

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS:
DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Debora Tais Mastella

Santa Maria, RS, Brasil

2017

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS: DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITO

POR

Debora Tais Mastella

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador: Leandro Cantorski da Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2017

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITO

DEBORA TAIS MASTELLA (UFSM)

debmastella@gmail.com

LEANDRO CANTORSKI DA ROSA (UFSM)

leski78@hotmail.com

RESUMO

Mediante a grande quantidade de resíduos gerados pela indústria que são lançados no meio ambiente, tem se intensificado a busca por modos de produção mais sustentáveis, que minimizem a geração de impactos ao meio ambiente. Nesse contexto, o uso de estratégias como a Produção Mais Limpa (PML), tem garantido a eliminação e/ou aproveitamento de resíduos, assim como, o aumento da eficiência dos processos produtivos e a redução de riscos às pessoas e ao meio ambiente. Esta pesquisa teve como objetivo o aproveitamento de resíduos agrícolas provenientes das lavouras, bem como o desenvolvimento de um compósito com finalidade de substituir materiais mais agressivos. A principal matéria prima em estudo foram os talos de girassol triturados que foram misturados com uma resina poliéster insaturada. No teste de variação de temperatura o compósito apresentou 43,75 °C e resistência a flexão de 16,8 MPa. Os resultados obtidos foram comparados com uma amostra de poliestireno expandido. O desempenho foi satisfatório, pois o corpo de prova desenvolvido a partir dos talos de girassol apresentou uma boa relação quando comparado ao poliestireno.

Palavras-chave: PRODUÇÃO MAIS LIMPA; RESÍDUOS AGRÍCOLAS; GIRASSOL; ISOLAMENTO TÉRMICO

CLEANER PRODUCTION PRACTICES FOR AGRICULTURAL WASTE DEVELOPMENT: COMPOSITE DEVELOPMENT

DEBORA TAIS MASTELLA (UFSM)

debmastella@gmail.com

LEANDRO CANTORSKI DA ROSA (UFSM)

leski78@hotmail.com

ABSTRACT

Through the large amount of waste generated by the industry that are released into the environment, the search for more sustainable modes of production, which minimize the impact of the environment, has intensified. In this context, the use of strategies such as Cleaner Production (PML), has guaranteed the elimination and or use of waste, as well as increasing the efficiency of production processes and reducing risks to people and the environment. This research had as objective the use of agricultural residues from the crops, as well as the development of a composite with the purpose of replacing more aggressive. The main raw material under study were the crushed sunflower stalks which were mixed with an unsaturated polyester resin. In the temperature variation test the composite presented 43.75 ° C and bending strength of 16.8 MPa. The results obtained were compared with an expanded polystyrene sample. The results obtained were compared with an expanded polystyrene sample. The performance was satisfactory, since the specimen developed from the sunflower stalks presented a good relation when compared to the polystyrene.

Keywords: CLEANER PRODUCTION; AGRICULTURAL RESIDUES; SUNFLOWER; THERMAL INSULATION

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação, a nível mundial, com a quantidade de resíduos gerados pela indústria que são lançados no meio ambiente, tem motivado o desenvolvimento de soluções e técnicas de produção mais sustentáveis. Desta forma, a aplicação de práticas de Produção Mais Limpa (PML) podem garantir que a eliminação e/ou aproveitamento de resíduos sejam efetivamente obtidos, possibilitando redução nos custos de produção, além de uma redução significativa na geração de resíduos e melhor aproveitamento dos recursos produtivos.

Segundo Munasinghe (2014), o consumo excessivo dos últimos anos e a degradação ambiental impulsionaram a restrição na exploração dos recursos naturais do planeta. Em pesquisas feitas recentemente, todos especialistas estabeleceram um prazo para que os países, sejam subdesenvolvidos ou desenvolvidos, busquem maneiras de incentivar os setores industriais a procurar por alternativas sustentáveis que permitam certa autonomia energética.

A PML constitui uma série de práticas que auxiliam na eliminação dos poluentes, as quais devem ser aplicadas desde o início do processo produtivo, fazendo com que os responsáveis gerenciem os poluentes de maneira mais adequada. Para tanto, é necessário identificar de onde vêm os principais resíduos e poluentes de qualquer processo, devendo-se também analisar formas de prevenir a geração desses resíduos, como por exemplo, reduzir o consumo de água, energia e até mesmo matérias-primas, possibilitando um melhor aproveitamento desses materiais e conseqüentemente um meio ambiente mais limpo.

Um segmento que tem sido bastante explorado por pesquisadores de todas as partes do mundo é o aproveitamento de resíduos agroindustriais provenientes das lavouras. Na maioria dos casos os resíduos são descartados, pois não se tem conhecimento de sua aplicabilidade e essa matéria-prima, acaba muitas vezes, sendo desperdiçada. Segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, nos últimos anos o Brasil apresentou um crescimento bastante significativo na produtividade do setor agrícola. Com o aumento das áreas cultiváveis, a capacidade de produção subiu de forma eficiente e sustentável (FAO, 2015).

O setor agrícola no Brasil tem um importante desempenho econômico e social. Segundo um levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento acredita-se que a produção de grãos na safra 2016/17 ficará em torno de 210,5 e 214,8 milhões de toneladas, o que ressalta um crescimento de cerca de 13% em relação à safra passada (CONAB, 2016). Assim, toda essa produção irá gerar uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, que em muitos casos não serão utilizados.

Atualmente produzir sem agredir o meio ambiente tem levantado inúmeras preocupações. A busca por fontes de energias limpas tem crescido bastante no ramo energético.

Sendo assim, o desenvolvimento de produtos a partir de componentes naturais tem gerado menor impacto ambiental.

Além disso, a proteção do meio ambiente é uma ação que vem sendo intensificada na sociedade nos últimos anos. Os impactos ambientais são consequências geralmente negativas geradas pelo homem. Desse modo, é necessário encontrar alternativas que diminuam a degradação ambiental. Com base no exposto, a pesquisa tem como intuito responder a seguinte questão: Como aproveitar a quantidade de resíduos agrícolas provenientes das lavouras de girassol?

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi encontrar soluções para o aproveitamento de resíduos agrícolas, mais especificamente da cultura do girassol, com base em conhecimentos voltados para as práticas de Produção Mais Limpa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção Mais Limpa

A Produção Mais Limpa (PML) surgiu como uma possibilidade de eliminar as emissões, resíduos e todo tipo de poluição enquanto o processo produtivo acontece. Para tanto, qualquer insumo representa um custo, pois foram adquiridos como matéria-prima e necessitam da utilização de energia e água. E mesmo após produzidos, continuam gerando custos (GROSSI, 2014).

Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, a PML é a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental introduzida aos processos e produtos, tendo por finalidade auxiliar o aumento da capacidade do uso de matérias-primas, água e energia, por meio da diminuição ou aproveitamento dos resíduos, trazendo um melhoramento ambiental e social. Além disso, a PML é uma aplicação constante, que exige um plano estratégico ambiental e integrado, em toda a empresa, pois ela é essencial para a redução das emissões e resíduos que degradam a sociedade e o meio ambiente. Portanto, qualquer ajuste ou alteração no processo produtivo que possa eliminar esses poluentes, já são consideradas ações de grande ganho dentro dos setores industriais (SENAI, 2003).

Ainda conforme o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), as prováveis transformações relacionadas à implantação de um programa de PML, podem ocorrer em diversos níveis de aplicações, como mostra a Figura 1.

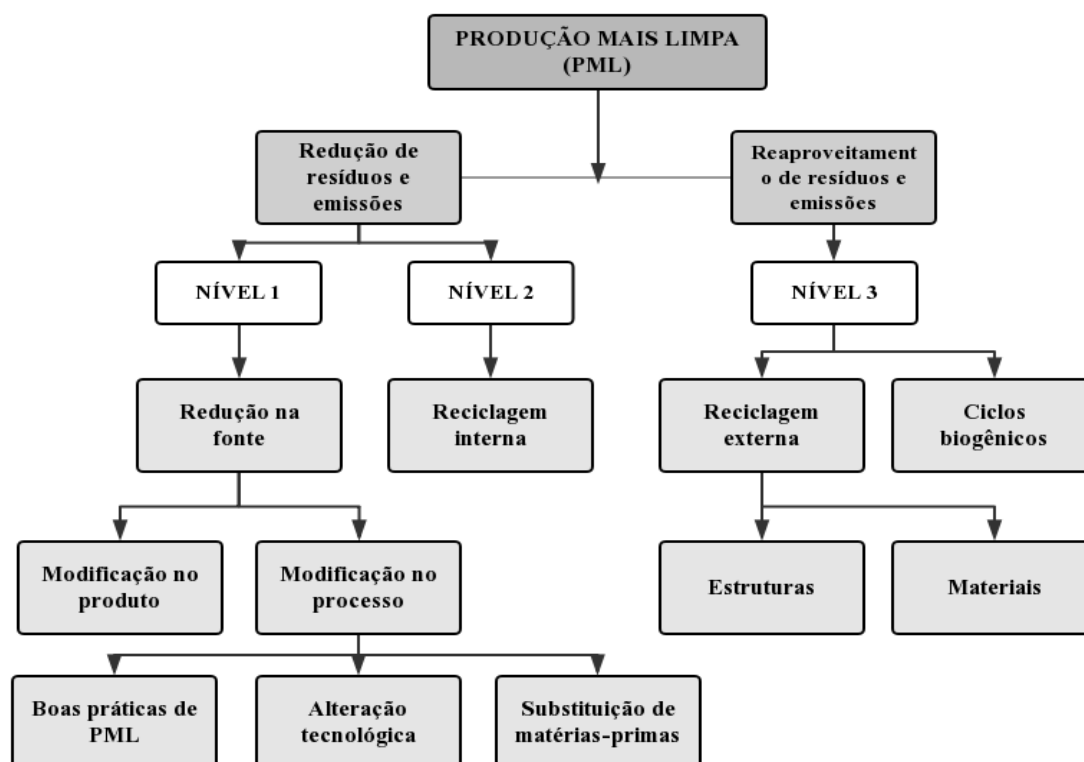


Figura 1 – Níveis de aplicação da PML.

Fonte: SENAI (2003).

No nível um, a prioridade deve ser levada em conta em relação a meios que resolvam o problema na fonte, podendo essas alterações serem realizadas no processo produtivo ou no produto. É possível citar algumas dessas modificações como: substituição de alguns materiais, alterações no design do produto, uso de materiais recicláveis, entre outros. Nessa etapa pode-se incluir mudanças organizacionais, além disso, as boas práticas operacionais podem proporcionar novos investimentos na empresa e também novas tecnologias. Alguns exemplos: melhoria de logística de compra, estocagem de matérias-primas, insumos e produtos, padronização de operações e procedimentos, entre outros.

O nível dois aborda práticas com relação aos resíduos que não podem ser eliminados, mas isso não significa que esses materiais não possam ser reaproveitados dentro da empresa. Por exemplo: recuperação de solventes, recuperação parcial de componentes e reutilização de matérias-primas que foram descartadas. O nível três envolve a reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa. Um exemplo é a compostagem, que faz parte do ciclo biogênico. As descrições anteriores sobre a reciclagem interna também podem ser usadas na reciclagem externa. Geralmente é mais proveitoso buscar a finalização do ciclo dentro da própria empresa, caso seja economicamente viável. Pode-se dizer que, quanto mais próximo à raiz do problema e quanto menores os ciclos, mais eficientes serão as medidas.

2.2 Resíduos agrícolas

A produção agrícola tem aumentado nos últimos anos e em decorrência disso o maior acúmulo de resíduos agrícolas. No Brasil a agricultura ocupa uma extensão territorial significativa. De acordo com o Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais, o Brasil é o quinto maior produtor agrícola a nível mundial. Sua produção chega a cerca de US\$ 100 bilhões (TENÓRIO, 2011). Porém, toda essa produção em grande escala gera resíduos, que podem ser aproveitados, por apresentarem certas vantagens em relação a outros insumos.

Pedrosa et al. (2013) afirmam, que a agricultura é uma importante colaboradora para o crescimento econômico do país, mas tem como consequência a geração de grandes quantidades de resíduos, que se manuseados de maneira incorreta podem prejudicar todo tipo de recurso natural. Apesar disso, afirmam que os resíduos apresentam valor econômico agregado, podendo ser tratados e aproveitados para diversas finalidades.

De acordo com Asokan et al. (2007), o aproveitamento de resíduos agrícolas no desenvolvimento de componentes sustentáveis tem sido uma solução viável, não somente para problemas de poluição, mas também por gerar menos insumos na sua confecção, além de apresentar um baixo custo em relação a boa parte dos produtos convencionais.

Segundo Ruiz et al. (2013), resíduos agroindustriais são apontados como fontes de energia renováveis mais favoráveis e que podem ser utilizados como matéria-prima a menores custos em relação a outros materiais renováveis. Desse modo, aplicabilidade das fibras naturais tem sido objeto de estudo nos mais variados ramos da indústria. Um exemplo de resíduo agrícola que vem sendo analisado, é o girassol. Os talos de girassol apresentam propriedades mecânicas favoráveis ao passo que sua medula tem boas características isolantes (SUN et al., 2013).

As fontes de aplicabilidade desses componentes de origem natural são inúmeras. Xiao-Yan et al. (2010), desenvolveram um compósito a partir da haste do algodão, sem aditivos químicos. Os resultados mostraram que a condutividade térmica tinha uma forte correlação linear com a densidade da placa. Noutro exemplo de utilização, Pranee et al. (2008), desenvolveram painéis de partículas compostas por papel de seda e casca de milho, com baixa condutividade térmica. Binici et al. (2014), constataram que os resíduos de algodão, cinzas voláteis, e materiais de construção leves fabricados com a resina epóxi podem ser utilizados como materiais de isolamento térmico e acústico.

Uma pesquisa recente feita na Turquia por Binici et al. (2014), revelou que cerca de dois milhões e setecentos mil toneladas anuais de caules de girassol são gerados, o que significa aproximadamente oito milhões e oitocentos mil metros cúbicos de material. Segundo Rosa et

al. (2015), o material apresenta também propriedades estruturais que propiciam resistência térmica ao fluxo do calor, podendo ser utilizadas em sistemas de isolamento térmico.

2.2.1 Girassol

Com o crescente acúmulo de resíduos agrícolas, pesquisas têm sido desenvolvidas de maneira a aproveitar essa matéria prima com técnicas de elaboração de compósitos à base de resíduos agroindustriais como alternativa sustentável no que diz respeito a preservação do meio ambiente. Reddy e Yang (2005), asseguram que as fibras de base agrícola naturais representam uma fonte bastante promissora, pois sua disponibilidade e economia de utilização superam suas limitações, em relação ao desenvolvimento de produtos à base de origens não naturais. Desse modo, é possível salientar a capacidade de utilização do talo de girassol, que representa um tipo de resíduo agrícola, onde na maioria das vezes é queimado nas lavouras após a colheita (RUIZ et al., 2013).

Em pesquisas anteriores, Marechal e Rigal (1999), estimaram que são produzidos de três a sete toneladas de resíduos por hectare (ha) nas lavouras de girassol. Segundo informações levantadas, a produção chegou a cerca de 41.335.165 toneladas de grãos de girassol em todo o mundo em 2014, rendendo em torno de 1.669,3 kg/ha de área colhida (FAOSTAT, 2014). Já no Brasil, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a quantia produzida foi de 154.159 toneladas, com 111.761 ha de área plantada (IBGE, 2015).

A produtividade média mundial de girassol, é de cerca de 1.300 kg/ha. Na Suíça chega-se a 2700 kg/ha e de 300 kg/ha no Marrocos. Na França a produtividade se destaca, pois, o país tem apresentado vastas pesquisas na cultura do girassol, obtendo uma média de 2.500 kg/ha (EMBRAPA, 2014). Ainda segundo o instituto, no Brasil a produção média está em torno de 1.500 kg/ha, ou seja, em posição acima da média mundial. Entretanto, quando as condições na lavoura são melhores o cultivo do girassol pode atingir em média 2.000 kg/ha.

De acordo com a Figura 2, pode-se ter noção das partes da planta e a porcentagem de seu rendimento com que o girassol é aproveitado. Além disso, como indicado por Mati-Baouche et al. (2015) e Binici et al. (2014), há um grande potencial para a utilização dos talos de girassol na confecção de compósitos de isolamento. O Girassol é amplamente cultivado em todo o mundo, porém, seus talos são pouco valorizados, sendo geralmente, queimados, ou utilizados para alimentação animal e produção de combustível (SUN et al., 2013).

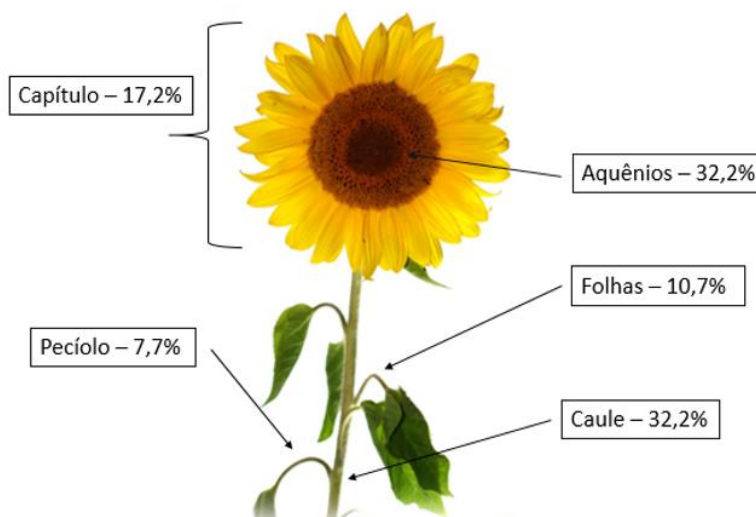


Figura 2 – Estrutura da planta de girassol.

Fonte: Adaptado de Castro e Farias (2005).

Na Figura 3, observa-se a estrutura de um caule de girassol. Segundo Sun et al. (2013), a mesma é composta por casca e medula, sendo que casca possui propriedades mecânicas e a medula apresenta propriedades isolantes.

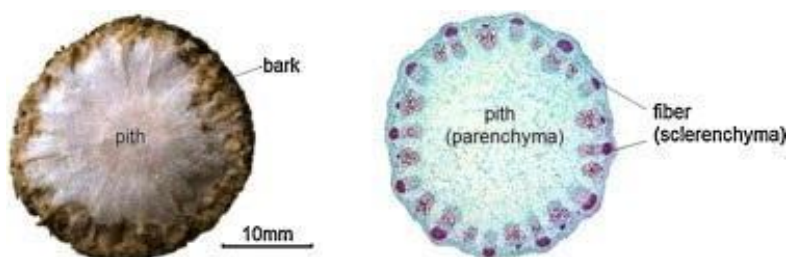


Figura 3 – Estrutura de um caule de girassol.

Fonte: Sun et al. (2013, p. 52).

Mathias et al. (2015), afirmam em relação ao ponto de vista econômico, que um dos principais interesses do material é o fato dos talos de girassol serem subprodutos de origem agrícola, tornando-se uma matéria-prima barata e abundante. Além desses componentes não agredirem o meio ambiente, eles também estão sendo bastante usados em construções.

Em análises feitas por Mati-Baouche et al. (2014), foram estabelecidas e determinadas as propriedades térmicas, mecânicas e acústicas de isolamento com quitosana e talos de girassol, onde foi possível encontrar a classificação do tamanho das partículas, a relação de quitosana em relação às partículas de girassol e também o estresse de compactação que podem influenciar as propriedades térmicas e mecânicas. Esses desempenhos mecânicos e térmicos,

conforme os autores, mostraram-se competitivos com os materiais tradicionais disponíveis no mercado.

Vários autores relataram que os produtos confeccionados a partir de resíduos agrícolas, incluindo talos de girassol, tem propriedades mecânicas superiores, baixa condutividade térmica e densidade, são mais baratos, duráveis, leves e disponíveis em abundância, além de prejudicar menos o meio ambiente se comparados aos convencionais (ASHORI et al., 2014, DÍAZ et al., 2011, MADURWAR et al., 2013 e ZAHEDI et al., 2013).

2.3 Isolamento térmico

Quando se fala de isolamento térmico, pensa-se em suas propriedades, requisitos e as possibilidades onde serão aplicados. No entanto, a necessidade da utilização de materiais desse tipo principalmente em construções, deve-se ao fato que existem exigências quanto ao conforto térmico em relação ao funcionamento do corpo humano (FROTA; SCHIFFER, 2001). Materiais como lã de rocha, lã de vidro, poliestireno expandido e espuma de poliuretano, são muito empregados na construção civil (JELLE, 2011; ROSA et al., 2015).

Segundo, JELLE (2011), existem alguns fatores que são levados em conta quanto ao tipo de isolamento, como por exemplo, a capacidade que o material tem de conduzir calor, resistência mecânica, a proteção contra incêndio, resistência à água, entre outros. Ainda de acordo com o autor, em relação aos custos e impacto ambiental ainda não existe nenhum material isolante ou solução capaz de cumprir todos os requisitos desejados.

Em virtude da busca por soluções sustentáveis, estudos têm mostrado que é possível utilizar a casca de arroz, hastes de girassol, sabugo de milho, entre outros, aos quais são considerados resíduos agrícolas, para a obtenção de placas como forma de aproveitamento interno em tetos e paredes, gerando um gasto menor de energia e conseqüentemente diminuindo a transmissão de calor nos ambientes, além de terem um impacto ambiental relativamente menor que os materiais convencionais utilizados em construções (KORJENIC et al., 2011; ROSA et al., 2015).

A utilização de resíduos da cultura de girassol, levando em conta o uso dos talos, que apresentam ótimas propriedades mecânicas, além de favoráveis coeficientes de condutividade térmica, se mostraram fontes promissoras de utilização como isolamento térmico (SUN et al., 2013, BINICI et al., 2014 e EVON et al., 2014). Rosa et al. (2015) desenvolveram placas de isolamento térmico, utilizando resíduos como, casca de arroz, talos de girassol, gesso e tecido de juta, para aplicação em um coletor solar no aquecimento de água. Binici et al. (2014) criaram

um compósito com resíduos da produção de girassol, da indústria têxtil e de algodão, usando epóxi como aglomerante, também para a utilização como isolamento térmico em construções.

2.4 Aglomerantes

Adesivo ou aglomerante, que tem como finalidade conectar partículas, de maneira a sustentar o compósito criado.

Segundo Askeland e Wright (2014) os adesivos são polímeros utilizados para colar materiais. Exemplos de materiais que podem ser unidos, são os próprios polímeros, metais, cerâmicas, compósitos ou combinações desses materiais. Além disso, para decidir qual o adesivo mais indicado, é preciso definir algumas condições: os materiais que estão sendo misturados e suas porosidades, as propriedades adesivas, as temperaturas de exposição e as condições de processamento (CALLISTER JR.; RETHWISCH, 2016).

Tratando-se da parte ambiental que envolve o uso de adesivos e que tem desencadeado novas pesquisas, é a questão de que muitos dos materiais como: epóxi, fenol/formaldeído, poliuretano, entre outros; dependem de recursos petroquímicos não renováveis para sua fabricação. Porém, esses recursos estão se esgotando. Assim como, existem aqueles aglomerantes que utilizam na sua composição produtos químicos, que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (MATI-BAOUCHE et al., 2014b).

2.4.1 Resina poliéster insaturada para laminação

O aglomerante usado na elaboração dos corpos de prova nesta pesquisa, foi a resina Poliéster Insaturada Induspol Ind. e Com. de Polímeros LTDA. A ficha contendo informações técnicas, composição e formas de manuseio foi disponibilizada pela empresa Constinta Comércio e Representações, com sede em Santo Cristo - RS, que distribui o produto, com o nome comercial Rainha para aplicações, na indústria automobilística, barcos, piscinas, banheiras, brinquedos e laminados em geral.

A resina é obtida a partir da condensação de diácidos carboxílicos e glicóis em solução de monômero de estireno, conforme especificações do produto encontradas na FISPQ - Induspol (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) que está apresentada no ANEXO. Sua composição apresenta monômero de estireno que é um hidrocarboneto aromático não saturado, considerado um produto sintético e transparente, bastante utilizado comercialmente.

De acordo com o fabricante esse tipo de resina apresenta um processo de cura feito a partir da adição de catalisadores. Os catalisadores são peróxidos orgânicos, na forma líquida ou

em pasta e usualmente diluídos em aproximadamente 50% da solução. Ainda segundo o fabricante a taxa de catalisador usada varia de 1% a 2%. Além disso, não é indicado utilizar dosagens menores do que as recomendadas pelo fabricante do produto ou não irá curar totalmente.

O fabricante informou que a resina apresenta três estágios até atingir a cura final. A cura da resina tem início no instante em que o catalisador é misturado, onde terá um aspecto de gelificação (*geltime*). Esse é o estágio um, que vai desde a hora em que se adiciona o catalisador até o ponto em que ela se estabelece na forma de gel e logo em seguida inicia o aumento de temperatura. Normalmente, esse tipo de material pode chegar em temperatura máxima dos 150°C, que é denominada pico exotérmico.

Posterior ao tempo de gel, inicia o tempo de endurecimento ou também chamado segundo estágio, que é o momento fundamental para o laminado atingir suas propriedades mecânicas e a peça possa ser desenformada. Por fim, tempo de maturação é o estágio final, onde o laminado potencializa toda a sua estabilidade e dureza. Essa última etapa é essencial do ciclo de cura, podendo levar dias ou talvez semanas, dependendo da temperatura na qual o laminado for mantido. A Tabela 1, apresenta algumas características físico-químicas da resina utilizada nesta pesquisa.

Tabela 1 – Características físico-químicas da resina.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
Estado Físico	Líquido viscoso com odor característico.
Cor	Varia com o tipo de resina
Odor	Característico do monômero de estireno.
Ponto/Intervalo de ebulição	Não destilar (pode polimerizar)
Ponto/Intervalo de fusão	Não aplicável.
Ponto de inflamabilidade	31°C Pensky Martens (vaso fechado).
Inflamabilidade	Mín. 1:1 – Max. 6: 1 em % por volume de ar.
Temperatura de autoignição	285°C (545°F).
Propriedades explosivas	Não.
Limites de explosão	Não aplicável.
Propriedades de oxidação	Não aplicável.
Pressão de vapor	Menor que 5 mmHg a 20°C.
Densidade	1,10 a 1,15 g/cm ³ .

Densidade aparente	Não aplicável.
Solubilidade em água	Insolúvel.
Solubilidade em outros solventes	Cetonas e álcoois.
pH	Ácidos fraco.
Coefficiente de divisão n-octanol/água	Não determinada.
Densidade relativa do vapor (ar=1)	Não determinada.
Viscosidade	Varia com o tipo de resina.
Porcentagem de volátil	Menor que 50 % em peso.
Condutividade específica	Não determinada.

Fonte: Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos

3 METODOLOGIA

3.1 Cenário

Foram usados na pesquisa, resíduos da cultura de girassol, mais especificamente caules, de plantas cultivadas na lavoura experimental junto ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A elaboração de compósitos e testes foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC), Centro de Tecnologia da UFSM.

3.2 Método de pesquisa

A pesquisa teve como critérios os princípios adotados na PML. Trata-se de uma pesquisa aplicada, que tem o intuito de desenvolver um componente usando como matéria-prima os resíduos deixados nas lavouras de girassol e sua prática objetiva gerar conhecimento. No que se refere os objetivos, a pesquisa teve caráter explicativo, pois esse tipo de pesquisa inspeciona os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2012). A abordagem do estudo foi qualitativa, pois avaliou-se os corpos de prova por meio de ensaios feitos em laboratórios (MIGUEL et al., 2012). O procedimento aplicado foi experimental, a fim de analisar os resultados obtidos.

3.3 Etapas da pesquisa

Conforme exposto na Figura 4, a pesquisa foi realizada em quatro etapas. Na primeira etapa, foi feito um estudo sobre as práticas usadas pela PML, assim como sobre as soluções que foram exploradas em demais estudos a respeito do aproveitamento de resíduos provenientes das lavouras.

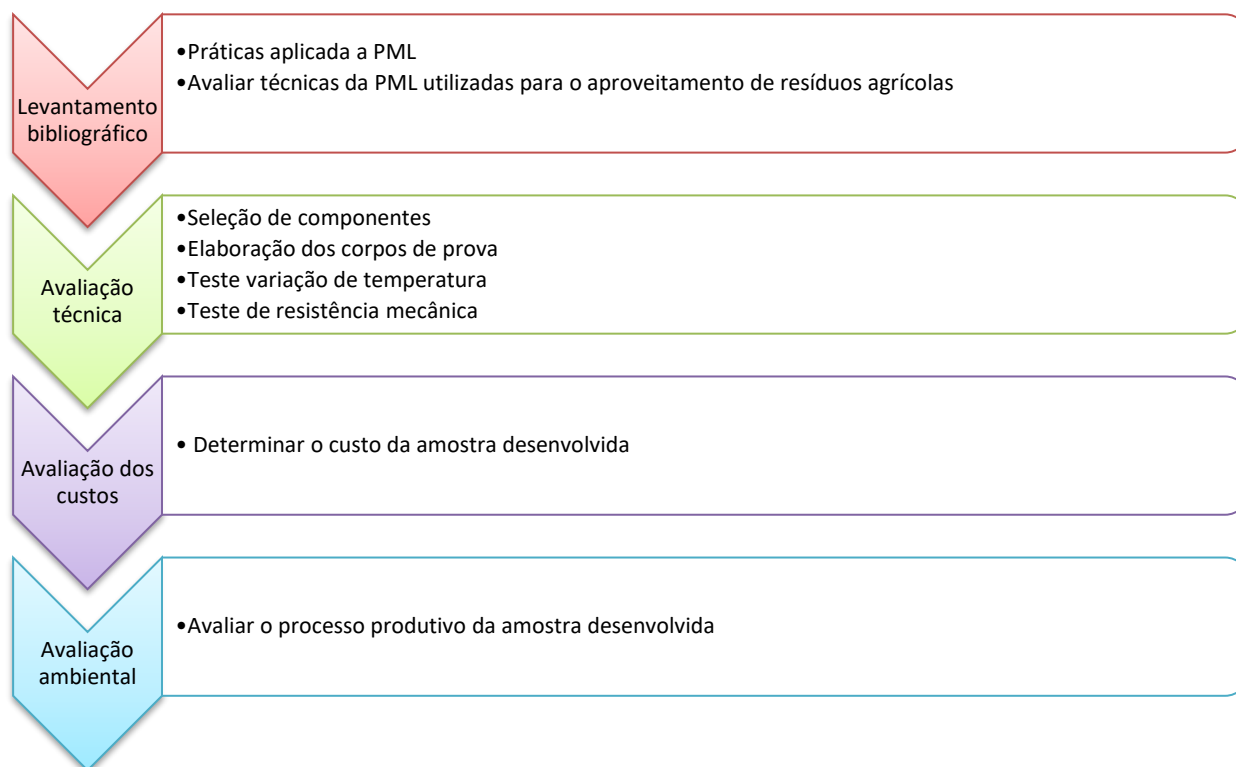


Figura 4 – Etapas da pesquisa.
 Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Na etapa dois foram definidos os materiais utilizados na elaboração dos corpos de prova, granulometria, quantidades e demais fatores que impactaram nos resultados. Os corpos de prova, foram submetidos a testes de variação de temperatura e resistência mecânica. No ensaio de variação de temperatura, avaliou-se o comportamento da amostra quando submetida a uma temperatura de 70 °C. Esse desempenho foi comparado com uma amostra de poliestireno expandido. No teste resistência mecânica, o ensaio realizado foi de flexão em três pontos, indicado para materiais frágeis, como o caso do talo de girassol.

De acordo com a Figura 4, a terceira etapa foi a realização de uma estimativa do gasto obtido no desenvolvimento das amostras. Nesta etapa, foram levantados os custos dos materiais utilizados na elaboração dos corpos de prova.

Na última etapa foi feita uma avaliação ambiental com relação ao processo produtivo dos corpos de prova, no qual os critérios avaliativos foram fundamentados sob o grau de conservação e aplicabilidade do componente desenvolvido.

3.4 Elaboração do compósito

Foram selecionados talos de girassol, obtidos de uma lavoura experimental do departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria e uma resina poliéster

insaturada como aglomerante. Os materiais empregados na elaboração foram guardados em local seco, em temperatura ambiente.

Como a safra do girassol ocorre apenas uma vez ao ano, não foi realizada nenhuma uniformização dos talos. Os mesmos foram colhidos em janeiro de 2017, com secagem de 4 semanas em temperatura ambiente. Após foram triturados.

Foram feitos alguns corpos de prova com diferentes proporções de talos e resina, a fim de verificar os resultados para diferentes proporções entre o material triturado e a resina. A Figura 5 ilustra os materiais empregados na elaboração do compósito.



Figura 5 - Materiais usados no desenvolvimento do compósito e dos corpos de prova.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Os talos de girassol foram triturados em um triturador forrageiro da marca Trapp, modelo TRF 70. Em seguida, foram misturados manualmente à resina e inseridos no molde de papel cartão nas dimensões 16x4x4 cm. A Tabela 2 apresenta as proporções de talos de girassol e resina empregados nos testes preliminares.

Tabela 2 – Proporções talos de girassol e resina.

Corpo de prova	Quantidade de talos (kg)	Quantidade de resina (kg)	Catalisador (gotas)
A	0,02	0,025	5
B	0,025	0,03	6
C	0,015	0,03	6
D	0,02	0,6	12
E	0,0349	0,10	20
F	0,031	0,12	24
G	0,030	0,13	26
H	0,0349	0,20	40
I	0,030	0,25	50
J	0,031	0,3	60

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Depois de testar as quantidades, a que melhor apresentou condições reais de ser submetida aos ensaios foi o compósito J, pois sua proporção de talos e resina teve um processo de cura mais rápido em relação aos anteriores. O compósito ficou definido 0,031 kg de talos de girassol, 0,3 kg de resina para 60 gotas de catalisador.

Para obter maior precisão nos valores definidos, contou-se com o auxílio de uma balança digital, com capacidade de 0,1 a 500 g. Depois de todas as etapas realizadas, o compósito ficou exposto à temperatura ambiente para o processo de cura.

3.5 Ensaios

Foi feita uma comparação do desempenho térmico do material obtido com o poliestireno expandido, bastante usado na construção civil. Os ensaios mencionados na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 11752: 2007 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e câmaras frigoríficas, sendo determinados algumas exigências para sua fabricação.

Portanto, os ensaios realizados foram de variação de temperatura e resistência mecânica, a fim de avaliar as propriedades do compósito confeccionado. De maneira a assegurar sua integridade e facilidade de manuseio durante o uso, optou-se por realizar o ensaio de flexão em três pontos, recomendado para materiais frágeis (NEWELL, 2010).

3.5.1 Ensaio de variação de temperatura

No ensaio de variação de temperatura, a amostra ficou suspensa a uma altura de 10 cm com auxílio de um suporte. Após, foram acoplados dois termopares, um em cada lado da

amostra. O aquecedor foi posto a uma distância de 30 cm (Figura 6). Os dados foram registrados com auxílio de um computador e com variação de tempo de 10 minutos. O mesmo teste foi realizado em uma amostra de poliestireno expandido de mesma dimensão, a fim de analisar e comparar os valores encontrados.

O ensaio de variação de temperatura foi realizado no Centro Universitário Franciscano (Unifra), em Santa Maria- RS.



Figura 6 – Procedimento de variação de temperatura.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A Figura 6 ilustra como o ensaio de variação de temperatura se desenvolveu. O aquecimento que chegava até amostra era obtido com o auxílio dos termos pares que estavam acoplados ao compósito. Os mesmos estavam ligados a um aparelho conectado ao computador, onde indicava o valor de temperatura que a amostra apresentava no intervalo de tempo estabelecido.

3.5.2 Ensaio de resistência mecânica

O ensaio realizado no compósito é conhecido como ensaio de flexão em três pontos. Os corpos de prova foram elaborados em tamanho 16x4x3 cm. A Figura 7 ilustra como foi feito o teste. No teste foi aplicado uma força (F) na amostra, onde essa amostra tem que estar a uma distância (L) separada por um par de apoios. O corpo de prova começa a dobrar até o ponto é rompido totalmente.

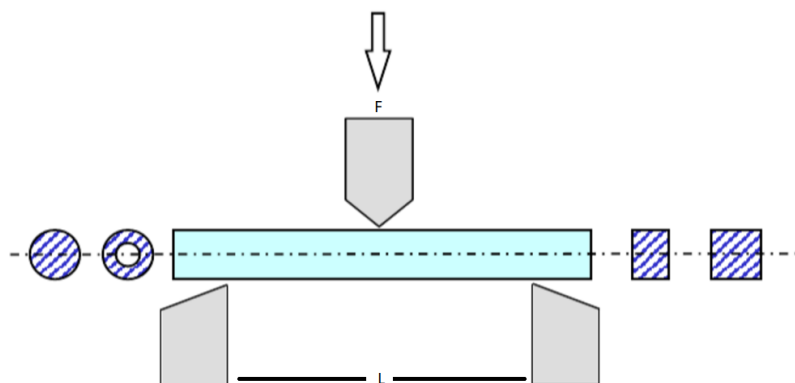


Figura 7 - Imagem ilustrativa do ensaio em três pontos.

Fonte: Askeland e Wright (2014, p. 175).

A resistência da amostra à flexão é determinada pela equação 1:

$$\sigma_{flexão} = \frac{3FL}{2wh^2} \quad (1)$$

Para encontrar o valor de tensão de ruptura (F), a mesma foi estabelecida com a ajuda de um anel dinamométrico da marca Solotest, com capacidade para 675 kgf conectado a uma máquina de mesma marca (Figura 8). Todos os equipamentos utilizados foram cedidos pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da Universidade Federal de Santa Maria.



Figura 8 – Equipamento usado para realização do ensaio.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A solução foi baseada nas práticas de produção mais limpa, visando a reutilização de resíduos do processo de fabricação e também a diminuir a geração de resíduos e emissões, de maneira a alterar o produto. Reduzindo ou eliminando os impactos em relação ao uso de matérias-primas, água e energia, é possível analisar questões do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, caracterizar sua aplicabilidade industrial.

4.1 Avaliação técnica

A avaliação técnica do compósito deu-se a partir dos ensaios realizados de variação de temperatura e resistência mecânica, onde após foi feita uma análise comparativa do desempenho do compósito desenvolvido com a amostra de poliestireno expandido.

4.1.1 Variação de temperatura

Após a realização dos ensaios, identificou-se por meio dos testes estatísticos que há uma certa variação dos valores de cada corpo de prova. A Figura 9 representa o gráfico de variação de temperatura do compósito.

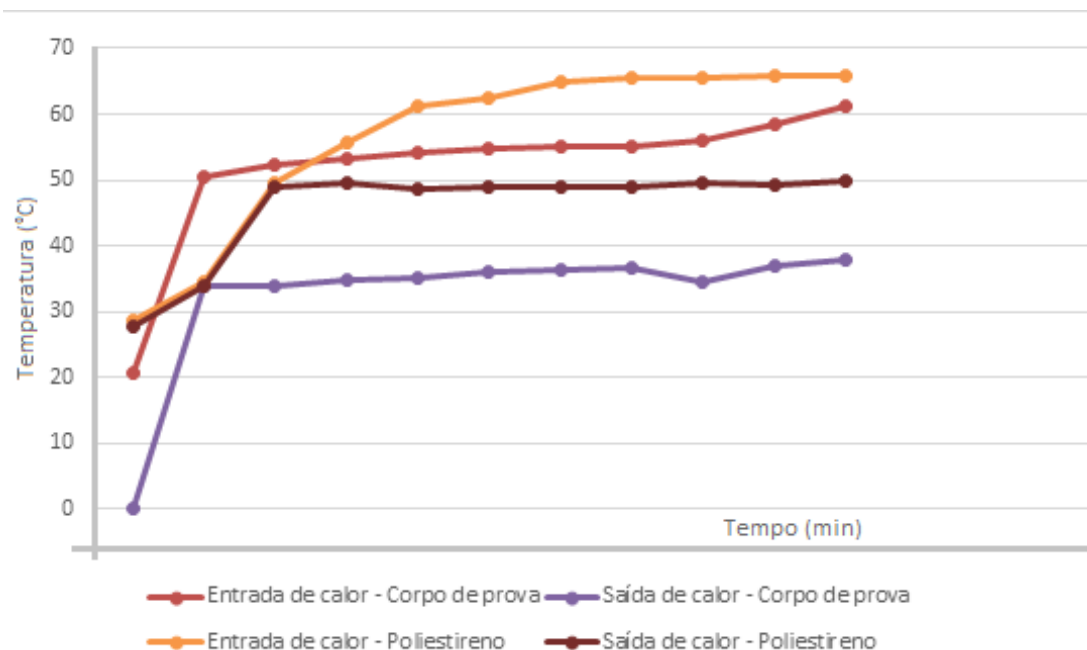


Figura 9 – Comparativo de variação de temperatura do corpo de prova com o poliestireno expandido.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR-11752: 2007, o valor de condutividade térmica do poliestireno expandido varia de acordo com a classe. Classe P, são os não retardante à chama e classe F, retardante à chama. No teste, foi utilizado classe P e o valor de condutividade térmica é de 0,042 W/Mk. Porém, o teste realizado nessa pesquisa foi de variação de temperatura. A amostra de poliestireno apresentou 49,37 °C. Já o corpo de prova feito com resina apresentou 43,75 °C, ou seja, o compósito desenvolvido teve um bom desempenho de variação de temperatura se comparado com o material convencional.

A Figura 9 mostra a variação dos valores obtidos de cada amostra testada. O gráfico estão os valores de temperatura que a amostra apresentou na variação de tempo estabelecida. Pode-se dizer que os dados de entrada são maiores que os dados de saída. Isso deve-se ao fato de que apenas um lado da amostra ficava exposto ao aquecimento (Figura 6). Após alguns minutos de teste, pode-se perceber que a temperatura da amostra não sofria mais tanta oscilação.

Além disso, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR11752: 2007, o poliestireno é um polímero termoplástico, estando em temperatura ambiente ele permanece no seu estado sólido, mas quando submetido a uma temperatura superior 100 °C ele derrete. Quando resfriado torna-se rígido novamente.

4.1.2 Propriedades mecânicas

O teste realizado na tensão de deformação (carga recebida no momento que a amostra é rompida) e do módulo de deformação, que representa a resistência do material à flexão. A amostra apresentou um valor de módulo de deformação de 16,8 MPa, que segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13281: 2005 estabelece alguns requisitos para o processo de fabricação de argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos, definindo como valores de resistência à deformação em torno de 1,0 a 4,5 MPa. Panyakaew e Fotios (2011), desenvolveram experimentos, realizando resistência a flexão dos compósitos desenvolvidos com casca e bagaço de coco variaram respectivamente de 0,12 a 1,94 MPa e 0,43 a 4,16 MPa.

No teste de flexão em três pontos (quando a amostra rompe), o valor encontrado foi 3.758,71 N (Newtons). O desempenho mecânico da amostra desenvolvida na pesquisa, foi satisfatório de forma a garantir estabilidade no manuseio e transporte do material, tanto para realização dos ensaios, quanto para futura aplicação industrial. Mesmo rompido ou deformado a amostra não se fragmentou (Figura 10). Dessa forma, pode-se avaliar como tendo uma forte resistência mecânica.



Figura 10 – Corpo de prova após a realização do ensaio
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

4.2 Custos associados ao compósito

O principal material analisado nessa pesquisa são os talos de girassol. Por se tratar de um resíduo ainda com pouca relevância comercial, não foi possível estimar o custo do mesmo. Para se obter um valor do gasto do resíduo da cultura do girassol, precisa-se determinar questões como, mão de obra disponibilizada, armazenamento e transporte. Dessa forma, os gastos obtidos na confecção do compósito estão apresentados na Tabela 3. As quantidades empregadas na elaboração do compósito estão definidas por unidade de medida padrão, como quilogramas

(kg), metro (m) e kWh (quilowatt-hora). Também vale ressaltar que os custos só foram desenvolvidos em relação ao gasto com as matérias primas, pois a realização do procedimento foi totalmente manual. O valor comercial da resina foi de R\$ 27 (900 g).

Tabela 3 - Gastos obtidos na confecção do corpo de prova com dimensões 16x4x3 cm.

Material	Quantidade	Custo unidade (R\$)	Total (R\$)
Talos de girassol	0,031 kg	0,65 / kg	0,02
Resina	0,3 kg	30,00 / kg	9,00
Energia	0,0002 kWh	0,46 / kWh	0,9
Molde	0,0064 m ²	5,00 / m ²	0,03
Custo total por amostra (unitário)			9,95

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De acordo com a tabela, o custo total por compósito desenvolvido ficou estimado em R\$2,75, as unidades de medidas aplicadas nos cálculos estão descritas na tabela. Além disso, o custo estimado do girassol, foi baseado nos resíduos nas culturas de milho e trigo, obtidos em uma cooperativa da região norte do Rio Grande do Sul.

4.3 Avaliação ambiental

Ao elaborar o compósito, buscou-se alternativas sustentáveis voltadas para a substituição de materiais usados como isolamento térmico e com embasamento no nível 1 do critério de PML. O intuito do trabalho foi o uso de materiais de fontes naturais e renováveis. Porém, o aglomerante empregado na elaboração do compósito apresenta uma solução de monômero de estireno que segundo alguns autores quando as pessoas são expostas a uma concentração de atmosfera de 800 ppm de monômero de estireno causa irritação imediata nos olhos e garganta, além de sintomas como sonolência e fraqueza (BASILE, 2004; WITHEY, 1976).

O poliestireno expandido, é o resultado da polimerização do estireno em água, que forma um plástico celular rígido. Na norma prevista consta que no seu processo produtivo não há utilização do gás CFC. Dessa forma, para que ocorra a expansão do material emprega-se o pentano, um hidrocarboneto que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica provocado pelos raios solares, porém não prejudica o meio ambiente. Além disso, existem pérolas de até 3 mm de diâmetro, no processo de expansão elas aumentam 50 vezes mais o seu tamanho, por meio de vapor, ou seja, seu volume apresenta até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do compósito a partir dos talos de girassol e resina poliéster insaturada, se mostrou favorável. A comparação com os valores de variação de temperatura encontrados através da amostra de poliestireno expandido foi bem próximo, o que resultou em um desempenho satisfatório. A análise de viabilidade técnica pode-se dizer que os valores do compósito desenvolvido e a amostra comparada apresentam pouca variação.

Ainda de acordo com o ensaio de variação de temperatura, o compósito reteve maior calor em relação ao poliestireno, pois quando o ensaio foi finalizado pode-se perceber que o mesmo perdeu calor para o ambiente de forma gradual em relação a amostra de poliestireno.

Na avaliação econômica, foi feito um levantamento dos custos de matéria prima utilizadas. O preço por cada amostra desenvolvida foi de cerca de R\$ 9. Se comparar com a mão de obra e o tempo gasto para a realização, o custo é baixo. Além disso, os valores encontrados a respeito da cultura do girassol, foram comparados com os de outras culturas, mas que não deixam de serem manuseadas da mesma forma.

Na análise ambiental, por a resina apresentar monômero de estireno, que causa irritações tanto na pele, quando nos olhos, se for manuseada de forma errada, pode-se concluir que não é o aglomerante ideal. A resina misturada aos talos de girassol, pode ser submetida a temperatura próxima a 150 °C (FISPQ, 2007). Já o poliestireno expandido, não suporta temperatura superior a 100° C.

Portanto, o compósito desenvolvido tem informações bastante promissoras em relação ao material convencional comparado. Sua fabricação não gerou custos elevados, pois sua principal matéria prima é resíduo provenientes das lavouras de girassol, que atualmente não possui um destino.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1**: desempenho térmico de edificações: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e câmaras frigoríficas. Rio de Janeiro, 1993, 5 p.

_____. **NBR 13281**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — requisitos. Rio de Janeiro, 2005, 7 p.

ARAÚJO, R.C.L.; RODRIGUES, L.H.V.; FREITAS, E.G.A. Materiais de construção. Rio de Janeiro, 2000.

ASHORI, A.; NOURBAKHS, A.; TABRIZI, A. K. Thermoplastic hybrid composites using bagasse corn stalk and E-glass fibers: fabrication and characterization. **Journal Polymer-Plastics Technology and Engineering**, v. 53, p. 1-8, 2014.

ASOKAN, P.; MOHINI, S.; SHYAM, A. R. Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. **Build Environ**, v. 42, p. 2311–2320, 2007.

ASKELAND, D. R.; WRIGHT, W. J. **Ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: Learnig, 2014. 648 p.

BASILE, L. J.; Effect of styrene monomer on the fluorescence properties of polystyrene. **The Journal of Chemical Physics**, v. 36, p. 8-10, 2004.

BINICI, H. et al. An environmentally friendly thermal insulation material from sunflower stalk, textile waste and stubble fibres. **Construction and Building Materials**, v. 51, p. 24–33, 2014.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 2016/17 - Primeiro levantamento**, Brasília, v.4, p. 1-164, 2016.

DÍAZ, M. J. et al. Hydrothermal pre-treatment and enzymatic hydrolysis of sunflower stalks. **Fuel**, v. 90, p. 3225–3229, 2011.

EVON, P. et al. New thermal insulation fiberboards from cake generated during biorefinery of sunflower whole plant in a twin-screw extruder. **Industrial Crops and Products**, v.52, p. 354-362, 2014

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ata da XX Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <https://www.http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100864/1/Doc-348.pdf/> Acesso em: 16 nov. 2015.

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. **Sunflower Crops**. 2014. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em: 3 nov. 2016.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agricultural outlook 2015**. Paris: OECD Publishing, 2015.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 2001. 243p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2012.

GROSSI, M. Não podemos ficar atrás na busca por um modelo de desenvolvimento mais sustentável. **Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável**, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

INDUSPOL IND. E COM. DE POLIMEROS LTDA. Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). RESINA POLIESTER INSATURADA, 2007.

JELLE, B. P.; Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions – Properties, requirements and possibilities. **Energy and Buildings**, v.43, p., 2549-2563, 2011.

KORJENIC, A. et al. Development and performance evaluation of natural thermal insulation materials composed of renewable resources. **Energy Build**, v.43, p., 2518- 2523, 2011.

MADURWAR, M. V.; RALEGAONKAR, R. V.; MANDAVGANE, S. A. Application of agro-waste for sustainable construction materials: a review. **Construction and Building Materials**, v. 38, p. 872–878, 2013.

MARECHAL, V.; RIGAL, L. Characterization of byproducts of sunflower culture commercial applications for stalks and heads. **Industrial Crops and Products**, v.10, p. 185-200, 1999.

MATI-BAOUCHE, N. et al. Polysaccharidic binders for the conception of an insulating agro-composite. **Composites: Part A**, v. 78, p. 152–159, 2015.

MATI-BAOUCHE, N. et al. Mechanical, thermal and acoustical characterizations of an insulating bio-based composite made from sunflower stalks particles and chitosan. **Industrial Crops and Products**, v. 58, p. 244–250, 2014.

MATHIAS, J. D. et al. Upcycling Sunflower Stems as Natural Fibers for Biocomposite Applications. **BioResources**, v. 10, p. 8076-8088, 2015.

MIGUEL, P. A. C. (Org). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MUNASINGHE, M. Can sustainable consumers and producers save the planet? **Journal of Industrial Ecology**, v. 14, p. 4-6, 2014.

NEWELL, J. **Fundamentos da moderna engenharia e ciências dos materiais**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PANYAKAEW, S.; FOTIOS, S. New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 7, p. 1732-1739, 2011.

PEDROSA, T. D. et al. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. **Nativa**, v.01, n.01, p. 44-48, 2013.

PRANEE, L. et al. New insulating particleboards prepared from mixture of solid wastes from tissue paper manufacturing and corn peel. **Bioresour Technology**, v. 99, p. 4841–4845, 2008.
REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. **Trends in Biotechnology**, v. 23, p. 22-27, 2005.

ROSA, L. C. et al. Use of rice husk and sunflower stalk as a substitute for glass wool in thermal insulation of solar collector. **Journal of Cleaner Production**, v. 104, p. 90–97, 2015.

RUIZ, E. et al. Dilute sulfuric acid pretreatment of sunflower stalks for sugar production. **Bioresource Technology**, v. 140, p. 292–298, 2013.

SENAI RS, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003.

SUN, S. et al. Hygromechanical characterization of sunflower stems. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 50–59, 2013.

TENÓRIO, R. Agricultura - Do subsídio à política agrícola. **A revista de informações e debates do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada**, v. 68, 2011.

WITHEY, JR.; Quantitative analysis of styrene monomer in polystyrene and foods including some preliminary studies of the uptake and pharmacodynamics of the monomer in rats. **Environ Health Perspect**, v.17, p. 125-133, 1976.

XIAO-YAN, Z. et al. An environment friendly thermal insulation material from cotton stalks fibres. **Energy Build**, v. 42, p. 1070–1074, 2010.

ZAHEDI, M. et al. A comparative study on some properties of wood plastic composites using canola stalk, Paulownia and nanoclay. **Journal Applied Polymer**, v. 129, 1491–1498, 2013.

ANEXO

FICHA TÉCNICA DA RESINA DE POLIÉSTER INSATURADA

FISQP RESINAS

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto	RESINA POLIESTER INSATURADA
Fornecedor :	INDUSPOL IND. E COM. DE POLIMEROS LTDA. Divisão Polimeros. Rua Municipal , 25 Jandira – São Paulo – Brasil.
Revisão :	JUL 2007
Telefones de emergência :	Induspol - 11-2113 -0166 e – mail : laboratorio@embrapol.com.br

2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Este produto deve ser considerado um preparado. Informações sobre ingredientes perigosos:

Natureza química :	Resina obtida a partir da condensação de diácidos carboxílicos e glicóis em solução de monomero de estireno.
---------------------------	--

Componentes ou impurezas que contribuam para o perigo

Nº	Concentração (%peso)	Número-CAS	Nome químico	Símbolo	Frase(s) com relação ao risco
1	40	100-42-5	Monomero de estireno	M E	ONU 2055 classe 39

3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

Pode provocar incêndio.
Nocivo por ingestão.
Provoca queimaduras.
Risco de sérios danos aos olhos.

4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Medidas de primeiros Socorros

Informações gerais

Em casos de dúvidas e se os sintomas persistirem, procurar cuidados médicos. Nunca administre qualquer tipo de substância vai oral em pessoas inconscientes.

Inalação	Remover a vítima para o ar fresco (ambiente ventilado) . Mantenha a pessoa calma, em repouso, e em posição inclinada, afrouxando a roupa .Se a vítima estiver com dificuldade de respirar, aplicar respiração artificial rica em oxigênio. Consultar imediatamente um médico.
Contato com a pele	Remover imediatamente todas as roupas contaminadas. Lavar a pele com água e sabão. Lavar as roupas antes de voltar a utilizá-las. Consultar imediatamente um médico.
Contato com os olhos	Lavar imediatamente com abundante quantidade de água, por pelo menos 15 min. As pálpebras devem ser afastadas dos globos oculares para se certificar de que se fez uma lavagem completa Consultar imediatamente um médico.
Ingestão	Em caso de ingestão consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo do produto. Apenas quando estiver consciente, lavar a boca, dar bastante água para beber. NÃO provocar o vômito.

5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meios de extinção apropriados	Água em forma de neblina, espuma, pó químico seco ou dióxido de carbono. Em caso de pequenos incêndios, extinguir com pó químico ou dióxido de carbono e depois aplicar água para evitar a re-ignição.
Meios de extinção não apropriados	Halon
Perigos específicos	Se envolvido no fogo, vai sustentar a combustão. Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos.
Produtos perigosos da Decomposição/combustão	Dióxido de carbono e monóxido de carbono.
Equipamento de proteção	Usar vestuário de proteção adequado. Usar máscara de respiração autônoma em modo de pressão positiva (SCBA).
Outras informações	Resfriar os recipientes fechados com água.

6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAME OU VAZAMENTO

Precauções pessoais	Evitar contato com a pele e olhos. Para proteção pessoal veja Seção 8
----------------------------	---

Precauções ao meio ambiente	Fazer diques para que o produto não se espalhe. Recolher a maior quantidade possível num recipiente limpo para reciclagem ou eliminação. Impedir que a água contaminada/ produto atinja outras águas/solo.
Métodos para limpeza	Absorver o produto restante utilizando p. ex. vermiculita, areia ou terra mantendo a mesma sempre úmida após absorver o produto. Colocar o resíduo em recipientes adequados para eliminação de acordo com as regulamentações locais.
Outras informações	Remover fontes de ignição da área de derramamento. Eliminar o vazamento. Ventilar área fechadas para prevenir a formação de vapores inflamáveis e tóxicos. Áreas contaminadas devem ser descontaminadas antes de liberar para o uso.

7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

Manuseio	Manter o produto e os recipientes vazios longe do calor e das fontes de ignição. Não devem ser usadas ferramentas faiscantes. Evitar o choque e a fricção. Deve-se evitar o confinamento. Assegurar boa ventilação e exaustão na área de trabalho. Aplicar no trabalho as leis de saúde e segurança. Não reutilizar as embalagens e no caso de necessidade de utilizar outras embalagens (fracionamento) utilize embalagens, novas limpas e descontaminadas observando os materiais compatíveis conforme item 10.
Prevenção contra incêndio e Explosão	Usar equipamento à prova de explosão. Manter afastado de qualquer chama ou fonte de faísca, não fumar.
Armazenamento	Conservar distante dos catalisadores (peróxidos), sais organometálicos e anilinas. Armazenar de acordo com as regulamentações locais/nacionais. Armazenar num lugar seco e bem ventilado longe de fontes de calor e da luz direta do sol. Manter o recipiente bem fechado em local fresco e bem ventilado. Manter o recipiente em posição vertical a fim de evitar vazamentos. As embalagens que forem abertas devem ser fechadas cuidadosamente. Para máxima qualidade estocar abaixo de 25C.
Outras informações	Não comer, beber ou fumar durante a utilização. Lavar cuidadosamente com água e sabão após manuseio. Manter a roupa de trabalho separadamente e não trazer para casa.

8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia	Assegurar boa ventilação e exaustão local na área de trabalho. Garantir a recomendada ventilação para conservar os níveis de exposição em suspensão abaixo do limite de explosão.
Limites de exposição	
Nome	
Monomero de Estireno	TLV : 78 ppm ou 328 mg/m ³
Equipamento de Proteção pessoal	
Proteção respiratória	Não respirar os fumos. Assegurar uma boa ventilação e local na área de trabalho.
Proteção das mãos	Usar luvas apropriadas de PVC.
Proteção dos olhos	Usar um protetor para olhos(oculos).
Proteção da pele e corpo	Usar vestuário de proteção e luvas adequadas. Retirar imediatamente a roupa contaminada.
Outras informações	Lavar a roupa antes de reutilizar.

9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado físico	Líquido viscoso com odor característico.
Cor	Varia com o tipo de resina
Odor	Característico do monomero de estireno.
Ponto/Intervalo de ebulição	Não destilar (pode polimerizar)
Ponto/Intervalo de fusão	Não aplicável
Ponto de inflamabilidade	31 0C Pensky Martens (vaso fechado)
Inflamabilidade	Mínimo 1:1 - Máximo 6 : 1 em % por volume de ar
Temperatura de auto-ignição	285 0C (545 0F)
Propriedades explosivas	Não
Limites de explosão	Não aplicável
Propriedades de oxidação	Não aplicável
Pressão de vapor	Menor que 5 mmHg a 200C
Densidade	1,10 a 1,15 g/cm ³
Densidade aparente	Não aplicável
Solubilidade em água	Insolúvel.
Solubilidade em outros solventes	Cetonas e alcoois.

PH	Ácidos fraco.
Coefficiente de divisão n-octanol/água	Não determinada
Densidade relativa do vapor (ar=1)	Não determinada
Viscosidade	Varia com o tipo de resina
Porcentagem de volatil	Menor que 50 % em peso.
Condutividade específica	Não determinada

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade	Estável.
Condições a evitar	Não misturar com peróxidos. Não misturar com agentes oxidantes e ácidos fortes.
Matérias ou substâncias incompatíveis	Usar somente embalagem original ou polietileno.
Produtos perigosos da decomposição	Monóxido e Dióxido de Carbono e hidrocarbonetos de baixo peso molecular
Outras informações	Podem ocorrer polimerização após data de validade.

11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Nome	Monomero de Estireno
-------------	----------------------

Toxicidade aguda

Oral LD50	Rato:
Dérmico LD 50	Rato:
Inalação LC 50	Rato:

Irritação

Pele	Corrosivo (
Olhos	Severamente irritante
Genotoxicidade	Indutor em 2 espécies de ratos

12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA

O produto não deve entrar em contato com esgotos domésticos, rios, lagos e vias de pluviais de água. Este produto pode conter ingredientes perigosos ao meio ambiente.

Nome Baseado em :	Monomero de Estireno
Ecotoxicidade	
Peixe	Toxicidade aguda = prejudicial as espécies aquáticas
Bactéria	Teste inibição da respiração do lodo ativado EC50=48.0 mg/l
Degradação biótica	biodegradável 65 %

13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Produto	O produto não deve entrar em contato com esgotos domésticos, rios, lagos e vias de pluviais de água. A eliminação dos resíduos devem estar de acordo com as regulamentações locais. Os resíduos devem ser tratados em conformidade às normativas locais. Os resíduos devem permanecer fechados. Absorver o resto com vermiculita, areia ou terra mantendo a mesma sempre úmida após o uso.
Embalagem contaminada	Não reutilizar a embalagem vazia. Recolher para a reciclagem, ou dispor de acordo com as regulamentações locais.

14. INDICAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Transporte via terrestre (Portaria Nº 204/97 MT – 7ª Edição das Recomendações da ONU)

Classe de risco	3.0	Número de Risco	30
Risco subsidiário	Não Aplicável	Número ONU	3269
Grupo de embalagem	II	Quantidade Isenta (kg)	0 (Zero)
Provisão especial	Os riscos subsidiários e, se for o caso, as temperaturas de controle e de emergência, bem como o número da designação genérica para cada umas das formulações de peróxidos orgânicos correntemente classificados constam do Anexo IV da Portaria Nº 204/97 MT.		
Nome apropriado para embarque	Resina em solução inflamável		
Outras informações	Rótulo de Risco 3.0		
EPI	Conforme NBR 9734 da ABNT		
Conjunto para emergência	Conforme NBR 9735 da ABNT		

Transporte via marítima (IMO/Código IMDG)

IMO/Código IMDG		Classe	30
Grupo da embalagem	II	Nº ONU	3269
EMS	5.2-01	MFAG	
Poluente marítimo	sim		
Nome apropriado para embarque Resina poliéster insaturada em solução inflamável.			

Transporte aéreo (ICAO- / TI/IATA / DGR)

ICAO / TI/IATA / DGR		Nº ONU	3269
Classe	30	Grupo da embalagem	II
Nome apropriado para embarque			

15. REGULAMENTAÇÕES

Descrição química

Frases R(Risco)	R7: Pode provocar incêndio. R22: Nocivo por ingestão. R34: Provoca queimaduras.
Frases S(Segurança)	S3/7: Conservar em recipiente bem fechado em lugar fresco. 36/37/39: Usar vestuário de proteção, luvas e equipamento protetor facial completo. S45: Em caso de acidente ou indisposição, consultar imediatamente o médico.(se possível mostrar-lhe o rótulo). S50: Não misturar peróxidos, ácidos fortes e agentes oxidantes.
Outras informações	Substância e/ou produto listado na Diretiva 96/82/EC.

16. OUTRAS INFORMAÇÕES

Este documento se refere apenas ao produto mencionado acima e não é necessariamente válido se o referido produto for usado com outro(s) produto(s) ou em qualquer processo. As informações são corretas e completas ao nível de nosso melhor conhecimento atual e são dadas de boa fé, mas sem garantia. Fica sob a própria responsabilidade do usuário assegurar-se de que as informações são apropriadas e completas para a sua utilização especial deste produto, devendo o usuário manter boas condições de trabalho e seguir as legislações locais, nacionais e internacionais.

Histórico

Dados retirados do MSDS) .