

III-241 – APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOFIXOS

Jeane Roberta Lüdtke⁽¹⁾

Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Camila Stockey Erhardt⁽²⁾

Estudante de Graduação em Engenharia Civil na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Rafael Martins da Silva⁽³⁾

Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Adriane Lawisch Rodriguez⁽⁴⁾

Doutora em Engenharia/TU-Berlin-Alemanha, Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Escola de Engenharia da UFRGS; Engenheira Química pela Escola de Engenharia da PUCRS. Professora do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Claudia Mendes Möhlmann⁽⁵⁾

Mestre em Ciências – Área de Concentração em Física, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Doutoranda em Engenharia, PPGEMM-UFRGS, Professora do Departamento de Química e Física na Universidade de Santa Cruz do Sul.

Endereço⁽¹⁾: Rua Boa Esperança, 602 Ap. 302 – Bairro Universitário – Santa Cruz do Sul – RS – CEP 96815630 - Brasil - Tel: (55) 99782541- e-mail: jeaneroberta@hotmail.com.

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias que buscam o aproveitamento de resíduos ou subprodutos dos mais diversos processos vem tido um grande destaque nos últimos anos, principalmente por baratear a cadeia produtiva e dar um destino adequado a estes materiais. A produção de biodiesel é um exemplo, pois após os processos de colheita e **transterificação** do óleo são gerados subprodutos com grande potencial de reaproveitamento. Deste modo, este trabalho busca valorizar a cadeia produtiva do biodiesel por meio do aproveitamento dos resíduos e subprodutos (resíduo agrícola e tortas) para a produção de compósitos termofixos. Para a realização do estudo foram utilizados resíduo agrícola de girassol e Tungue e tortas de girassol, linhaça e tungue.

O estudo se dividiu em três partes onde primeiramente ocorreu a caracterização da matéria prima, onde foram realizados ensaios de determinação do teor de fibras e granulometria. Na segunda etapa, foi realizada a produção de compósitos e na terceira etapa ocorreu a realização dos ensaios mecânicos.

Dentre os materiais estudados, o girassol (caule, folhas e capítulo) e a torta de girassol apresentaram o maior diâmetro de partícula, sendo que o girassol também apresentou a maior quantidade de fibras, cerca de 55,34%. Após a produção dos corpos de prova, onde os subprodutos foram adicionados nas proporções de 5, 10 e 15% de massa à resina termofixa ortoftálica mármore e ao catalisador (e após transferidos a um molde até a cura completa), estes foram submetidos aos ensaios de dureza, flexão em três pontos, absorção de água e expostos ao intemperismo.

No ensaio de flexão puderam ser observadas algumas características dos materiais produzidos, tais como módulo de elasticidade, força máxima, tensão máxima e deformação máxima, salientando que o compósito produzido com girassol (na proporção de 10%), apresentou as melhores características, como um módulo de elasticidade de 1637 MPa e uma força máxima de 426,4 N. Já o compósito produzido com torta de linhaça apresentou uma absorção de 25%, possivelmente devido à própria característica da linhaça. No que se refere ao intemperismo, 90 dias após estes ficarem expostos às variações climáticas, observa-se que alguns materiais como os produzidos com torta de linhaça e tungue tiveram suas características melhoradas. Conclui-se deste modo que a produção de compósitos por meio da utilização de subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel é uma alternativa viável e sustentável a este processo.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos, biodiesel, subprodutos, ensaios mecânicos.

INTRODUÇÃO

A busca cada vez maior pela sustentabilidade dos processos produtivos vem fazendo com que se desenvolvam tecnologias mais limpas e que possuem como objetivo o aproveitamento total dos resíduos, neste contexto,

pode ser incluída a produção de biodiesel, um combustível de origem renovável e menos poluente, mas que devido a uma série de fatores, ainda possui um custo muito elevado.

Toda cadeia produtiva do biodiesel gera resíduos que possuem uma grande qualidade, mas sem nenhum valor agregado, o que traz cada vez mais obstáculos para a comercialização deste combustível, sendo que de acordo com Sallet e Alvim (2011) apesar de todas dificuldades encontradas, sua utilização tem aumentado significadamente nos últimos anos, passando de 18% da matriz energética brasileira.

Deste modo, com uma visão de aproveitamento total de resíduos e subprodutos e buscando a viabilização da cadeia produtiva do biodiesel, este trabalho busca a aplicação destes para a produção de compósitos termofixos.

MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados resíduos tanto do processamento (tortas) como da parte agrícola (casca, caule), conforme pode ser observado na figura 1.



Figura 1: Materiais utilizados para a produção dos corpos de prova.

O estudo foi dividido em três partes principais, que consistiram na caracterização da matéria prima, produção dos compósitos e avaliação do material produzido.

CARACTERIZAÇÃO DA MATERIA PRIMA

Os materiais foram caracterizados por meio dos ensaios de granulometria (por meio de um agitador mecânico com 7 peneiras distintas), ensaio de determinação do teor de fibras (método de Weender) e teor de proteínas (método de Kjeldahl).

PRODUÇÃO DOS COMPÓSITOS

Para a fabricação dos corpos de prova, inicialmente as matérias primas foram encaminhadas a uma estufa, com temperatura de 90°C, pelo período de 2 horas, para que o material perdesse a umidade. Após, estes materiais

foram adicionados nas proporções de 5, 10 e 15% à resina termofixa ortoftálica mármore e ao catalisador. A mistura foi homogeneizada e transferida a um molde de silicone até cura completa do material.

O molde utilizado foi fabricado de acordo com a NBR 7447, para ensaio de flexão, conforme a figura abaixo.

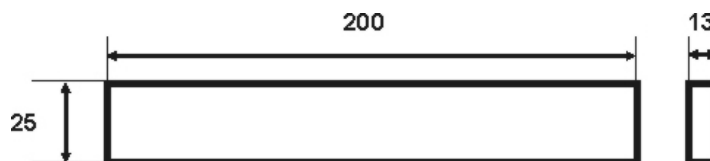


Figura 2: Dimensões indicadas na NBR 7447 para ensaio de flexão. Fonte: TEIXEIRA (2005)

AVALIAÇÃO DO MATERIAL

A avaliação mecânica deu-se por meio do ensaio de flexão, que ocorreu em uma máquina universal de ensaios - EMIC, sendo que com o auxílio do software Tesc, versão 3.05 foi possível determinar os valores de Tensão Máxima, Módulo de Elasticidade, Força Máxima e Deformação Máxima. Além do ensaio de flexão foi realizado o ensaio de Dureza, no equipamento durômetro Shore D.

Também foram realizados ensaio de absorção de água, onde os compósitos foram submersos em água pelo período de 14 dias (sendo que foram realizadas duas pesagens ao dia) e ensaio de intemperismo, onde os compósitos ficaram expostos à ação das intemperes pelo período de 90 dias e após reavaliados mecanicamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PRIMEIRA ETAPA

Por meio do método de Weender foi possível observar que os materiais com maior índice de fibras foram os derivados do girassol, sendo que o de origem agrícola ainda foi superior com 55.34% de fibras, outra característica interessante foi a determinação de proteínas, ensaio realizado somente com as tortas, onde observou-se também que a torta de girassol possui um teor superior, com cerca de 18%.

Quanto ao ensaio de granulometria, extremamente importante de acordo com Teixeira (2005), pois esta associado a absorção de água do material, salienta-se que os materiais apresentaram um diâmetro de partícula médio de 1,4, como pode ser observado no gráfico abaixo em ensaio com 500 gramas de material.

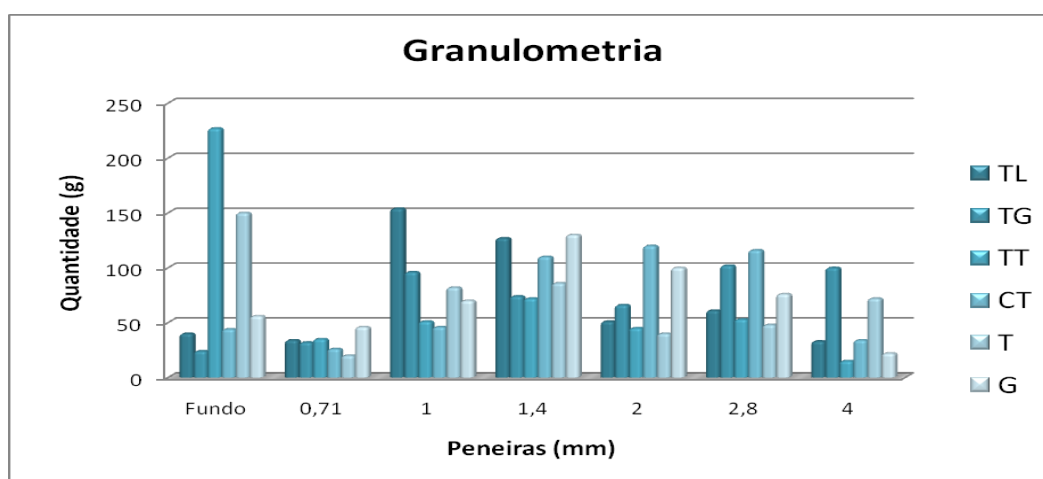


Figura 3: Ensaio de Granulometria

SEGUNDA ETAPA

Após o processo de cura do material produzido, foram obtidos corpos de prova com diferentes concentrações de resíduos, que podem ser observados na figura 4.



Figura 4: Corpos de prova produzidos com resina pura, 5, 10 e 15% de Girassol

Um fator relevante nas características dos compósitos produzidos é esclarecido por MOCHNACZ (2003), onde ele diz que a matéria prima e o tempo de cura influenciam em grande escala na qualidade do material, principalmente em suas características mecânicas e estéticas. Deste modo é importante que a cura do material seja completa. Também de acordo com Marinelli et al (2008), é de suma importância destacar a necessidade de secagem das matérias primas antes da utilização, pois se isto não ocorrer, poderá haver a formação de um produto com porosidade e com microestrutura semelhante a um expandido estrutural.

TERCEIRA ETAPA

Na terceira e última etapa foram realizadas as avaliações dos materiais, sendo que inicialmente foi a mecânica, isto, para que pudessem ser observados aspectos comparativos com outros materiais. No ensaio de flexão em três pontos, foi observado conforme abaixo, que os materiais que suportaram a maior força foram os compósitos produzidos com Torta de Girassol (TG) e o Girassol (G), destacando que as matérias primas destes foram as que apresentaram maior granulometria e teor de fibras.

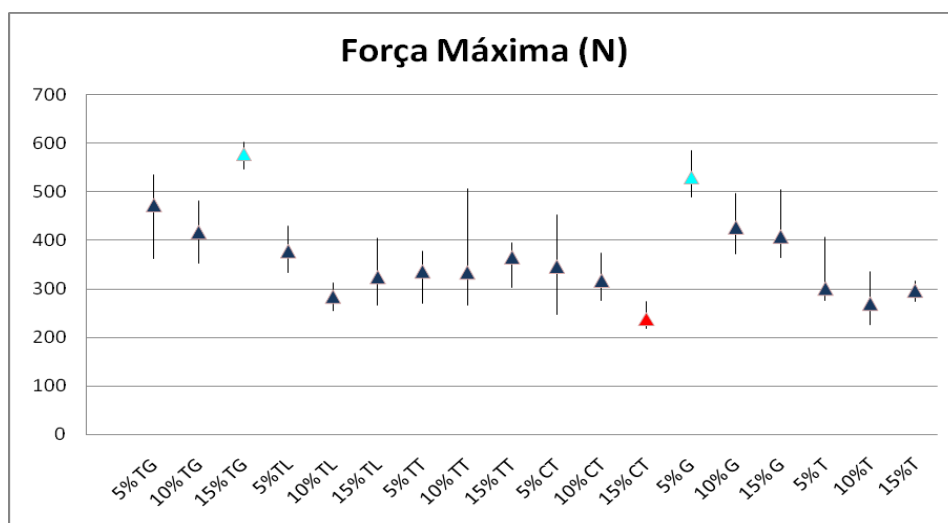


Figura 5: Determinação da Força Máxima Suportada

O ensaio de flexão em três pontos também forneceu dados de tensão máxima, onde salienta-se que estes mesmos compósitos (produzidos com Torta de Girassol e Girassol) suportaram a maior tensão, quanto ao módulo de elasticidade, observa-se que este variou entre 1500 a 2500 Mpa, salientando que os valores mais elevados foram os com 15% de incorporação de matéria prima.

Outro aspecto muito significativo para a utilização de compósitos termofixos na construção civil é a deformação sofrida pelo material, nos ensaios realizados a deformação sofrida pelos compósitos foi cerca de 3 a 4 vezes inferior a sofrida pelos corpos de prova produzidos com resina pura, sendo que os compósitos produzidos com Torta de Linhaça (TL) sofreram a menor deformação e os com resíduos de origem agrícola a maior, ocorrido possivelmente devido aos diâmetros de partículas.

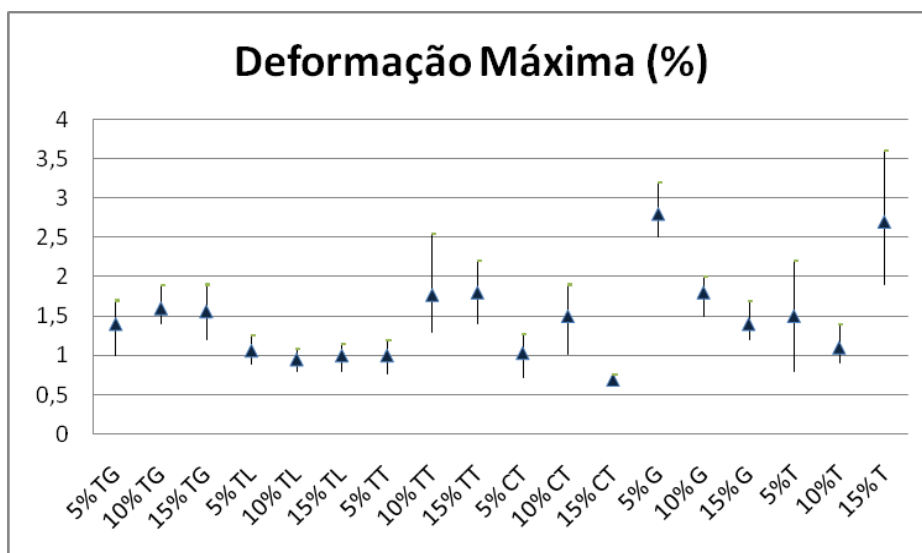


Figura 6: Deformação Máxima

Outro ensaio mecânico realizado foi o de Dureza, na escala Shore D, onde foi encontrada uma grande similaridade nos resultados, sendo que a média foi de 102.

Seguindo com análises foi realizado o ensaio de absorção de água, neste foram utilizados somente corpos de prova com 10% de materia prima, e conforme pode ser observado no gráfico que segue, o compósito produzido com Torta de Linhaça apresentou a maior absorção, característica esta possivelmente herdada pelo próprio grão de linhaça, tornando-o apto preferencialmente para ambientes internos.

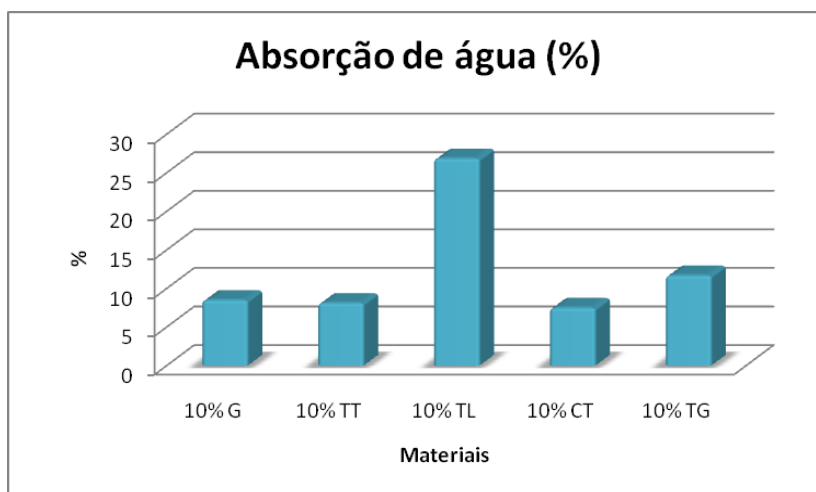


Figura 7: Absorção de água

Os compósitos também foram expostos as interperes, a fim de avaliar se ocorrem alterações mecânicas e estéticas nos mesmo, salientando que este ensaio foi realizado somente com os compósitos produzidos com Girassol, Torta de Linhaça, Torta de Tungue e Casca de Tungue. No contexto estudado observa-se que o compósito produzido com Torta de Linhaça apresentou alterações superficiais, semelhantes as encontradas no ensaio de absorção de água, deste modo ressalta-se a aplicação deste somente para ambientes internos.

Quanto aos ensaios mecânicos realizados alguns materiais como o Tungue e o Girassol tiveram algumas características melhoradas, possivelmente devido a uma cura completa do material. Sendo que é necessário ressaltar que no ensaio flexão nenhum dos materiais analisados tiveram diminuição significativa de nenhum parâmetro, deixando-os aptos para utilização na construção civil conforme tabela abaixo.

Tabela 1: Ensaio de Flexão em Três Pontos - Intemperismo

Compósitos	Força Máxima	Tensão Máxima	Deformação Máxima	Módulo de Elasticidade
5 G	384	22	0,9	2500
10 G	347,2	19,23	0,68	2897
15 G	217,6	12,59	0,59	2175
5 TL	417,9	25,92	1	2619
10 TL	413,4	24,98	1,08	2361
15 TL	398,3	30,29	1,32	2357
5 TT	460,3	28,99	1,12	1655
10 TT	522,8	33,3	1,23	2729
15 TT	398,3	22,73	1,12	2056
5 CT	279,8	17,17	0,63	2820
10 CT	226,1	13,88	0,59	2414
15 CT	233,8	14,35	0,6	2490

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade no processo de produção de biodiesel esta intimamente ligada a aplicação dos subprodutos e resíduos gerados em sua cadeia produtiva, sendo esta a base tanto para a diminuição dos custos quanto para dissiminar técnicas de produção mais limpa.

Neste contexto observa-se que a produção de compósitos por meio da utilização de subprodutos da cadeia produtiva é uma alternativa viável, sendo que em comparação com compósitos produzidos com resíduos de madeira, estudados por Teixeira (2005), apresentou características superiores.

Salienta-se por fim que os compósitos apresentados por Girassol e Torta de Girassol apresentaram as melhores características para utilização em ambientes externos e internos, infatizando ainda que o custo de utilização é de cerca de 15-20% mais barato que os convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SALLET, C.L., ALVIM, A.M.. Biocombustíveis: uma análise da evolução do biodiesel no Brasil. Revista Economia e Tecnologia, v.25, abril/junho de 2011.
2. MOCHNACZ, S. Preparação e Caracterização de fibras de Sisal para utilização em Compósitos Poliméricos. UFPR. Curitiba 2003
3. TEIXEIRA, M.G. Aplicação de conceitos de ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira. Tese de mestrado. UFBA, 2005.
4. MARINELLI, A.L., MONTEIRO, M.R., AMBRÓSIO, J.D., BRANCIFORTI, M.C., KOBAYASHI, M., NOBRE, A.D. Desenvolvimento de compósitos Poliméricos com fibras vegetais naturais da Biodiversidade: Uma contribuição para a sustentabilidade Amazônica. Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, nº2, p.92-99, 2008.