais, bem como, ampliar a utilização desses materiais na construção civil e na movelaria. Sendo assim, a presente proposta teve por objetivo o estudo da usinagem destes materiais. Para o estudo da usinagem da madeira plástica e do plástico madeira, foram realizados os processos de furação e de fresamento, nas modalidades tangencial e frontal, utilizando o método de Taguchi, tendo como fatores estudados as velocidades de corte e de avanço, o sentido de corte (concordante e discordante), a profundidade de corte e o tipo de material. As variáveis de saída analisadas foram o consumo de potência, a vibração média, o aquecimento das peças, a rugosidade, o desvio dimensional dos furos, a topografia das superfícies usinadas, o desgaste das ferramentas e os tipos e formas de cavacos gerados. Após os dados serem coletados foi realizada uma análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, para testar a existência de diferenças significativas entre as médias. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que os materiais estudados apresentaram boa usinagem mediante os processos de fresamento e furação. Em geral o fresamento frontal apresentou melhor acabamento superficial e o tangencial menor consumo de potência, vibração e aquecimento das peças. Os furos realizados sofreram dilatação e ficaram menores que o esperado. Os cavacos gerados foram os mais diversos e nem sempre classificados pela ISO 3685:1993. As ferramentas de corte sofreram desgastes de flanco e a avaria do tipo lascamento. As velocidades de corte e de avanço e a profundidade de corte não apresentaram semelhança entre os entre itens analisados.

Palavras-chave: Compósito polimérico. Potência. Rugosidade. Vibração. Furação. Fresamento.

DAVID MÜZEL, MACHINING STUDY OF WOOD PLASTIC COMPOSITE AND PLASTIC LUMBER 2017. 159f. Dissertation (Master in Mechanical Engineering) – São Paulo State University (Unesp), School of Engineering, Guaratinguetá, 2016.

ABSTRACT

The wood plastic composite and the plastic lumber are materials used in the several sectors like automotive, furnitures and mainly in the construction. They have become a tendency in ecological constructions, being appropriated for floors, decks, strairs, frames, piers and fances. Both the production of the plastic lumber and the wood plastic composite, in general, is carried out by extrusion of predefined profiles, however, with the machining it would be possible to produce more complex pieces in geometric, dimensional and superficial terms, as well as to extend the use of these materials in construction and furniture. Therefore, the purpose of this proposal was to study the machining of these materials. To the machining study of the plastic lumber and the wood plastic composite, drilling processes and milling, the tangential and front procedures were performed using the Taguchi method, with the factors studied cutting speeds and feed the cutting direction (concordant and discordant), depth of cut and the type of material and as output variable power consumption, the average vibration, heating the parts, the roughness, the dimensional tolerance of the holes, the topography of the machined surface, wear of tool types and shapes of chips generated. After the data is collected was carried out an analysis of variance (ANOVA) with 5% significance level to test the existence of significant differences between the means. The results obtained can be concluded that the materials studied showed good machinability through the milling and drilling processes. In general face milling showed better surface finish and tangential lower power consumption, vibration and heating of the parts. The holes made suffered dilated and were smaller than expected. The chips generated were the most diverse and not always classified by ISO 3685: 1993. The cutting tools suffered flank wear and chipping type failure. The cutting and feed velocities and the depth of cut did not show any similarity between the analyzed items.

Key-words: Polymer composites. Power rating. Roughness. Vibration. Drilling. Milling

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 COMPÓSITOS	15
3.2 COMPÓSITOS PLÁSTICO MADEIRA	16
3.2.1 HISTÓRICO	17
3.2.2 APLICAÇÕES	18
3.2.3 PRODUÇÃO	20
3.2.3.1 Matriz.....	20
3.2.3.2 Reforço	22
3.2.3.3 Aditivos	24
3.2.3.4 Processamento dos materiais	26
3.3 MADEIRA PLÁSTICA	26
3.4 USINAGEM.....	28
3.4.1 USINAGEM DE POLÍMEROS	28
3.4.2 USINAGEM DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS	29
3.4.3 PROCESSOS DE USINAGEM	30
3.4.3.1 Fresamento.....	30
<i>3.4.3.1.1 Fresamento discordante</i>	32
<i>3.4.3.1.2 Fresamento concordante</i>	34
<i>3.4.3.1.3 Fresamento combinado</i>	35
<i>3.4.3.1.4 Fresamento frontal</i>	35
<i>3.4.3.1.5 Fresamento tangencial</i>	36
3.4.3.2 Furação	37
<i>3.4.3.2.1 Movimento</i>	39
<i>3.4.3.2.2 Complicações no processo de furação</i>	40
3.4.4 USINABILIDADE	41
3.4.4.1 Características do cavaco.....	42
<i>3.4.4.1.1 Etapas de formação do cavaco</i>	42
<i>3.4.4.1.2 Tipos de cavacos</i>	45
<i>3.4.4.1.3 Formas de cavacos</i>	48
3.4.4.1 Desgaste e avaria das ferramentas de corte	50
3.4.4.2 Acabamento superficial da peça	57
<i>3.4.4.2.1 Largura média dos elementos do perfil de rugosidade</i>	60
<i>3.4.4.2.2 Rugosidade Média</i>	61
3.4.5 PARÂMETROS DO PROCESSO DE USINAGEM	62
3.4.5.1 Potência de usinagem	62
<i>3.4.5.1.1 Cálculo da potência de corte</i>	63

3.4.5.2	Vibração.....	64
3.4.5.3	Temperatura.....	67
3.5	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	69
3.5.1	MÉTODO TAGUCHI	69
4	MATERIAL E MÉTODOS	72
4.1	PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DOS COMPÓSITOS.....	72
4.1.1	DENSIDADE	73
4.1.2	CISALHAMENTO	74
4.1.3	DUREZA	75
4.1.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	76
4.2	ANÁLISE TÉRMICA.....	76
4.2.1	ANÁLISE TERMOMECÂNICA	76
4.2.2	ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA	77
4.3	ESTUDO DA USINAGEM.....	78
4.3.1	PROCESSO DE USINAGEM	78
4.3.1.1	Fresamento.....	79
4.3.1.2	Furação	82
4.3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	84
4.3.2.1	Fresamento.....	84
4.3.2.2	Furação	85
4.3.2.3	Análise Estatística.....	86
4.3.3	SISTEMA AQUISIÇÃO DE DADOS	87
4.3.3.1	Potência consumida	87
4.3.3.2	Vibração.....	88
4.3.3.3	Aquecimento das peças durante a usinagem	89
4.3.4	DESGASTE E AVARIA DAS FERRAMENTAS DE CORTE	90
4.3.4.1	Comprimento de corte	91
4.3.4.1.1	<i>Fresamento</i>	91
4.3.4.1.2	<i>Furação</i>	93
4.3.5	TIPOS E FORMAS DE CAVACOS	94
4.3.6	INTEGRIDADE SUPERFICIAL	95
4.3.6.1	Rugosidade	95
4.3.6.2	Topografia.....	96
4.3.6.3	Desvio Dimensional.....	97
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
5.1	PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DOS COMPÓSITOS.....	98
5.1.1	DENSIDADE	98
5.1.2	CISALHAMENTO	100
5.1.3	DUREZA	100
5.2	ANÁLISE TÉRMICA.....	101
5.2.1	ANÁLISE TERMOMECÂNICA	101
5.2.2	ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA	101
5.3	ESTUDO DA USINAGEM.....	102
5.3.1	POTÊNCIA CONSUMIDA	102

5.3.2	VIBRAÇÃO	107
5.3.3	AQUECIMENTO DAS PEÇAS DURANTE A USINAGEM	112
5.3.4	DESGASTE E AVARIA DAS FERRAMENTAS DE CORTE	115
5.3.4.1	Fresamento	115
5.3.4.2	Furação	117
5.3.5	TIPOS E FORMAS DE CAVACOS	118
5.3.6	INTEGRIDADE SUPERFICIAL	125
5.3.6.1	Rugosidade	125
5.3.6.2	Desvio Dimensional dos Furos	135
6	CONCLUSÃO	136
	REFERÊNCIAS	137
	APÊNDICE A- ANÁLISE TERMOMECÂNICA	147
	APÊNDICE B- ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA	149
	APÊNDICE C- CONSUMO DE POTÊNCIA	151
	APÊNDICE D-VIBRAÇÃO MÉDIA	153
	APÊNDICE E- AQUECIMENTO DAS PEÇAS DURANTE A USINAGEM	155
	APÊNDICE F- RUGOSIDADE	157

1 INTRODUÇÃO

Os compósitos poliméricos são materiais formados por polímeros distintos ou por um polímero e outra classe de material. Atualmente existem diversos tipos e aplicações para compósitos poliméricos, desde molde de injeção até *decks*, por isso, esses materiais vêm ganhando mais espaço dentro das indústrias. Porém, devido à alta competitividade é determinante que as empresas atuem no desenvolvimento de novos materiais, bem como, na otimização dos métodos de fabricação e dos sistemas de manufatura, a fim de produzirem produtos de melhor qualidade, num menor tempo e com menor custo.

Nessa busca, procuram-se processos que favoreçam uma maior produtividade com menores custos e que atendam aos requisitos de uso final de cada peça, porém os compósitos podem ser aplicados nos mais diversos tipos de componentes e cada qual possui suas especificidades, bem como uma geometria diferente, tornando assim, cada vez mais difícil a sua fabricação. Nesse contexto a usinagem pode ser um processo, que se executado corretamente, se torna um aliado na manufatura dos compósitos (REZENDE, 2007; GAITONDE et al., 2012).

A usinagem de compósitos polímeros vem crescendo devido à necessidade de se produzir peças com alta exatidão, bem como, quando a quantidade de peças produzidas não justifica a utilização de moldes de injeção ou extrusão por matriz, devido ao alto custo monetário. Para se obter sucesso no processo de usinagem de peças poliméricas é necessário que se conheça muito bem o material que está sendo usinado, pois cada um apresenta características bastante particulares, bem como um comportamento diferenciado durante a usinagem. Portanto, os parâmetros de usinagem devem ser adequados para cada tipo de polímero.

Como exemplo, tem-se o compósito plástico madeira e a madeira plástica, produzidos principalmente pelo processo de extrusão, contudo através de um processo de usinagem, seria possível produzir peças mais complexas em termos geométricos, dimensionais e superficiais (BUEHLMANN; SALONI; LEMASTER, 2001; SALONI; BUEHLMANN; LEMASTER, 2011; SOMSAKOVA et al., 2012; HUTYROVÁ et al., 2014).

O termo compósito plástico madeira, refere-se a qualquer compósito produzido com madeira e resina polimérica. Já madeira plástica é um produto fabricado com 100% de polímero virgem ou reciclado, não contendo madeira em sua composição. Esses materiais são utilizados como substitutos da madeira serrada e atualmente no Brasil também são empregados como

substitutos de peças de ferro fundido em aplicações urbanas e sanitárias, sendo que neste caso é adicionado reforço de fibras de vidro na madeira plástica, tornando-a um composto polimérico. No âmbito da construção civil, eles podem ser perfeitamente utilizados como *decks*, *pallets*, batentes, portões, cercas, dormentes, cruzetas, mourões, fachadas, bancos, lixeiras, pergolados, placas, *playgrounds*, entre outros.

Devido ao aumento da utilização desses materiais, haverá também uma maior necessidade de processamento secundário dos mesmos, em virtude de uma variedade de razões. Exemplos para tais processos poderiam ser a necessidade de criar aberturas em superfícies sólidas, de mudar o perfil de uma peça já produzida, de melhorar o acabamento superficial ou até mesmo a modelagem /desbaste e aplainamento de um bloco bruto de material. No entanto, até agora existe pouco conhecimento quanto às propriedades do plástico madeira e da madeira plástica, quando submetidos ao processamento secundário (BUEHLMANN; SALONI; LEMASTER, 2001; HUTYROVÁ et al., 2014).

Contudo, o fato desses materiais serem compostos por constituintes distintos entre si (matriz e reforço) torna sua usinagem bastante complexa, dificultando a obtenção de superfícies de boa qualidade e de tolerâncias dimensionais e geométricas estreitas (GAITONDE et al., 2012). Portanto, há a necessidade de se gerar conhecimento acerca do comportamento dessa categoria de materiais durante operações de usinagem, visando obter um desempenho satisfatório durante o corte, além de produzir componentes que atendam aos requisitos estabelecidos (GUTIÉRREZ et al., 2014).

6 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que os materiais estudados apresentaram boa usinagem mediante os processos de fresamento e furação. Em geral o fresamento frontal apresentou melhor acabamento superficial e o tangencial menor consumo de potência, vibração e aquecimento das peças. Os furos realizados sofreram dilatação e ficaram menores que o esperado.

As velocidades de corte e de avanço e a profundidade de corte não apresentaram semelhança entre os entre itens analisados. Entretanto, observou-se que apesar das recomendações literárias serem para a utilização de avanços menores, para ambos os processos, bem como uma velocidade de corte menor para o processo de furação, os parâmetros empregados mostraram que é possível utilizar valores maiores que os recomendados para usinagem dos materiais estudados.

Uma grande preocupação em usinagem de polímeros é o aquecimento das peças, porém através das análises térmicas e da análise do aquecimento das peças observou-se que os processos de usinagem empregados não degradam os materiais estudados

REFERÊNCIAS

- ABRATE, S; WALTON, D. A. Machining of composite materials. Part I: Traditional methods. **Composites Manufacturing**, v. 3, n. 2, p. 75-83, 1992.
- ALMEIDA, H. S; TOLEDO, J. C. Método Taguchi: Qualidade voltada para o projeto do produto e do processo. **Revista de Administração (São Paulo)**, v. 24, n. 4, 1989.
- ALTINTAS, Y; WECK, M. Chatter stability of metal cutting and grinding. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 53, n. 2, p. 619-642, 2004.
- ALVES, M. C. S; GONÇALVES, M. T.T; VARASQUIM, F. M. F. A; SANTIAGO, L F. F; VARANDA, L. D; BIANCHI, E.D. Análise da influência da velocidade de corte, da granulometria da lixa e da pressão específica de corte no processo de lixamento. In: **VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, 6., 2010, Paraíba, 2010. p11.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM A 600-92a**: Standard Specification for Tool Steel High Speed, 2004.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D1037-12**: Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, 2006.
- ASHORI, A. Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 11, p. 4661-4667, July 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12545**: Conceitos da técnica de usinagem - Forças, energia, trabalho e potências - Terminologia. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 4287**: Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros da rugosidade. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 4288**: Especificações geométricas de produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6175**: Usinagem- Processos Mecânicos. Rio de Janeiro, 2015.
- BAPTISTA, A. L. B. Aspectos metalúrgicos na avaliação da usinabilidade de aços. **Revista Escola de Minas**, v. 55, n. 2, p. 103-109, 2002.
- BATALIOTTI, M. D. **Avaliação da degradação do polipropileno sob múltiplas extrusões com e sem antioxidante**. 2016. 43 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.
- BERTHELOT, J-M. **Composite materials: mechanical behavior and structural analysis**. Springer Science & Business Media, 2012.
- BOOTHROYD, G; KNIGHT, W. A. **Fundamentals of machining and machine tools**. 2ª edition, New York: Marcel Dekker, 1989.

- BOUMBIMBA, R. M; FROUSTEY, C; VIOT, P; OLIVE, J. M. F. R. R. INOUBLI, R. Preparation and mechanical characterisation of laminate composites made of glass fibre/epoxy resin filled with tri bloc copolymers. **Composite Structures**, v.116, p 414-422, 2014.
- BOWYER, J; FERNHOLZ, K; HOWE, J; BRATKOVICH, S. Wood Plastic Composite Lumber vs. Wood *Decking*. Comparison of Performance Characteristics and Environmental Attributes. **Dovetail Partners Inc**. Minneapolis – USA, 12 p. 2010.
- BUEHLMANN, U; SALONI, D; LEMASTER, R. L. Wood Fiber-Plastic Composites: Machining and Surface Quality. In: **Proceedings of the 15th International Wood Machining Seminar**, Anaheim, CA, 2001.
- CALLISTER JR, W D; RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora SA (LTC), 8ª edição, 2013. 817p.
- CAMARGO, R. **Rugosidade superficial nas operações de torneamento**. Centro de formação SENAI, Santa Bárbara d'Oeste, 2002. 96p.
- CATTO, A. L; MONTAGNA, L. S; ALMEIDA, S. H; SILVEIRA, R. M; SANTANA, R. M. Wood plastic composites weathering: Effects of compatibilization on biodegradation in soil and fungal decay. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 109, p. 11-22, 2016.
- CAULFIELD, D. F; CLEMONS, C; JACOBSON, R. E; ROWELL, R. M. Wood thermoplastic Composites. In: **Handbook of wood chemistry and wood composites**. USA, CRC Press. 491p. 2005. Cap 13. p. 365-380.
- CHINDAPRASIRT, P; HIZIROGLU, S; WAISURASINGHA, C; KASEMSIRI, P. Properties of wood flour/expanded polystyrene waste composites modified with diammonium phosphate flame retardant. **Polymer Composites**, v. 36, n. 4, p. 604-612, 2015.
- CHUNG, D. D. L. **Composite materials: science and applications**. 2ª ed. Springer Science & Business Media, 2010. 349p.
- CLEMONS, C. Wood-Plastic Composites in the United States: The Interfacing of Two Industries. **Forest Products Journal**, v.52, n.6, p.10-18, 2002.
- COLOM, X; CARRASCO, F; PAGÈS, P; CAÑAVATE, J. Effects of different treatments on the interface of HDPE/lignocellulosic fiber composites. **Composites Science and Technology**, v.63, p.161-69, 2003.
- CORREA, C. A; FONSECA C.N.P; NEVES S; RAZZINO C.A; HAGE E. Compósitos Termoplásticos com Madeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n.3, p. 154-165, 2003.
- DALLAS, D, B. Tool and Manufacturing Engineers Handbook. 3ª ed. **Society of Manufacturing Engineers**. 1484, 1976.
- DAVIM, J. P. (Ed.). **Surface integrity in machining**. 1ª ed. London: Springer London, 2010. 222p.
- DAVIM, J. P. (Ed). **Tribology in manufacturing technology**. Springer, 2012.

- DEHNAD, K. **Quality control, robust design, and the Taguchi method**. Springer Science & Business Media, 2012.
- DE VOS, P; STÅHL, J-E. **Tool deterioration: Best Practices**, Seco Tools AB: versão 1.2. Fagersta, Sweden, 2014
- DELIGIO, T. Wood composites continue to build a marketplace. **Modern Plastics International**, v. 34, n. 8, p. 26, 2004.
- DIAS, R. C. C. **Microescultura por laser de superfícies metálicas para manufatura de laminados híbridos metal/fibra**. 2013. 117f. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo. São Carlos, 2013.
- DINIZ, A. E; MARCONDES, F. C; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 8ª ed. São Paulo: Art Liber, 2013. 272 p.
- DROZDA, T. J; WICK, C. (Eds). **Tool and Manufacturing Engineers Handbook**, Vol. I- Machining. Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 1983, p. 1494.
- DURAND, L. P (Ed). **Composite materials research progress**. 1ª ed. New York: Nova Science Publishers, 2008. 307p
- EBERHARDT, G. G. **Avaliação da usinabilidade e qualidade dos furos na usinagem de compósitos à base de resina epóxi com carga de pó de ferro**. 2009. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2009.
- ECOPEX-MATERIAIS ECOLÓGICOS (São Paulo) (Ed.). **Madeira Plástica / Madeira Ecológica: A evolução da madeira, conheça a madeira plástica!**. Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/madeira-plastica/>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. Norma **EN 323/2000**. Wood-based panels – Determination of density. Bruxelas, 2003.
- FERNANDES, M. O; CORRÊ, M. M; LEITE, W; WIEBECK, H; VALENZUELA-DIAZ, F. R; TOFFOLI, S. M. Usinagem de plásticos de engenharia: Uma opção de processamento. **In: 9º Congresso Brasileiro de Polímeros**, São Carlos, 2007.
- FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 12ª reimpressão, p. 751, 2006.
- FLIR. FLIR i3 / i5 / i7. Disponível em: <<http://www.flir.co.uk/instruments/display/?id=65813>>. Acesso em: 28 jul. 2015.
- FONSECA, C. B.; DA COSTA, G. F; DIAS, F. M. Reforço com Fibras de Vidro em Painéis Compensados- Uma Alternativa Ecológica. **SEGET: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, v. 8, 2011.
- FUSSE, R. Y; BIANCHI, E. C; FRANÇA, T. V; CATAI, R. E; SILVA, L. R. E; AGUIAR, P. R. Erros geométricos na retificação do aço SAE HVN-3. **Revista Máquinas e Metais**, ano **XI**, n. 464, p. 150-163, 2004.

GAITONDE, V. N; KARNIK, S. R; CAMPOS RUBIO, J; CORREIA, A. E; DAVIM, J. P. Surface roughness analysis in high-speed drilling of unreinforced and reinforced polyamides. **Journal of Composite Materials**, v. 46, n. 21, p. 2659-2673, 2012.

GARCIA, U. **Estudo da aplicação de mínima quantidade de fluido no fresamento de acabamento da liga Ti-6Al-4V**. 2015. 178 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Mecânica, Área de Materiais, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

GAY, D. **Composite materials: design and applications**. 3ª ed. Florida: CRC Press, 2014. 635p.

GUAMÁ, F. F. M. C; COSTA, R. V. A; ROCHA, H. L; ISENSEE, F. V; FUTURO, L. L. Lixo Plástico - De sua produção até a Madeira Plástica. In: **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, 13-16 out de 2008, p13.

GUTIÉRREZ, J. C. H; RUBIO, J. C. C; FARIA, P. E; DAVIM, J. P. Usinabilidade de Materiais Compósitos Poliméricos para Aplicações Automotivas. **Polímeros**, v. 24, n. 6, p. 711-719, 2014.

HELSEN, L; VAN DEN BULCK, E. Review of disposal technologies for chromated copper arsenate (CCA) treated wood waste, with detailed analyses of thermochemical conversion processes. **Environmental Pollution**, v. 134, n. 2, p. 301-314, 2005.

HUTYROVÁ, Z; ZAJAC, J; MICHALIK, P; MITAL, D; DUPLÁK, J; GAJDOŠ, S. Study of Surface Roughness of Machined Polymer Composite Material. **International Journal of Polymer Science**, v. 2015, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **3685**: Tool-life testing with single-point turning tools, 1993.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **513**: Classification and application of hard cutting materials for metal removal with defined cutting edges — Designation of the main groups and groups of application, 2015

IRLE, M. A; BARBU, M. C; REH, R; BERGLAND, L; ROWELL, R. M. Wood Composites. In: ROWELL, R. M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Florida: CRC Press, 2012. Cap. 10.

JAFARIAN, J. N, BEHRAVESH A. H. Flow behavior of HDPE–fine wood particles composites. **Journal Thermoplastic Composites Material**, v.20, p.439–451, 2007.

JEMIELNIAK, K. Commercial tool condition monitoring systems. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 15, n. 10, p. 711-721, 1999.

JESUS, E. R. B. **Obtenção, usinagem e desgaste de materiais compósitos de matriz metálica processo via metalurgia do pó**. 1998. Dissertação (Mestrado), Tecnologia Nuclear – Materiais, Universidade de São Paulo, 1998.

JOSEPH, K; VARGHESE, S; KALAPRASAD, G; THOMAS, S; PRASANNAKUMARI, L; KOSHY, P; PAVITHRAN, C. Influence of interfacial adhesion on the mechanical properties and fracture behaviour of short sisal fibre reinforced polymer composites. **European Polymer Journal**, v.32, n.10, p.1243-1250, 1996.

- JOSEPH, P.V; RABELLO, M.S; MATTOSO, L.H.C; JOSEPH, K; THOMAS, S. Environmental effects on the degradation behaviour of sisal fibre reinforced polypropylene composites. **Composites Science and Technology**, v.62, p.1357-72, 2002.
- KALPAKJIAN, S. Material removal processes and machine tools. In: AVALLONE, E. A; BAUMEISTER III, T; Sadegh, A. (Eds). **Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers**. 11^a ed. New York: McGraw-Hill Education, 2006, Cap 13, p. 50-72.
- KALPAKJIAN, S; SCHMID, S. **Manufacturing, Engineering and Technology**. 6^a ed. Prentice Hall, 2009. 1200p.
- KATSOULIS, C; KANDOLA, B. K; MYLER, P; KANDARE, E. Post-fire flexural performance of epoxy-nanocomposite matrix glass fibre composites containing conventional flame retardants. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 43, p.1389-1399, 2012.
- KAW, A. K. **Mechanics of composite materials**. 2^a ed. United States of America: CRC Press, 2005. 473p.
- KHASHABA, U. A. Drilling of polymer matrix composites: A review. **Journal of Composite Materials**, v. 47, n. 15, p. 1817-1832, 2013.
- KLOCKE, F. **Manufacturing Processes 1 – Cutting**. 1^a ed. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011. 506p.
- KLYOSOV, A. A. **Wood-plastic composites**. John Wiley & Sons, 2007. p. 702.
- KOENIG, K.M; SYPKENS, C.W. Wood-plastic composites vie for market share. **Wood and Wood Products**, v.107, n.5, p.49-58, 2002.
- KOMANDURI, R; VON TURKOVICH, B. F. New observations on the mechanism of chip formation when machining titanium alloys. **Wear**, v.69, p. 179-188, 1981.
- KRATOCHVIL, R. **Fresamento de acabamento em altas velocidades de corte para eletrodos de grafita industrial**. 2004. 119f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2004.
- KRISHNARAJ, V; ZITOUNE, R; DAVIM, J. P. **Drilling of polymer-matrix composites**. Heidelberg: Springer, 2013. 110p.
- LEE, D. G; KIM, P. J; CHOI, J. K. **Temperature Rise and Surface Roughness of Carbon Fiber Epoxy Composites During Cut-Off Grinding**. *Journal of Composite Materials* v.34, 2000. pp. 2061-2080.
- LEVY NETO, F; PARDINI, L. C. **Compósitos estruturais: ciência e tecnologia**. Editora: Edgard Blucher, São Paulo, 2006.
- LI, Y; MAI, Y; YE, L. Sisal fiber and its composites: a review of recent developments, **Composites Science and Thecnology**, v.60, p. 2037-2055, 2000.
- LIMA, A C. **Caracterização e propriedades de compósitos de tecido de juta reforçando matriz de polietileno reciclado**. 2009. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2009.

- LIUKKO, T; SALILA, T; PLATT, S; KÄRKI, T. Wood Plastic Composites in Europe: an Introduction to Wood Plastic Composite Markets and Products. **Baltic Forestry**, v.13, n.1, p.131-136, 2007.
- MACHADO, A. R; ABRÃO, A. M; COELHO, R. T; DA SILVA, M. B. **Teoria da usinagem dos materiais**. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher, p.371, 2009.
- MAGOSS, E. General regularities of wood surface roughness. **Acta Silvatica & Lignaria Hungarica**, v.4, n.1, p.81-93, 2008.
- MARKARIAN J. Material and processing developments drive wood plastic composites forward. **Plastics, Additives and Compounding**, v.5, p. 24-28, July 2003.
- MARKETS AND MARKETS (Ed.). **Wood Plastic Composite Market by Type (Polyethylene, Polyvinylchloride, Propylene, and Others), Applications (Building & Construction Products, Automotive Components, Industrial & Consumer goods, and Others) and Region: Trends & Forecasts (2014 - 2019)**. USA, Markets and Markets, 2014, p.168.
- MATTOSO, L.H.C. Conferência internacional de compósitos reforçados com fibras vegetais. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.9, n.2, p.16, 1999.
- MELO, A. C. A; MACHADO, A. R; SILVA S. M. M. L; GUIMARÃES, G. Estudo da variação da temperatura de corte no fresamento frontal. In: **2º COBEF, Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Uberlândia-MG**. 2003.
- MIOTTO, J. **Estruturas mistas de madeira-concreto: avaliação das vigas de madeira laminada colada reforçadas com fibras de vidro**. 2009. Tese (Doutorado), Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo.
- MOCELLIN, F. **Avaliação da Usinabilidade do Ferro Fundido Vermicular em Ensaios de Furação**. 2002. 112f. Dissertação (Mestrado) Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2002.
- MOLINA, J. C; CARREIRA, M. R; CALLIL JUNIOR, C. Análise do comportamento mecânico de perfis retangulares de madeira plástica (Wood Plastic Composite). **Minerva**, v.6, n.1, p. 47-57, 2007.
- MONDARDO, F. H. **Compósitos de polipropileno e farinha de madeira**. 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Pelotas, 2006.
- MOTHÉ, C. G; DIAS, F. T. G; MOTHE, M. G. Avaliação térmica e mecânica da degradação de materiais poliméricos na proteção ao meio Ambiente. In: **Congresso Brasileiro de Polímeros**. 2009.
- MOURA, M. F. S. F; MORAIS, A. B; MAGALHÃES, A. G. **Materiais compósitos: materiais, fabrico e comportamento mecânico**. 2. ed. Porto: Publindústria, 2005.369p.
- NAJAFI, S. K. **Use of recycled plastics in wood plastic composites - A review**, Waste Management, n.33, p 1898-1905, June 2013. Disponível em:<
http://www.medsci.cn/sci/show_paper.asp?id=85fd5594600>. Acesso em junho de 2014.
- NISKA, K. O; SAIN. M. (Ed). **Wood-Polymer Composites**, USA. Woodhead Publishing e CRC Press LLC. 2008 p. 384.

OLYMPUS CORPORATION. **Parâmetros de rugosidade (2D)**. Disponível em:<http://www.olympus-ims.com/pt/knowledge/metrology/roughness/2d_parameter/>. Acesso em: 25 nov. 2016.

OPTIMAT LTD AND MERL LTD (UK). **Wood Plastic Composites Study: Technologies and Uk Market Opportunities**. Banbury: The Waste And Resources Action Programme, 2003. 101 p.

OSG SULAMERICANA. **Ferramentas Especiais High Tech**. Disponível em:<http://www.osg.com.br/v4/fotos/download/HIGHTECH_BROCAS.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.

PAREDES, R. S. C. **Projeto Robusto**. Curitiba- UFPR (Departamento de Engenharia Mecânica) Notas de Aula. Disponível em:<[http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EME714/Projeto Robusto.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EME714/Projeto%20Robusto.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2016.

PHADKE, M. S. **Quality engineering using robust design**, 1st edition, New York, Prentice Hall, 1989, 333 p.

PIMENTA, C. D; SILVA, M. B; RIBEIRO, R. B; ELIAS, F. A. Método Taguchi aplicado na identificação dos fatores causadores da descarbonetação do arame de aço SAE 51B35, durante tratamento térmico de esferoidização. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 7, n. 2, p. 97, 2012.

PÓVOA, A. H. **Fresamento Frontal: Influência das condições de usinagem nos esforços de corte e na rugosidade da peça**. 31f. Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Mecânica, São João del-Rei, 2009

PRITCHARD, G. Two technologies merge: wood plastic composites. **Reinforced Plastics**, v. 48, n. 6, p.26-29, jun. 2004.

QUINTANA, G; CIURANA, J. Chatter in machining processes: A review. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 51, n. 5, p. 363-376, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM . **R: A language and environment for statistical computing**. Version 2.10.0. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009. Disponível em: <http://www.R-project.org>.

REZENDE, M. C; COSTA, M. L; BOTELHO, E. C. **Compósitos estruturais: tecnologia e prática**. 1ª ed, São Paulo: Artliber, 2011. 396p.

ROHLOFF, R. C. **Efeito dos parâmetros de corte no fresamento do aço inoxidável AISI 420 para moldes e matrizes**. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia mecânica, Setor de Ciências Agrárias, Instituto Superior Tupy, Joinville, 2012.

ROSSI, G. C; KANENOBU, A. K; BATALHA, G. F. Relação entre parâmetros de corte e rugosidade da superfície usinada numa operação de fresamento de topo. In: **1º Workshop - Novos Desenvolvimentos em Engenharia de Fabricação**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

SAHEB, D. N; JOG, J. P. Natural fiber polymer composites: a review. **Advances in Polymer Technology**, v.18, n.4, p.351-63, 1999.

SALONI, D; BUEHLMANN, U; LEMASTER, R. L. Tool wear when cutting wood fiber-plastic composite materials. **Forest Products Journal**, v. 61, n. 2, p. 149, 2011.

SANTOS, R. G. **Desenvolvimento de um método para comparar os limites de estabilidade dinâmica em máquinas-ferramentas utilizando o diagrama de lóbulos**. 2011. 137f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SANTOS, S. C; SALES, W. F. Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais. **São Paulo: Artliber**, v. 246, 2007, p.246.

SCHNEIDER, E. L; MARQUES, A. C; FALLER, R. R; KINDLEIN JÚNIOR, W. Análise dos Parâmetros de Usinagem no Acabamento Superficial de Polímeros. **UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 7, n. 1, p. 25-30, Nov. 2008

SCHUT, J.H. Wood is Good for Compounding, Sheet & Profile. **Plastics Technology**, v.45, n.3, p.46 -47, march 1999.

SECO TOOLS (Ed.). **Catalogue & Technical Guide – INCH**. Disponível em: <https://www.secotools.com/CorpWeb/north_america/Literature_brochures/navigator_inch/Milling%20Navigator%20Inch.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

SHAW, M. C. **Metal Cutting Principles**. 2ª ed. Oxford: oxford University Press, Inc. 2005. 651p.

SIDDHPURA, M; PAUROBALLY, R. A review of chatter vibration research in turning. **International Journal of Machine tools and manufacture**, v. 61, p. 27-47, 2012.

SOMSAKOVA, Z; ZAJAC, J; MICHALIK, P; KASINA, M. Machining of wood plastic composite (pilot experiment). **Materiale plastice**, v. 49, n. 1, p. 55-57, 2012.

SOUZA, A J. **Fundamento da usinagem dos materiais: processo de fresamento usinagem**. Rio Grande do Sul: UFRS, 2011. 89 p. Apostila. Disponível em: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~ajSouza/ApostilaUsinagem_Parte1.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2015.

SOUZA, A J. **Processo de Fresamento: Operações de Corte**. Rio Grande do Sul: UFRS, 2016a. 10 p. Apostila. Disponível em: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~ajSouza/processos_usinagem.htm>. Acesso em: 20 fev. 2016a

SOUZA, A J. **Formação, Tipos e Geometrias de Cavaco**. Rio Grande do Sul: UFRS, 2016b. 09 p. Apostila. Disponível em: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~ajSouza/processos_usinagem.htm>. Acesso em: 20 fev. 2016b

SOUZA, A. J; SCHROETER, R. B. Análise da influência dos parâmetros de corte nos sinais monitorados de força e vibração, e na variação da rugosidade da superfície torneada. In: **4º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Águas de São Pedro, Brazil, CD ROM**. 2007.

SOUZA, E. M. **Influência dos parâmetros de usinagem da madeira de *Eucalyptus* sp. no consumo de energia específica de corte em serra circular**. 2014. 63f. Dissertação (Mestrado)- Ciência e Tecnologia da Madeira: Processamento e Utilização da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

STEMMER, C. E. **Ferramentas de corte I**. 3ª Edição, Florianópolis: editora da UFSC, 1993, 249 p.

STEMMER, C. E. **Ferramentas de corte II**. 2ª Edição, Florianópolis: editora da UFSC, 1995, 314 p.

STEPHENSON, D. A; AGAPIOU, J. S. **Metal Cutting: Theory and Practice**. 2ª ed. Florida: CRC Press. 2006. 846p.

STOETERAU, R. L. **Processos de Usinagem: Fabricação por Remoção de Material**. Santa Catarina: UFSC, 2004. 180f. Apostila. Disponível em: <<https://solidboxprojectss.files.wordpress.com/2013/01/usinagem-apostila-toda-ilustrada-ufsc.pdf>>. Acesso em: 10 março 2016.

SUAREZ, M.P; COSTA, E.S; MACHADO, A. R. Influência dos Parâmetros de Corte no Acabamento de Canais em Alumínio Aeronautico 7075-T7. In: **V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM**, Salvador, p.10, 2008.

TAGUCHI, G; CHOWDHURY, S; WU, Y. **Taguchi's quality engineering handbook**. Wiley-Interscience, 2005, pp. 1804

TAGUCHI, G; JUGULUM, R. **The Mahalanobis-Taguchi strategy: A pattern technology system**. John Wiley & Sons, 2002.

TAHARA, S. **Planejamento de Experimentos (DOE)**. 2008. USP – NUMA (Departamento de Engenharia de Produção). Disponível em: <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Planejamento-de-Experimentos-DOE#eztoc113642_1>. Acesso em: 03 mar. 2016.

TANCRET, F; SOURMAIL, T; YESCAS, M.A; EVANS, R.W; MCALEESE, C; SINGH, L; SMEETON, T; BHADSHIA, H.K.D.H. Design of a creep resistant nickel base superalloy for power plant applications: Part 3–Experimental results. In **Materials Science and Technology**, v.19, p. 296-302, 2003.

TAYLOR, A; YADAMA, V; ENGLUND, K. R; HARPER, D; KIM, J. Wood plastic composites-a Primer. **IoA University of Tennessee**, Knoxville, TN, 2009.

TRENT, E.M.; WRIGHT, P. K. **Metal Cutting**, 4ª ed., Butterworth-Heinemann, Woburn, USA, 2000.

TRIGUEIRO, A; BOCARDI, R (Ed.). **Madeira plástica evita derrubada de árvores para fabricar móveis**. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/09/madeira-plastica-evita-derrubada-de-arvores-para-fabricar-moveis.html>>. Acesso em: 12 maio 2014.

TSAO, C. C. Drilling process for composites. In: HOCHENG, H. **Machining technology for composite materials: Principles and practice**. 1ªed. Woodhead publishing limited, 2012. Cap. 2, p. 17-64.

WANG, Y. **Morphological Characterization of Wood plastic Composite (WPC) with Advanced imaging Tools: Developing Methodologies for Reliable Phase and Internal Damage Characterization**. PhD Thesis. Oregon State University. Corvallis, OR. p.123, 2007.

WECHSLER A, HIZIROGLU S. Some of the properties of wood–plastic composites. **Journal Building and Environment**, v. 42, n. 2637, p.44, 2007.

WEIDENFELLER, B. M.H., SCHILLING, F. R. **Thermal conductivity, thermal diffusivity, and specific heat capacity of particle filled polypropylene**. Composites Part A: applied science and manufacturing, 35, 2004. pp. 423–429.

WESTRUPP, F. L. **Análise da viabilidade da usinagem de compósito de matriz de epóxi com cargas de ferro visando a sua utilização em moldes de injeção**. 2008. 94f. Dissertação (Mestrado) - Programa Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

WISEWOOD (São Paulo). **Wisewood: soluções sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.wisewood.com.br/peças.php>>. Acesso em: 25 dez. 2014.

WOLCOTT, M. P; ENGLUND, K. A technology review of wood-plastic composites. **In: 33^o International Particleboard/Composite Materials Symposium**. 103-111p. 1999.

XIAO, K.Q.; ZHANG, L.C. The role of viscous deformation in the machining of polymers. **International Journal of Mechanical Sciences**, v. 44, p. 2317-2336, 2002.

YAMAJI, F. M. **Produção de compósito plástico-madeira a partir de resíduos da indústria madeireira**. 2004. 182 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

YAMAJI, F. M; BONDUELLE, A. Utilização da serragem na produção de compósitos plástico-madeira. **Revista Floresta**, v.34, n.1, p.59, 2004.

YANG, H. S; KIM, H. J; PARK, H. J; LEE, B. J; HWANG, T. S. Effect of compatibilizing agents on rice-husk flour reinforced polypropylene composites **Composite Structures**, v.77, n. 1, pp. 45–55, 2007.

YOUNGQUIST, J. A. Wood-base Composites and Panel Products. In: **Handbook-The Encyclopedia of Wood**. Madison, WI: U.S.Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Skyhorse Publishing 496 p. 2013. Cap. 10. p. 1-31.