

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**FLAVIO GROSS  
LHUAN JUNIOR FREIRE PINTO**

**ANÁLISE DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM REFORÇO DE  
AGREGADOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2014**

**FLAVIO GROSS**  
**LHUAN JUNIOR FREIRE PINTO**

**ANÁLISE DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM REFORÇO DE  
AGREGADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Tecnólogo em  
Gestão Ambiental, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Angela Laufer  
Rech  
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Rodrigo  
Stival Bittencourt

**MEDIANEIRA**

**2014**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Análise de compósitos poliméricos com reforço de agregados por**

**Flavio Gross  
Lhuan Junior Freire Pinto**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 18h40min. do dia 26 de novembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Angela Laufer Rech  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival  
Bittencourt  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Co-Orientador)

---

Prof. Me. Fabio Orssatto  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Thiago Edwiges  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Profa. Dra. Larissa de Bortolli  
Chiamolera Sabbi  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

- O termo assinado encontra-se na coordenação do curso -

Dedicamos este trabalho a nossas  
famílias e amigos pelos momentos de  
ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, fizeram parte de nossas vidas. Portanto, desde já pedimos desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e de nossa gratidão.

Agradecemos primeiramente a Deus por estar sempre conosco e as nossas famílias que sempre nos incentivaram a conquistar nossos objetivos, nos fornecendo apoio e carinho nos momentos serenos e apreensivos.

A nossa orientadora Profa. Dra. Angela Laufer Rech, pela sabedoria e dedicação com que nos guiou nesta trajetória. Ao nosso co-orientador Prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival Bittencourt que nos forneceu todo o auxílio na realização deste estudo.

Aos colegas Alencar Servat, Elaine Werncke e Marivane T. Koschevic que contribuíram para a realização deste estudo.

Aos nossos amigos que sempre estiveram do nosso lado em todos os momentos os quais passamos.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

*Eu sou o senhor de meu destino  
Eu sou o capitão de minha alma.*  
(HENLEY, 1888)

## RESUMO

GROSS, Flavio; PINTO, Lhuan J. Freire. **Análise de compósitos poliméricos com reforço de agregados**. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

Este estudo teve como objetivo analisar a tensão e a inflamabilidade dos compósitos de polipropileno isotático reforçado com agregados do tipo bagaço de mandioca, serragem e casca de ovo. Para a realização das análises foram confeccionados corpos de prova, os quais tiveram como base a mistura de 5% ou 10% entre polipropileno e agregado. Para o teste de inflamabilidade foi usando como referência a norma ASTM D 635-10, e para o teste de tensão a norma ASTM D 638-10. Com a descrição da origem do polipropileno e dos agregados, foi constatado que os resíduos da fecularia têm como atual destinação a alimentação de animais. Já os resíduos gerados na padaria são descartados como lixo comum tendo com disposição final o aterro municipal, e a destinação dos resíduos da indústria moveleira é o uso em cama de aviário e granja de suínos. Através da realização do teste de inflamabilidade foi constatado que os compósitos não apresentaram diferença significativas, deste modo, os agregados não interferem nas propriedades dos compósitos. No teste de tensão houve diferenças significativas, com isso observou-se que a adição dos agregados diminuiu a resistência dos compósitos. Destaca-se que a adição dos agregados ao polipropileno pode ser uma alternativa de reciclagem para os resíduos provenientes da indústria de fecularia, indústria moveleira e padaria, aproveitando desta forma o valor agregado implícito que os mesmos possuem e evitando danos ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Plástico. Resíduos industriais. Inflamabilidade. Tensão. Reciclagem.

## ABSTRACT

GROSS, Flavio; PINTO, Lhuan J. Freire. **Analysis of polymer composites with added reinforcement**. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Federal Technology University - Parana. Medianeira, 2014.

This study aimed to evaluate the mechanical and flammability properties of composites of isotactic polypropylene strengthened with additives of manioc remains, sawdust and egg shells. The study included the characterization of isotactic polypropylene and additives, in terms of general characteristics, process of generation and the current destination. For this characterization of isotactic polypropylene and households was conducted, describing the process of how they are generated, the amount generated and their current destination. In addition, flammability and mechanical properties of the composites were evaluated, and, for the tests specimens were prepared, which were based on a mixture of 5 % or 10 % of polypropylene and additives. To evaluate the thermal properties of composites, the flammability test was used with reference to ASTM D 635-10 Norm, and to evaluate the mechanical properties of composites, voltage test was used with reference to ASTM D 638-10 Norm was used. With the characterization of polypropylene and additives, it was found that residues of starch manufacturers have as current destination, animal feeding. In the residues generated in the bakery are discarded as regular waste. Having as destination, the city landfill, and the disposal of waste from the furniture industry is used in aviary and pigs on farms. By performing the flammability test, the composite showed no significant difference, the additives do not interfere with the thermal properties of the composite. In voltage test, significant differences occurred; it was observed that the addition of additives reduced the resistance of the composites. It is notorious that the addition of additives to polypropylene can be an alternative for the recycling of waste from starch by industry, furniture industry and bakery remains, thereby, taking advantage of the implicit value that they have and avoiding damage to the environment.

**Keywords:** Plastic. Industrial waste. Flammability. Tension. Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - POLIPROPILENO ISOTÁTICO COMPARADO A UMA CANETA. ....	22
FIGURA 2 - GERAÇÃO DO RESÍDUO DE MANDIOCA.....	22
FIGURA 3 - GERAÇÃO DA SERRAGEM .....	23
FIGURA 4 - PROCESSO DE EXTRUSÃO E PICOTAMENTO .....	25
FIGURA 5 - CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA .....	26
FIGURA 6 - TESTE DE INFLAMABILIDADE .....	27
FIGURA 7 - TESTE DE TENSÃO .....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE OVO DE GALINHA.....	20
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DOS CORPOS DE PROVA. ....	24
TABELA 3 - VALORES MEDIOS DA TAXA DE QUEIMA (V). ....	29
TABELA 4 - ANALISE DE VARIÂNCIA PARA A TAXA DE QUEIMA.....	30
TABELA 5 - ANALISE DE VARIÂNCIA DO TESTE DE TENSÃO.....	31
TABELA 6 - VALORES MEDIO DO TESTE DE TENSÃO. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 POLÍMEROS .....	13
2.2 MATERIAIS PLÁSTICOS .....	14
2.3 POLIPROPILENO .....	15
2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
2.5 USO DE AGREGADOS EM COMPOSITOS POLIMÉRICOS .....	17
2.5.1 Fibra de Mandioca.....	18
2.5.2 Resíduo de Madeira .....	19
2.5.3 Casca de Ovo.....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	21
3.2 POLIPROPILENO E AGREGADOS.....	21
3.2.1 Polipropileno Isotático .....	21
3.2.2 Bagaço de Mandioca.....	22
3.2.3 Madeira .....	23
3.2.4 Casca de ovo .....	23
3.3 PREPARAÇÃO E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	23
3.4 ANÁLISE DOS COMPOSITOS .....	26
3.4.1 Teste de Inflamabilidade .....	26
3.4.2 Teste de Tensão .....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1 ANÁLISE DO TESTE DE INFLAMABILIDADE DOS COMPÓSITOS.....	29
4.2 ANÁLISE DO TESTE DE TENSÃO DOS COMPÓSITOS.....	31
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a evolução industrial, a extração de matéria prima se tornou uma atividade necessária, porém desenfreada. Devido a isso, vários impactos ambientais foram gerados repercutindo em consequências para as atuais e futuras gerações, dentre eles, pode-se mencionar os relacionados com a geração de resíduos sólidos industriais.

Orth, Baldin e Zanotelli (2014, p.447) afirmam que dentre os impactos ambientais que mais assolam a humanidade está à geração de resíduos sólidos industriais, pois são agressivos ao meio ambiente. Baseado nisso, as indústrias estão empenhadas em tornar seus processos sustentáveis, principalmente em relação à geração dos resíduos e à sua gestão.

Sobre a destinação de resíduos, Cunha *et al.* (2006, p.111) destacam que as empresas, devido ao cenário mundial, aplicam diretrizes ambientais em seu processo produtivo. Surge assim, uma nova ideologia sobre o gerenciamento de resíduos, a qual conduz as organizações a se beneficiarem com a comercialização destes, por meio da geração de renda pela prática da reciclagem.

Em termos técnicos, reciclagem é definida como “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010).

Um das formas de reciclagem dos resíduos sólidos industriais é sua utilização como agregados em compósitos. Segundo Pelissari (2010, p.110) o desenvolvimento de novos materiais incorporando resíduos industriais em produtos convencionais por meio da substituição de recursos naturais, geram novos produtos denominados ecologicamente corretos.

Assim, considerando a necessidade do desenvolvimento de novos produtos, a incorporação de resíduos sólidos industriais ao plástico vem sendo estudada.

Entre os plásticos de utilização no segmento industrial o polipropileno (PP) isotático vem se destacando. Este polímero pertence aos termoplásticos e apresenta um conjunto de propriedades vantajosas com relação aos do mesmo tipo (CAVALCANTE; CANTO, 2012, p.245).

Com base nas considerações apresentadas, o estudo desenvolvido analisou por meio do teste de inflamabilidade e tensão, os compósitos de polipropileno isotático reforçado com agregados, representados por resíduos sólidos provenientes da indústria de fecularia, moveleira e padaria. Propondo deste modo, uma alternativa para a reciclagem destes resíduos, visando posteriormente o desenvolvimento de um novo produto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 POLÍMEROS

Segundo Gorni (2003, p. 2), polímeros são materiais compostos por macromoléculas. Essas macromoléculas são cadeias compostas pela repetição de uma unidade básica, chamada mero, com isso o nome: poli (muitos) + mero.

Os polímeros podem ser naturais, como por exemplo, a seda, a celulose, as fibras de algodão, ou sintéticos, como o politereftalato de etileno (PET), o polietileno (PE), o policloreto de vinila (PVC), o polipropileno (PP). (SPINACÉ; PAOLI, 2005, p. 70). Estes autores ainda afirmam que:

Os polímeros são considerados os grandes vilões ambientais, pois podem demorar séculos para se degradar e ocupam grande parte do volume dos aterros sanitários, interferindo de forma negativa nos processos de compostagem e de estabilização biológica. Além disto, os resíduos poliméricos quando descartados em lugares inadequados, como lixões, rios, encostas, etc., causam impacto ainda maior ao meio ambiente.

Para Piatti e Rodrigues (2005, p. 24) as propriedades especiais dos polímeros são consequência de sua alta massa molecular, já que quanto maiores as macromoléculas, melhores são as suas propriedades mecânicas. Para o comércio os polímeros mais interessantes possuem massas moleculares superiores a 10.000.

Qualquer polímero pode ser classificado de diversas maneiras de acordo com um critério determinado. As principais classificações são pelos critérios de fusibilidade e de comportamento mecânico. O primeiro critério classifica o polímero de duas maneiras, em termoplástico, que quando aquecido se funde e no resfriamento se solidifica, e em termorrígido, sendo assim, insolúvel e infusível.

No critério de classificação por meio do comportamento mecânico, o polímero pode ser elastômero, plástico ou fibra. A classe de elastômero, também conhecida como borracha, é composto por materiais macromoleculares que em temperatura ambiente apresentam elasticidade em longa faixa. A classe de plásticos agrupa os materiais macromoleculares que mesmo sólido em seu estado final, ao logo do seu processamento tornou-se fluido e moldável, seja por ação do calor,

pressão ou ambas. Já a classe de fibra é designada aos corpos flexíveis, com pequena seção transversal, estreita faixa de extensibilidade, parcialmente reversível, resistente a variações de temperatura de -50 a +150°C e também engloba as macromoléculas lineares (MANO; MENDES,1999, p. 13 - 15).

## 2.2 MATERIAIS PLÁSTICOS

Os materiais plásticos embora muito utilizados para a realização de inúmeras tarefas, não constituem algo exclusivo dos tempos modernos, segundo Canevarolo (2002, p. 15 - 16) o homem teve seu primeiro contato com similares deste material na antiguidade com os gregos e os egípcios. Neste período, o plástico era utilizado em resinas e graxas extraídas e refinadas aplicadas para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames.

No século XVI, espanhóis e portugueses extraíram o produto de uma árvore nativa das Américas (*Havea brasiliensis*). O extrato após coagulação e secagem, apresentava características de flexibilidade e elasticidade que eram desconhecidas, esse material foi denominado borracha(CANEVAROLO, 2002, p. 15 - 16).

Em 1839, Charles Goodyear desenvolveu um processo de vulcanização feita principalmente com enxofre a qual atribuía à borracha as características de não-pegajosidade, durabilidade e elasticidade. Christian Schöbien em 1846, criou o primeiro polímero semi-sintético o qual foi denominado nitrocelulose, algodão tratado com ácido nítrico. Alexander Parker em 1862, dominou completamente a técnica de nitrocelulose e a patenteou. A resina fenólica foi o primeiro polímero sintético obtido pela reação entre fenol e formaldeído, descoberta por Leo Baekeland em 1912. A partir de 1920, o cientista alemão Staundiger propôs a teoria das macromoléculas, que apresenta compostos de grandes moléculas, a qual deu se uma nova classe de matérias (CANEVAROLO, 2002, p. 15 - 16).

Esta teoria foi aceita algumas décadas depois e renderam ao cientista o Prêmio Nobel de Química em 1953. O cientista e Prof. Paul Flory, entre a década de 30 e 80 estudou e trabalhou com a cinética de polimerização, polímeros em solução, viscosidade e determinação de massa molecular. Pelo seus brilhantes estudos,

recebeu o Prêmio Nobel de Química no ano de 1974 (CANEVAROLO, 2002, p. 15 - 16).

A palavra plástico vem do grego *plastikos* que significa “próprio para ser moldado ou modelado” (CANGEMI; SANTOS; NETO, 2005, p. 17).

De acordo com Filho (2006, p. 14):

No século XX, a partir da descoberta do petróleo como base para transformação dos plásticos, centenas de tipos de resinas termoplásticas diferentes foram descobertas e transformadas em matéria-prima para serem utilizados na produção de novas mercadorias, substituindo antigas fibras sintéticas provenientes de outras partes da natureza, como as plantas e animais não fossilizados.

Plástico, de acordo com Piatti e Rodrigues (2005, p. 12), pode ser definido como um “material constituído por polímero, do tipo natural ou sintético, no estado sólido em sua condição final e que em alguma fase da produção, sofre alterações em que se tornou fluido adequado à moldagem por ação térmica e/ou de pressão”.

Os plásticos por serem leves, resistentes, duráveis, e apresentarem baixo custo, acabam se tornando parte do cotidiano, estando presente em quase tudo, uma vez que, grande parte das embalagens é produzida de plástico (CANGEMI; SANTOS; NETO, 2005, p. 17).

### 2.3 POLIPROPILENO

Para Petry (2011, p. 6), o polipropileno (PP) é uma resina de baixa densidade que possui bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas. Este material apresenta resistência à flexão e a fadiga, e suas propriedades podem ser melhoradas com o reforço de fibras de vidro ou em grades especiais modificados com borrachas.

De acordo com Montenegro (1996, p. 17):

O Brasil iniciou o consumo de polipropileno de forma representativa a partir da década de 70, mas só começou a produção desta resina, a partir de 1978, através da Polibrasil. Pode-se dividir em duas fases o período 1972/95 - o da introdução ao produto, que foi de 1972 até 1984, quando a taxa de crescimento anual foi de 22% a.a., e a fase atual, quando a taxa de crescimento caiu para 11% a.a. entre os anos 1984 até 1995.

O PP possui propriedades semelhantes às do poliestileno, sendo as principais características o baixo custo, elevada resistência química e a solventes, fácil moldagem, fácil coloração, alta resistência, boa resistência ao impacto quando a temperatura está acima de 15°C, boa estabilidade térmica e maior sensibilidade à luz UV e agentes de oxidação. As principais aplicações são em brinquedos, embalagens de alimentos e produtos químicos e peças para automóveis (GORN, 2003, p. 12).

Mano e Mendes (1999, p. 94) definem as propriedades de PP como polímero isotático, termoplástico, com propriedades mecânicas moderadas e excelente resistência química. O PP apresenta peso molecular de 104 - 105, temperatura de fusão cristalina ( $T_m$ ) de 165 - 175°C e de transição vítrea ( $T_g$ ) de 4 - 12°C, densidade em 0,90 e cristalinidade de 60 - 70%.

O PP é considerado como um dos plásticos mais recentes, sendo que sua descoberta foi creditada a Giulio Natta, em 1954 na Itália. O PP é obtido por reações de polimerização, em que monômeros reagem entre si, combinando e produzindo moléculas maiores, caracterizada pela repetição de uma unidade básica. O monômero do PP é o propeno, também conhecido como propileno, um hidrocarboneto insaturado de fórmula molecular  $C_3H_6$ , obtido pelo craqueamento da nafta, um derivado do petróleo (PETRY, 2011, p.3).

Segundo Canevarolo (2002 p.16) o surgimento do PP deu-se na década de 50, em que o alemão Karl Ziegler desenvolveu catalisadores organometálicos, os quais foram utilizados pelo italiano Giulio Natta, para a produção de polímeros estereorregulares. Esse polímero produziu primeiramente o PP isotático, pois até então o polímero só havia sido obtido na forma atática. Devido a este estudo os dois cientistas dividiram o Prêmio Nobel de Química de 1963.

Devido a grande versatilidade do seu uso e a possível incorporação de cargas, o PP esta sendo cada vez mais empregado na forma de compósito para inúmeros fins (CAVALCANTE; CANTO, 2012, p. 245).

## 2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

A PNRS ainda classifica os resíduos sólidos quanto a origem, indicando que resíduos industriais são "os gerados nos processos produtivos e instalações industriais". (BRASIL, 2010).

A norma NBR 10004:2004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos em duas classes, em função de sua periculosidade. A classe I representa os resíduos perigosos, os quais apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, patogenicidade e reatividade.. A classe II representa os resíduos não perigosos, sendo dividida em classe IIA - não inertes e IIB - inertes. Os inertes são os resíduos que se mantem inalteráveis por longos períodos de tempo. Os resíduos não inertes são que não se enquadram como classe I e também como inertes, ou seja, mesmo não perigosos, apresentam propriedades de biodegradabilidade, solubilidade, combustibilidade, ou seja, podem modificar o local onde estão por serem alterados por condições físicas, químicas ou biológicas.

## 2.5 USO DE AGREGADOS EM COMPOSITOS POLIMÉRICOS

Uma das vantagens dos polímeros é que pode ser misturado com outras substâncias, denominadas aditivos, para modificar suas propriedades, sendo possível alterar cor, cheiro e resistências a impactos (Piatti e Rodrigues, 2005, p. 27).

As fibras celulósicas podem ser empregadas como reforço de polímeros, já que suas propriedades mecânicas são comparáveis aos reforços já utilizados e

ainda são abundantes, não tóxicas, de baixo custo, baixa densidade e não abrasivas. Entre elas, o sisal se destaca por proporcionar ao polímero reforçado, grande resistência ao impacto, à tração axial e à flexão (ROSÁRIO, *et al*, 2011, p. 90-91).

Para Ishizaki *et al.* (2006, p. 182) nos compósitos de polímeros com fibras celulósicas, a distribuição da tensão aplicada ao compósito é realizada pela matriz polimérica. Os autores ainda afirmam que a escolha das fibras é limitada devido à temperatura necessária para o processamento, pois fibras lignocelulosicas sofrem degradação em temperaturas elevadas.

### 2.5.1 Fibra de Mandioca

A *Manihot esculenta* ou como é popularmente conhecida a mandioca, tem como origem a América do sul, e antes da descoberta do Brasil, já era amplamente cultivada por indígenas (EMBRAPA, 2002).

De acordo com Pinto (2014, p.2) a mandioca tem destaque na alimentação brasileira desde o período colonial, por ser de fácil cultivo e apresentar inúmeras formas de aproveitamento no dia-a-dia.

Segundo Silva *et al.*(2011, p.34) a mandioca, em diversos países do mundo é a principal fonte de carboidrato, e apresenta extensas áreas de cultivo se comparado a culturas similares. Em regiões secas apresenta boa produtividade, devido a sua capacidade de usar água, permitindo bons resultados em longos períodos de estiagem.

Segundo Vilpoux (2011, p.272) a mandioca tem produção em todo território nacional, podendo ser utilizada na alimentação humana, como também para fins industriais. No setor industrial serve como matéria prima para a produção de farinha, polvilho azedo e fécula, sendo aproveitada também em indústrias químicas, papelaria e alimentícias.

A estimativa da produção de mandioca para o ano de 2014 foi de 22.654.669 toneladas, tendo um aumento de 6,9% se comparado com o ano de 2013 (IBGE, 2014).

O processamento da mandioca em indústrias para a produção de farinha de mandioca ou a fécula da mandioca, gera um resíduo altamente poluente, esse

quando não tratado adequadamente traz sérios impactos ao meio ambiente, principalmente quando depositado em leitos de rios. (FELIPE, RIZATO, WANDALSEN, 2009 p.4).

Segundo Matsui (2002, p.10) o processo da mandioca para a obtenção da fécula faz com que seja gerada uma grande quantidade do bagaço da mandioca. O bagaço da mandioca é um resíduo rico em fibras, e com um alto teor de amido que não foi extraído no processo, tem sido um problema para as fecularias por apresentar alto teor de água, não sendo viável a secagem e o transporte desse resíduo.

De acordo com Leonel (2001 apud FIORDA, 2011) para cada tonelada de mandioca processada são gerados 929 kg do resíduo. Este por sua vez, possui 85% de umidade.

### 2.5.2 Resíduo de Madeira

No processo de produção de moveis de madeira são geradas quantidades significativas de resíduos provenientes principalmente das operações de corte e acabamento das peças. Parte destes resíduos são destinadas a fins específicos, porem a destinação inadequada deste material pode gerar problemas de gestão ambiental para a empresa (HILLIG; SCNEIDER; PAVONI, 2009, p. 293).

A escassez de madeira nos Estados Unidos e na Europa, provocou o aparecimento de wood-plastic composites (WPC), que são compósitos termoplásticos de madeira. Em estudos realizados nestes países, esta linha de produtos tornou-se uma alternativa viável ao reaproveitamento de resíduos (KAKIZAVA, 2009, p. 30).

Para Hillig *et al.* (2008, p.300), uma das alternativas para utilizar resíduos de madeira e seus derivados são na forma de compósitos de matrizes poliméricas. Esta alternativa de interação com polímeros, principalmente termoplásticos, despertou grande interesse a partir da década de 2000, principalmente no Brasil devido aos avanços tecnológicos e de mercado para as indústrias de plásticos.

Pereira *et al.* (2011, p. 2), afirmam que os resíduos de madeira podem contribuir para o impacto ambiental através do lançamento de gás metano na

atmosfera, o qual é um dos piores responsáveis pelo efeito estufa. A liberação deste gás ocorre na decomposição da madeira ao relento.

### 2.5.3 Casca de Ovo

A grande produção nacional e da casca de ovo de galinha proporciona grande movimentação deste produto do mercado, segundo o FAO (Anualpec 2012 - FNP Consultoria e Agroinformativos) em 2011 a produção de ovos de galinha foi em torno de 40.731 bilhões de unidades. Ainda leva-se em consideração que o panorama estadual no Paraná segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) produz em torno de 4,664 bilhões de unidades de ovos. (SEAB, 2013).

Observando a Tabela 1, nota-se que as cascas são constituídas principalmente de  $\text{CaCO}_3$ , que pode ser purificado com uma metodologia simples, na qual utiliza-se o ácido acético glacial, fazendo com que se retire principalmente matéria orgânica. Logo após seca-se, assim retirando a água presente no composto, restando desta forma um composto quase puro (OLIVEIRA *et al.* 2012, p. 3).

**Tabela 1 - Composição Química da casca de ovo de galinha.**

Composição	Porcentagem
$\text{CaCO}_3$	93%
Matéria Orgânica	5%
$\text{H}_2\text{O}$	1.5%
$\text{MgCO}_3$ , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	0.5%

**Fonte: OLIVEIRA *et al.* 2012, p. 3**

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCAL DE ESTUDO**

A caracterização, preparação e as avaliações dos corpos de prova foram realizados nos laboratórios: I-36A laboratório de análises térmico e espectrometria de combustíveis e materiais, I-36B análise reológicas e mecânicas, I36C laboratório zoobentos orgânicos aquáticos, J-14 laboratório de vegetais e o laboratório I-37 química orgânica e materiais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Medianeira.

#### **3.2 POLIPROPILENO E AGREGADOS**

##### **3.2.1 Polipropileno Isotático**

O polipropileno isotático (PPI) (Figura 1) é proveniente do kit que acompanha a mini extrusora AX Plásticos modelo AX16, a qual foi utilizada no estudo para confecção dos corpos de prova.



**Figura 1 - Polipropileno isotático comparado a uma caneta.**

### 3.2.2 Bagaço de Mandioca

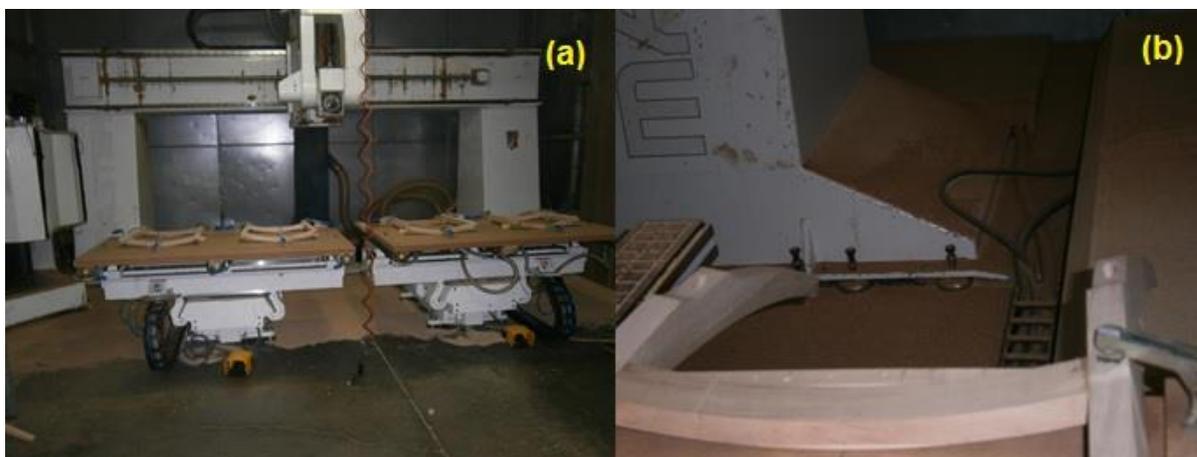
O resíduo utilizado no estudo, como agregado, consiste em uma massa proveniente de indústria de fécula de mandioca, localizada no município de Missal, Paraná. A geração deste resíduo ocorre no processo de peneiramento, em que após a trituração, a massa de mandioca passa por peneiras de 60 Mesh, retendo sobre elas o bagaço, que por processo mecânico é coletado e armazenado em local adequado. Por dia, são geradas cinco toneladas de resíduos, tendo como atual destinação a alimentação de animais. A Figura 2 demonstra o resíduo de mandioca, o processo onde é gerado e o local de armazenagem.



**Figura 2 - Geração do resíduo de mandioca. (a) Local de Geração, (b) Local de armazenagem.**

### 3.2.3 Madeira

A serragem utilizada no estudo (Figura 3) foi obtida de indústria moveleira, localizada na cidade de Medianeira, Paraná. Os tipos de madeira que formam a serragem são canela merda (*Nectandra grandiflora*), Pau-marfim (*Balfourodendron riedellianum*), e Açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*). A geração do resíduo ocorre no setor de usinagem, e tem como destinação atual o uso em cama de aviários e granjas de suínos. Destaca-se que a indústria não possui dados quantitativos sobre a geração deste resíduo.



**Figura 3 - Geração da serragem.** (a) Centro de usinagem, (b) serragem entorno da maquina.

### 3.2.4 Casca de ovo

As cascas de ovos são geradas em um supermercado, localizado na cidade de Medianeira, Paraná. Os ovos são utilizados no setor de panificação, sendo o consumo médio de 250 dúzias por semana. As cascas são descartadas como resíduo comum, tendo como disposição final o aterro municipal.

## 3.3 PREPARAÇÃO E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Para a realização dos testes foram confeccionados corpos de prova em que utilizou-se como agregados, resíduos provenientes de indústria moveleira

(serragem), de indústria de fécula (bagaço de mandioca) e de padaria (casca de ovo). Os resíduos de mandioca e a serragem foram colocados para secagem em estufa a vácuo, modelo SL 104/21R, a temperatura de 65 °C por 72 horas. Após retirada a umidade, os resíduos foram triturados em moinho de facas tipo Willye, modelo SL-031, marca SOLAB, em peneira fina de 30 mesh.

As cascas de ovos foram lavadas sob água corrente e água destilada, secadas a temperatura ambiente até poderem ser levadas à moagem em moinho de facas tipo Willye modelo SL-031, marca SOLAB em peneira de 30 mesh. Após a moagem, o pó foi submetido a solução de ácido acético glacial (2%), por 72h. Após esse período o pó foi separado do ácido por filtragem com o auxílio de bomba a vácuo e lavado três vezes com água destilada. E por fim, o pó foi colocado para secar por 24 h a 110 °C.

Para a confecção dos corpos de prova, foram utilizadas diferentes composições de polipropileno isotático (PPi) e agregados (Tabela 2). A porcentagem de agregados utilizada foi de 5 e 10%. Cada componente foi pesado com auxílio de balança analítica marca MARTE, modelo AW220, sendo o peso total do corpo de prova de 40 gramas.

**Tabela 2 - Composição dos corpos de prova.**

Agregados	Porcentagem (%)	Compósitos		Total (g)
		PPi (g)	Agregado (g)	
Serragem	5	38	2	40
	10	36	4	
Bagaço de mandioca	5	38	2	40
	10	36	4	
Casca de ovo	5	38	2	40
	10	36	4	
Serragem e bagaço de mandioca	10	36	2 Bagaço 2 Serragem	40

Cada composição foi individualmente submetida ao processo de extrusão e picotamento na mini extrusora AX Plásticos modelo AX16 à temperatura de 134 °C (Figura 4). Em seguida, os compósitos, foram armazenados em recipientes devidamente identificados.



**Figura 4 - Processo de extrusão e picotamento.** (a) Extrusora em preparação, (b) Extrusão dos compósitos, (c) Compósito em processo de picotamento, (d) Compósito picotado.

Os compósitos foram novamente submetidos ao processo de extrusão na mini extrusora AX Plásticos modelo AX16 a temperatura de 135 C°. Em seguida, os compósitos em estado líquido, foram injetado no molde do corpo de prova para a confecção dos mesmos. Por fim foram embalados em papel alumínio e devidamente identificados e guardados no dessecador para evitar umidade (Figura 5).



**Figura 5 - Confeção dos corpos de prova.** (a) Extrusora em preparação, (b) Injeção no molde, (c) Molde dos corpos de prova, (d) Compósitos prontos.

### 3.4 ANALISE DOS COMPOSITOS

#### 3.4.1 Teste de Inflamabilidade

Para o teste de inflamabilidade utilizou-se como critério, de forma adaptada, a norma ASTM D 635-10 que dispõe sobre o método de teste padrão para taxa de queima e/ou medida da duração de combustão de plásticos na posição horizontal. Este teste tem como objetivo determinar a taxa de queima ( $\text{mm s}^{-1}$ ) dos materiais. O cálculo da velocidade de queima ( $V$ ) foi realizado com base na norma ASTM por meio da equação (1):

$$V = \frac{60L}{t} \quad (1)$$

Na equação,  $V$  corresponde a taxa de queima em  $\text{mm min}^{-1}$ ,  $L$  é o comprimento do corpo de prova que foi danificado (50 mm) e  $t$  é o tempo da queima (segundos).

No teste foram utilizados quatro corpos de prova de cada compósito, os quais foram marcados, com o auxílio de um estilete, na marca de um cm a partir da ponta. Os corpos de prova foram colocados individualmente em uma presilha a qual estava acoplada em um suporte universal. Após, um bico de bunsen, com a chama na altura de 1,5 cm, e em 45° de inclinação, foi colocado na ponta do corpo de prova (Figura 6) por 30 segundos, sendo cronometrado a queima total do compósito.



**Figura 6 - Teste de inflamabilidade.** (a) Preparação para o teste, (b) Realização do teste.

A análise estatística dos resultados contemplou a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, sendo utilizado o programa estatístico SISVAR. Considerou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos (PPi puro e compósitos testados) e quatro repetições.

### 3.4.2 Teste de Tensão

Para a realização do teste, utilizou-se seis corpos de prova de cada compósito. Com o auxílio do micrometro foi medido a área de comprimento útil, sendo determinada a média para cada compósito.

Os corpos de prova foram individualmente submetidos a teste de tensão (Figura 2) no equipamento texture analyse modelo TA.HD Plus Stable Micro Systems. O teste foi baseado na norma ASTM D 638-10 que dispõe sobre o método de teste padrão para propriedades de tração de plásticos.

Para a condução do teste (Figura 7), o corpo de prova foi engatado em presilhas de rosca, a uma distância de 25,4 mm, o qual foi distenso a uma velocidade de  $20 \text{ mm min}^{-1}$ . Os resultados foram expressos pelo programa computacional EXPONENT LITE, que acompanha o equipamento.



**Figura 7 - Teste de tensão.** (a) Equipamento do teste, (b) Corpo de prova preso no Equipamento.

A análise estatística dos resultados contemplou a análise de variância (ANOVA), sendo utilizado o programa estatístico SISVAR. Considerou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos (PPi puro e compósitos testados) e seis repetições.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANALISE DO TESTE DE INFLAMABILIDADE DOS COMPÓSITOS

Os resultados obtidos no teste de inflamabilidade estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Valores médios da taxa de queima (V).**

Compósitos	V (mm min <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão	CV (%)
PPi puro	18,59	0,51	0,03
PPi e serragem 5%	20,77	4,54	0,22
PPi e serragem 10%	17,93	2,80	0,16
PPi e mandioca 5%	21,01	3,00	0,14
PPi e mandioca 10%	18,95	2,65	0,14
PPi e ovo 5%	20,31	0,39	0,02
PPi e ovo 10%	20,19	0,68	0,03
PPi, mandioca 5% e serragem 5%	21,34	0,85	0,04

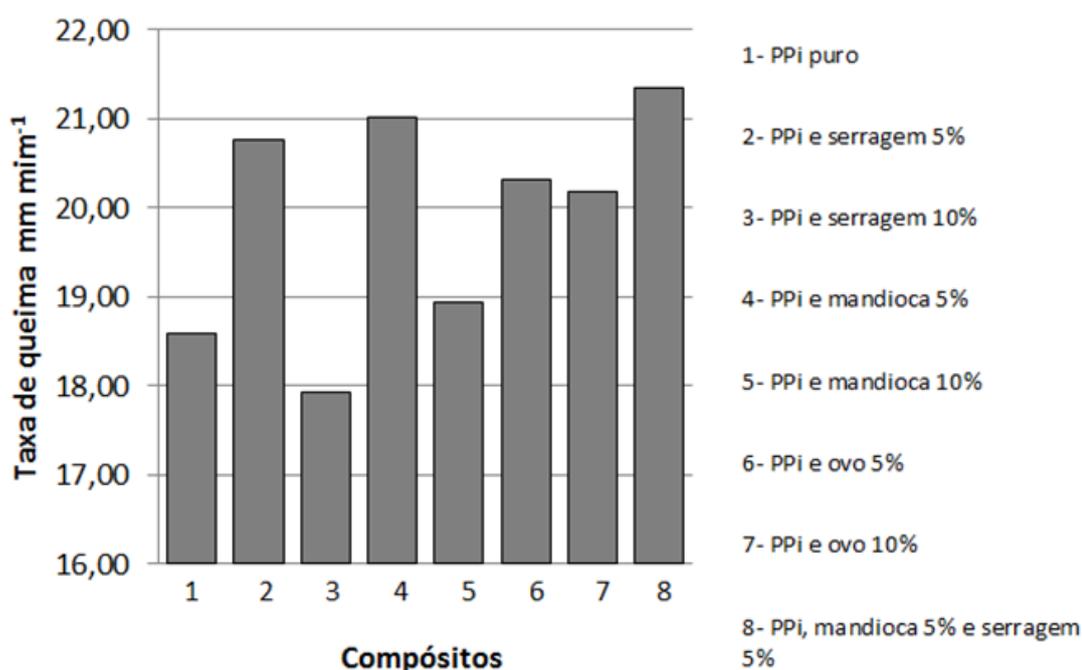
Analisando os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se verificar as respectivas taxas de queima para cada compósito, além dos valores de desvio padrão e coeficiente de variação, este por sua vez, indica a precisão de um experimento. Com base nos valores obtidos, percebe-se que todos os compósitos apresentam baixa variabilidade, sendo os valores de CV inferiores a 10% (MUCELIN, 2006).

A Tabela 4 demonstra os resultados da análise de variância, sendo possível observar que o valor de F calculado é de 1,10. Comparando-se o valor de F calculado com o de F tabular, ao nível de 5% de significância, associado a 7 tratamentos e 24 graus de liberdade para o numerador e denominador respectivamente, observa-se que  $F_{\text{tabular}} = 2,42$ . Como F calculado é menor que F tabular, as médias de taxa de queima para os compósitos são estatisticamente semelhantes.

**Tabela 4 - Análise de variância para a taxa de queima.**

FV	GL	SQ	QM	F calculado	F tabular
Tratamentos	7	43.717.864	6.245.409	1,10	2,42
Erros	24	135.665.580	5.652.733		
Total	31	179.383.444			

O gráfico 1 demonstra a taxa de queima, expressa em milímetros por minuto ( $\text{mm mim}^{-1}$ ), para os compósitos.

**Gráfico 1 - Taxa de queima dos compósitos.**

Com base nos resultados obtidos no teste de inflamabilidade é possível observar que os resíduos agregados ao PPI, não alteraram, de modo estatisticamente significativo, as propriedades dos compósitos. Assim entende-se que o uso de agregados não acarreta benefícios aos compósitos, em contra partida, não é prejudicial à suas propriedades.

## 4.2 ANALISE DO TESTE DE TENSÃO DOS COMPÓSITOS

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise de variância para o teste de tensão, em que F calculado é de 18,11. Comparando-se o valor de F calculado como o F tabular, ao nível de 5% de significância, associado a 7 tratamentos e 40 graus de liberdade para o numerador e denominador respectivamente, observa-se que F tabular é igual á 2,25. Como o F calculado é maior que o F tabular, ou seja, 18,11 maior que 2,25, conclui-se que, pelo teste de F, que ao menos um par de medias do teste de tensão para os compósitos são estatisticamente diferentes.

**Tabela 5 - Análise de variância do teste de tensão.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabular</b>
Tratamentos	7	3.560315	0.508616	18,11	2,25
Erros	40	1.123383	0.028085		
Total	47	4.683698			

Na Tabela 6 estão descritos os resultados do teste mecânico com suas respectivas medias de tensão, desvio padrão e coeficiente de variação (CV). Analisando os valores de CV é possível perceber que os resultados obtidos apresentam uma baixa variabilidade, já que são inferiores a 10% (MUCELIN, 2006).

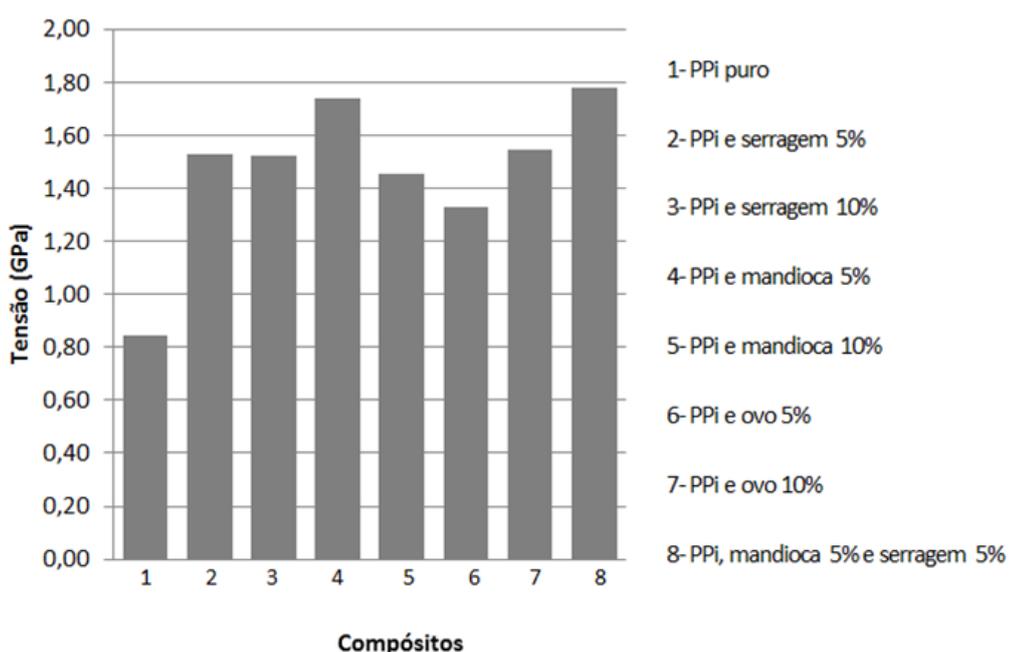
Os dados apresentados na Tabela 7 são referentes aos valores divergentes (VD) indicam os compósitos que apresentaram uma diferença significativa de resultados. Com isso é possível observar que:

- PPI-P apresentou melhor resultado;
- PPI-O5 é estatisticamente igual a PPI-M10, PPI-S10, PPI-S5 e PPI-O10 e difere de PPI-P, PPI-M5 e PPI-MS5.
- PPI-M10, PPI-S10, PPI-S5, PPI-O10 e PPI-M5 são estatisticamente iguais, sendo que PPI-M10 difere de PPI-P e PPI-MS5, e PPI-M5 difere de PPI-P e PPI-O5.

**Tabela 6 - Valores medio do teste de tensão.**

SIGLAS	Compósitos	Tensão (GPa)	Desvio Padrão	CV	VD
PPi-P	PPi puro	0,84	0,1	0,12	a
PPi-O5	PPi e ovo 5%	1,33	0,09	0,07	b
PPi-M10	PPi e mandioca 10%	1,45	0,17	0,12	b c
PPi-S10	PPi e serragem 10%	1,52	0,09	0,06	b c D
PPi-S5	PPi e serragem 5%	1,53	0,14	0,09	b c D
PPi-O10	PPi e ovo 10%	1,55	0,28	0,18	b c D
PPi-M5	PPi e mandioca 5%	1,74	0,18	0,1	c D
PPi-MS5	PPi, mandioca 5% e serragem 5%	1,78	0,19	0,11	D

O gráfico 2 demonstra os resultados do teste de tensão dos compósitos. Nela é possível observar que o compósito de PPi puro apresenta menor tensão (0,84 GPa), com isso entende-se que possuem maior resistência. Em contra partida, o PPi, mandioca 5% e serragem 5% apresenta a maior tensão e assim, a menor resistência. Outro fator que pode ser observado é que os compósitos com serragem, com mandioca e com casca de ovo, apresentam semelhança entre si, o que indica que os valores de tensão para cada um destes compósitos independem da porcentagem de agregado utilizada (5 ou 10%).

**Gráfico 2 - Valores do teste de tensão.**

Com base nos resultados obtidos no teste de tensão é possível observar que os resíduos agregados ao PPI, alteraram, suas propriedades, de modo a ocasionar o aumento da tensão e conseqüente diminuição da resistência

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No teste de inflamabilidade os compósitos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparados ao polipropileno puro, desse modo nenhum agregado alterou de modo significativo as características dos compósitos.

No teste de tensão os compósitos apresentaram variações quando comparados ao polipropileno puro, sendo que com a adição dos agregados obtiveram uma diminuição de sua resistência.

Destaca-se que a adição dos agregados ao polipropileno pode ser uma alternativa de reciclagem para os resíduos provenientes da indústria de fecularia, indústria moveleira e padaria, aproveitando desta forma o valor agregado implícito que os mesmos possuem e evitando danos ao meio ambiente.

Os resultados obtidos indicam a possibilidade de realização de estudos posteriores, visando investigar outras propriedades ou desenvolvimento de novos produtos. Além disso, sugere-se também analisar o uso de outros agregados ou a utilização de aditivos, tais como óxido de zinco que atua como anti-chamas, no intuito de melhorar as características dos compósitos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305. de 02 de agosto de 2010**. Brasília-DF, 2010.

CANGEMI, Jose Marcelo; SANTOS, Antonia Marli dos; NETO, Salvador Claro. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes de resíduos plásticos. **Revista Química Nova na Escola**, n. 22, p. 17-21, novembro, 2005. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

CAVALCANTE, André P; CANTO, Leonardo B.; Uso de resíduo industrial a base de resina fenólica como carga para o polipropileno. **Revista Polímeros**, vol. 22 nº3, 245-252 p, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/po/v22n3/aop\\_0846.pdf](http://www.scielo.br/pdf/po/v22n3/aop_0846.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2014.

CANEVEROLO, Sebastião V. Jr., Ciência dos polímeros. São Paulo. Editora Artliber, 2002.

CUNHA, Adriano Ferreira da; MOL, Marcos Paulo Gomes; MARTINS, Máximo Eleotério; ASSIS, Paulo Santos Assis. Caracterização, beneficiamento e reciclagem de carepas geradas em processos siderúrgicos. **Revista Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 59, n. 1, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rem/v59n1/a014.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias-EMBRAPA, 2002, Cultivo da mandioca na região centro-sul do Brasil. **Sistemas de produção**. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38817/1/SP20023.pdf>> Acesso em: 20 out. 2014, 20:44.

FELIPE, Fabio Isaias; RIZATO, Matheus; WANDALSEN, Joana Vasconcelos. Potencial econômico dos resíduos de mandioca provenientes de fecularias do Brasil 2009. Artigo Disponível em:< <http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Manipueira.pdf>> Acesso em: 19 set. 2014.

FILHO, Humberto Margon Vaz; **Plástico: Descrição e análise do ciclo de reciclagem**. 2006. 88 f. Monografia de graduação - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < [http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/043\\_humberto.pdf](http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/043_humberto.pdf) >. Acesso em: 01 ago. 2014, 08:32.

FIORDA, Fernanda Assumpção. **Bagaço e fécula de mandioca na elaboração de farinhas cruas e pré-gelatinizadas, snacks e macarrões instantâneos com amarantho**. 2011. 187. Universidade Federal de Goiás Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. 2011. Disponível em:<[http://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Fernanda\\_Fiorda\\_mai\\_2011.pdf?1349094129%20](http://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Fernanda_Fiorda_mai_2011.pdf?1349094129%20)> Acesso em: 20 out. 2014, 20:32.

GORNI, Antônio Augusto; Introdução aos plásticos. **Revista Plástico Industrial**, 2003. Disponível em: < [http://ingaprojetos.com.br/download/INTRODUCAO\\_AOS\\_PLASTICOS%5b1%5d.pdf](http://ingaprojetos.com.br/download/INTRODUCAO_AOS_PLASTICOS%5b1%5d.pdf) >. Acesso em: 01 ago. 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas-IBGE,**Produção Agrícola 2014**, Disponível em:<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Comentarios/lspa\\_201403comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf)> Acesso:15 out. 2014,21:09.

ISHIZAKI, Marina H.; VISCONTE, Leila L. Y.; FURTADO, Cristina R. G.; LEITE, Márcia C. A.; LEBLANC, Jean L. Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco Verde: Influência do teor de fibra e das condições de mistura. **Revista Polímeros**, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, abril 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v16n3/02.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2014.

HERLEY, William Ernest. **A book of verses**. London: D. Nutt, 1888.

HILLIG, Éverton; IWAKIRI, Setsuo; ANDRADE, Mara Zeni; ZATTERA, Ademir José. Caracterização de compositos produzidos com polietileno de alta densidade (HDPE) e serragem da industria moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n. 2, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n2/a13v32n2.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2014.

KAKIZAWA, Max William. **Madeira plastica**. 2009. 48 f. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade, 2009. Disponível em: <[http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/engenhariacivil/attachments/article/126/madeira\\_pl%C3%A1stica.pdf](http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/engenhariacivil/attachments/article/126/madeira_pl%C3%A1stica.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2014, 18:54.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a polímeros**. São Paulo: Editora Blücher, 2000.

MATSUI, Katia Nicolau. **Desenvolvimento de materiais biodegradáveis a partir do bagaço de mandioca**. 2002. 75. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Curso de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos. 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84264/189670.pdf?sequence=1>> Acesso em: 16 out. 2014, 22:01.

MONTENEGRO, Ricardo Sa Peixoto; ZAPORKI, Janusz; RIBEIRO, Marcia Cristiane Martins; MELO, Kelly Cristina de Azevedo; Polipropileno. **Banco Nacional de Desenvolvimento**, 1996. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2014.

MUCELIN, Carlos Alberto. **Estatística elementar e experimental aplicada às tecnologias**. 2. ed.2 Medianeira, 2006.

OLIVEIRA, R. A., FREITAS P. A. B. , CARDOSO, M. J. B., BARBOSA, R. C., PINTO, M. P. O., FOOK, M. V. L. Síntese e Caracterização de Compósito Quitosana com Carbonato de Cálcio Extraído de Casca de Ovo para Possíveis Aplicações como Curativo. ENECT- Encontro Nacional de Educação, Ciência, e Tecnologia/UEPB. 2012.

ORTH, Cíntia Madureira; BALDIN, Nelma; ZANOTELLI, Cladir Teresinha. A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. **Revista Gestão & Produção**. São Carlos, v. 21, n. 2, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v21n2/v21n2a16.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2014.

PELLISSARI, Patrícia Gracieli Zembruski; PAZ, Djuliano; BORON, Luana, HERMES, Eliane; MUCELIM, Carlos Alberto. Utilização de resíduo de fécula de mandioca como agregado de Argamassa de revestimento. *Revista engenharia ambiental: Pesquisa e tecnologia*. Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, jan./mar. 2010. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1023&article=307&mode=pdf>>. Acesso em: 22 out. 2014.

PEREIRA, Léo C. O.; TAKAHASHI, Rafael; FILHO, Rômulo V. V.; OLIVEIRA, Dênio R. C. de; FUJIYAMA, Roberto T. Caracterização de resíduos de madeira e fibras de sisal para fabricação de materiais compósitos de matriz poliéster. **COBENGE**, Blumenau, out. 2011, Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sexoestec/art1738.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2014.

PETRY, André; **Mercado brasileiro de polipropileno com ênfase no setor automobilístico**. 2011. Trabalho de conclusão do curso de engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36895/000793010.pdf?sequen> >. Acesso em: 01 ago. 2014, 08: 40.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira; **Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió, Alagoas: Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2005.

PINTO, Maria Dina Nogueira. Mandioca e farinha: subsistência e tradição cultural, Seminario de alimentação e cultura. Disponível em: <[http://www.mao.org.br/wp-content/uploads/pinto\\_01.pdf](http://www.mao.org.br/wp-content/uploads/pinto_01.pdf)> acesso em:19 set. 2014.

ROSÁRIO, Francisco; PACHEKOSKI, Wagner M.; Resíduo de sisal como reforço em compósitos de polipropileno virgem e reciclado. **Revista Polímeros**, vol 21, n°2, p. 90-97, 2011. Disponível em: < [http://www.scielo.br/pdf/po/v21n2/AOP\\_0493.pdf](http://www.scielo.br/pdf/po/v21n2/AOP_0493.pdf) >. Acesso em: 01 ago. 2014.

SEAB- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. **Análise De Conjuntura Agropecuária**

SILVA, Claudionor Oliveira; SANTOS, Gilbertânia Mendonça; SILVA, Lucicleide Neves. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: estudo de caso. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas/Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 13, n. 13, Ago. 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/viewFile/8248/pdf>>. Acesso em: 19 set. 2014.

SILVA, J. H. V.: **Revista Bras. Zootec.** 2000, 29,1440

SILVA, Alineaurea F.; SANTANA, Luiz M. de; FRANÇA, Carla R. R. S.; MAGALHÃES, Clésio A. de S.; ARAÚJO, Cândido R. de Araújo; AZEVEDO, Sérgio G. de. Produção de diferentes variedades de mandiocaem sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33–38, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n1/v13n01a05.pdf>> Acesso: 14 out. 2014, 22:14.

SPINACÉ, Marcia Aparecida da Silva; PAOLI, Marco Aurélio de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Revista Química Nova**, V. 28, nº 1, p. 65-7, 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23041> >. Acesso em 01 ago. 2014.

VILPOUX, Oliver. Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecculárias de mandioca, **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.49 no.2 Apr./June 2011. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032011000200001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032011000200001&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em:15 out. 2014,20:51.

**ANEXOS**

A- Declaração de Autoria.

B- Termo de Autorização para Divulgação de Informações da Empresa Cooperativa Agroindustrial Lar.

C- Termo de Autorização para Divulgação de Informações da Empresa Mercearia Maronesi.

D- Termo de Autorização para Divulgação de Informações da Empresa CGS Industria de Moveis LTDA.

- Os anexos assinados encontram-se na coordenação do curso.