

CONFEÇÃO DE UM COMPÓSITO A PARTIR DE RESÍDUO DE MEDIUM DENSITY FIBERBOARD (MDF) E POLIESTIRENO EXPADIDO (EPS)

Lara Vasconcellos Ponsoni (UNISATC) E-mail: ponsonilara@gmail.com

Aline Resmini Melo (UNISATC) E-mail: aline.melo@satc.edu.br

Daniel Fritzen (UNISATC) E-mail: daniel.fritzen@satc.edu.br

Débora de Pellegrin Campos (UNISATC) E-mail: debora.campos@satc.edu.br

Resumo: A partir do resíduo de MDF proveniente de uma máquina de corte a laser da instituição UNISATC, surge a ideia de desenvolver um novo material para minimizar os descartes. Iniciando com a verificação da dissolução de poliestireno expandido com os solventes orgânicos, sendo estes: a gasolina, a acetona e o *thinner*. Confeccionar o compósito sob a matéria resultante da dissolução, com a adição do resíduo de MDF. Assim, foi realizada uma avaliação e comparação entre cada uma das melhores amostras para cada um dos reagentes empregados. Sendo que o solvente *thinner* apresentou os melhores aspectos de agregação e características visuais mais satisfatórias quando se comparada aos demais reagentes testados.

Palavras-chave: Resíduo, poliestireno expandido, solventes orgânicos, compósito.

CONFECTION OF A COMPOSITE FROM A RESIDUE OF MEDIUM DENSITY FIBERBOARD (MDF) AND EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)

Abstract: From the MDF residue from a laser cutting machine of the UNISATC institution, the idea of developing a new material to minimize discards arises. Starting with the verification of the dissolution of expanded polystyrene with organic solvents, namely: gasoline, acetone and thinner. Make the composite under the material resulting from the dissolution, with the addition of the MDF residue. Thus, an evaluation and comparison was performed between each of the best samples for each of the reagents used. The thinner solvent presented the best aggregation aspects and more satisfactory visual characteristics when compared to the other reagents tested.

Keywords: Residue, expanded polystyrene, organic solvents, composite.

1. Introdução

Os resíduos provenientes das placas de MDF se encaixam na categoria dos resíduos sólidos. A Lei 12305 (2010), prevê que estes resíduos sejam encaminhados para incineração. Todavia, quando o MDF sofre a queima, acontece a liberação de gases tóxicos, responsáveis por irritações no sistema respiratório dos seres humanos. Enquanto que, o descarte em lixões a céu aberto, causa a contaminação do solo e também dos lençóis freáticos (JOHANSSON, 2016).

A dissolução do poliestireno expandido (EPS) é uma maneira de reciclagem desse material e que possibilita uma nova destinação. A técnica compreende a inserção de um solvente orgânico no EPS, podendo ser este, a gasolina, a acetona, ou outros reagentes com ação dissolutiva. Após essa ação, é possível emprega-lo na confecção de outros produtos, como concretos e elaboração de tintas (SANTOS; PEREIRA; MACHADO, 2021).

A confecção de um compósito de MDF, surge como uma alternativa para o resíduo

proveniente da máquina de corte a laser do Centro Universitário UNISATC. Proporcionando a reutilização do resíduo com o intuito de evitar descartes excessivos e com o objetivo de agregar um novo propósito ao material.

2. MDF (*Medium Density Fiberboard*)

O MDF é um material derivado da madeira, sendo uma chapa formada pela aglutinação de fibras ligno-celulósicas, unida por uma resina sintética após ser submetida a uma certa temperatura e pressão, com uma densidade entre 0,50 a 0,80 gramas por centímetro cúbico (g/m³) (PEKARSKI et al., 2017). As características mecânicas do MDF se assemelham as da madeira maciça, o que favorece o seu emprego como um material substituinte e de valor econômico mais acessível (CUNHA et al., 2018).

De acordo com o Indústria Brasileira de Árvores (2018), o Brasil é um dos maiores produtores de MDF do mundo. Com uma taxa de crescimento que atingiu o seu maior ponto de produção na última década e com números de crescimentos significativos. Conforme os estudos de Selvatti (2019), com essas perspectivas positivas para o setor, as indústrias têm sido pressionadas na questão da administração dos resíduos, devido aos impactos ambientais e a saúde humana que envolvem o descarte inadequado do material. Em vista de que há um emprego significativo dos painéis de MDF nas residências e comércios, surge a necessidade da avaliação do material e de suas possibilidades de descarte seguro e sustentável.

2.1 Resíduos sólidos

O termo “resíduos sólidos” compreende todos os tipos de lixos produzidos pela humanidade, com exceção dos resíduos perigosos e dos resíduos radioativos. São o que resta de um processo de produção, transformação, exploração, ou ainda do uso de utensílios. Os resíduos sólidos são associados ao conceito de um material sem valor econômico (DEUS; SILVA; RIBEIRO, 2015).

Segundo Deus, Silva e Ribeiro (2015), o Brasil tem tido novas perspectivas perante ao descarte desses resíduos, com o surgimento de metas e objetivos a serem cumpridos pelos municípios. Uma das principais metas estipuladas é a extinção de aterros sanitários irregulares e dos lixões, além da fiscalização dos descartes irregulares da indústria e da população. O aumento de publicações referentes a gestão desses resíduos sólidos, demonstra esse aspecto da busca de novas alternativas de destinação de resíduos.

2.2 Destinação do resíduo sólido de MDF

Contemporaneamente, se tem destaque a destinação dos resíduos de MDF efetuadas de duas maneiras. Um desses modos, o legal, prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, solicita o encaminhamento para Centros de Resíduos Industriais ou a incineração com certas restrições, com o objetivo de gerar energia e fabricar novas chapas aglomeradas. A outra opção, a clandestina, ocorre com o despejo dos restos desse MDF em lixões onde são queimados sem controle, gerando consideráveis impactos ambientais (JOHANSSON, 2016).

Algumas pesquisas científicas referentes a uma nova destinação aos resíduos MDF preveem a reutilização, recuperação e reciclagem. Como por exemplo, para a produção de tintas, carvão ativado com finalidade adsorvente, fabricação de painéis aglomerados e geração de gás para fins energéticos (CUNHA et al., 2018).

2.3 Reaproveitamento do poliestireno expandido (EPS)

Santos, Pereira e Machado (2021) afirmam que para a reciclagem de EPS, tem-se como destaque o uso para a geração de energia e a fabricação de concreto leve. Entretanto, pesquisas tem viabilizado o seu emprego em outras situações, como é o caso da elaboração de resinas, para que seja base, por exemplo, da obtenção de tintas e painéis de madeira reconstituídos.

Conforme Lacombe (2015), o EPS (poliestireno expandido) pode ser manipulado para o uso como um adesivo, apresentando resultados satisfatórios. Para que o isopor seja aplicado como adesivo é necessário o emprego de um solvente orgânico, no qual o EPS será dissolvido, tornando-o fluido. Assim, o poliestireno expandido irá ser operado sobre material desejado, obtendo uma resina aglutinante de propriedades resistentes.

2.5 Solventes orgânicos

A nomenclatura de solvente orgânico, é dada para um grupo de substâncias químicas formadas por cadeias carbônicas, tendo em suas características principais a volatilidade e a solubilidade.

2.5.1 Gasolina

A gasolina comum é um combustível automotivo, formado por uma mistura de etanol com gasolina, sendo que a porcentagem de etanol na composição é acima de 10%. Entre as propriedades da gasolina pode-se citar a capacidade de ser insolúvel em água e ser solúvel em outros solventes orgânicos (FISPQ PETROBRAS, 2019). A sua composição química, como hidrocarboneto, pode variar de acordo com o número de átomos de carbono que esta possui, podendo apresentar de 6 a 10 átomos de carbono.

Um dos solventes empregado nos estudos de Lacombe (2015), foi a gasolina, um solvente orgânico derivado do petróleo que quando entra em contato com o isopor, transforma-o em uma espécie de goma com as partículas unidas. O produto gerado, apesar de possuir um bom manuseio, demora um tanto para volatilizar e libera ao ar um odor incômodo.

2.5.2 Thinner

O thinner é uma mistura concebida para execução de limpezas, que apresenta quatro diferentes materiais em sua composição, sendo que a maior parte do produto é composto pelo álcool etílico (10-37%) e pelo tolueno (10-30%), seguido por uma quantidade de hidrocarbonetos (10-18%) e o acetato de etila (10-15%). Este solvente se encontra em estado líquido na temperatura ambiente e parte de sua composição, especialmente o álcool etílico, possui solubilidade em água devido a polaridade das moléculas (FISPQ GOLDEN COR, 2015).

Para Lacombe (2015), o thinner apresenta uma boa condição de dissolução para o poliestireno expandido. Como uma cola de fácil trabalhabilidade, de volatilização rápida e odor reduzido quando comparada ao emprego da gasolina como solvente. A agregação aparente deixa a desejar, porém após ser submetido a cura, com a ação do tempo melhores resultados podem ser visualizados.

2.5.3 Acetona

A acetona, de fórmula molecular C_3H_6O , é um composto polar, sendo assim, é solúvel em água (FISPQ NEON QUÍMICA, 2017). Muito aplicada como solvente de tintas, vernizes e adesivos, além de ser empregada para a obtenção de alguns produtos farmacêuticos como na extração de vitaminas e antibióticos.

A resina com base na propanona é frequentemente recorrida como solvente por ter algumas características em suas propriedades como solubilidade em água. Quando usada para a reciclagem de poliestireno expandido, irá dissolver o EPS, provocando a formação da resina. Em que, a acetona em sua forma pura, ao ter contato com o isopor, instantaneamente enfraquece as interações entre os monômeros (estirenos), fazendo com que o ar que estava contido entre as moléculas seja liberado e proporcionando a formação da massa desejada (BERNARDY; PICCOLI, 2017).

2.6 Confeção de painéis com resíduo

Cravo (2015) avaliou que a produção de painéis com resíduos agrega valor ao resíduo e ainda atende a elevada demanda industrial por painéis de madeira. Para Barkert (2018), na elaboração de um compósito é necessário ter os resíduos previamente selecionados, com a granulometria desejada. O resíduo é anexado a uma resina aglutinante e prensado para obter a sua compactação. Sendo que dependendo do material empregado e da resina escolhida, haverá variações nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis, algo que será o fator determinante para a aplicação prática do painel.

3. Procedimentos experimentais

Na criação do compósito constituído do resíduo de MDF foram utilizados três solventes diferentes. Os estudos de Lacombe (2015) foram usados como base de metodologia para efetuar os testes realizados. Em que, para a dissolução do poliestireno expandido, se faz necessário o emprego de solventes orgânicos. Neste estudo, para que a característica adesiva fosse alcançada, foram utilizados gasolina, thinner e acetona. O desenvolvimento das amostras de compósito com resíduos de MDF, bem como a definição das quantidades e execução dos testes ocorreram no Laboratório de Química II do curso de Engenharia Química da UNISATC, localizado no prédio 12.

3.1 Preparação do resíduo de MDF

O resíduo de MDF obtido na máquina de corte a laser não apresenta uma granulometria conhecida e contém materiais de diferentes tamanhos. A coleta do resíduo sólido se deu no próprio recipiente que fica localizado ao lado da máquina de corte a laser onde são depositados os restos da madeira que não apresentam mais utilidade. A fim de se trabalhar com o resíduo de MDF com o mesmo tamanho e conhecendo o diâmetro das partículas sólidas o mesmo foi peneirado em uma peneira de malha 16 para então dar-se início aos testes, como consta na Figura 1.



Figura 1 – Peneiramento do resíduo

3.2 Teste com *thinner*

Para o teste com o primeiro solvente (*thinner*), o isopor foi cortado em porções menores de aproximadamente 3x3 cm, para facilitar o contato com o solvente, sendo pesado em um béquer. O resíduo de MDF, previamente peneirado, também foi pesado em uma balança de precisão. Já o solvente *thinner* foi medido em uma proveta graduada, para uma maior precisão de sua quantidade.

De acordo com Lacombe (2015), a água é adicionada para que os testes efetuados com o *thinner* apresentem uma característica mais viscosa e umedeça as partículas para facilitar a mistura e diminuir a quantidade de solvente aplicada. Na sequência o isopor foi dissolvido em *thinner* e água a fim de se obter uma mistura que conseguisse unir o resíduo de MDF. A Figura 2 apresenta a imagem do isopor diluído em *thinner* e água.

Logo, para dar continuidade ao procedimento, o resíduo de MDF foi despejado sobre a cola formada e se agregou, com um aspecto pegajoso, o que é ilustrado na Figura 3. Após a formação desse material com aspecto de borracha, o mesmo foi modelado e inserido em uma placa de vidro.



Figura 2 – Dissolução do poliestireno.



Figura 3 – Adição do resíduo.

A placa de vidro e o compósito ilustrados na Figura 4, foram levados a estufa por 1 hora, a 105°C.



Figura 4 – Compósito sob uma placa de vidro.

Logo, após a amostra ter permanecido 1 hora na estufa, foi encaminhada ao desumidificador para ficar em cura até o dia seguinte. Uma série de testes foram realizados entre o solvente testado e diferentes quantidades do isopor e resíduo de MDF. Na Tab. 1, estão inseridos os dados que correspondem as quantidades de reagentes empregados para cada uma das amostras realizadas com o solvente *thinner*.

Tabela 1 – Amostras com *thinner*.

Amostra	Resíduo (MDF)	Isopor	Thinner	Água
1	6,0g	10,0g	30,0ml	20,0ml
2	12,0g	20,0g	60,0ml	40,0ml
3	16,0g	20,0g	60,0ml	40,0ml
4	50,0g	40,0g	80,0ml	60,0ml
5	10,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml
6	8,0g	12,0g	35,0ml	30,0ml
7	8,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml
8	16,0g	20,0g	60,0ml	40,0ml
9	6,0g	10,0g	30,0ml	20,0ml
10	20,0g	25,0g	75,0ml	50,0ml
11	8,0g	10,0g	35,0ml	30,0ml
12	16,0g	20,0g	60,0ml	60,0ml
13	8,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml

Fonte : Do autor (2020)

A partir dos testes realizados com a variação das quantidades de reagentes, com a inserção da água e com diversas formas de secagem chegou-se a um método considerado padrão. Outro ponto definido para a confecção do compósito de acordo com o que foi evidenciado na testagem foi a necessidade da estufa.

3.3 Teste com acetona

Com a acetona o isopor apresentou um comportamento de dissolução imediata. Assim, quando o resíduo foi somado ao isopor dissolvido, apresentou uma característica de aderência uniforme. O emprego de água na acetona não permitiu que se obtivesse uma união entre o isopor derretido com as partículas do resíduo, logo a água não foi adicionada à mistura. As etapas do procedimento experimental tiveram início com a dissolução do isopor, conforme consta na Figura 5. O resíduo do MDF foi colocado junto ao isopor dissolvido, formando o compósito úmido como é possível visualizar na Figura 6.



Figura 5 – Dissolução de EPS.



Figura 6 – Adição de resíduo.

Após a formação do compósito agregado, o mesmo foi modelado sob uma placa de vidro e encaminhado a estufa por um tempo aproximado de 40 minutos em uma temperatura de 105 °C. A Tabela 2 apresenta as quantidades de reagentes utilizados para cada uma das amostras desenvolvidas com o solvente propanona.

Tabela 2 – Amostras com acetona.

Amostra	Resíduo (MDF)	Isopor	Acetona
1	8,0g	10,0g	20,0ml
2	9,0g	11,0g	30,0ml
3	10,0g	12,0g	20,0ml
4	8,0g	10,0g	20,0ml

Fonte : Do autor (2020)

Devido a facilidade com a qual a acetona dissolve o isopor, o número de testes para determinar as quantidades necessárias de cada reagente foi menor. Outro fator definido durante os testes é que na estufa a cura também se deu de forma mais efetiva quando comparada as outras amostras.

3.4 Teste com gasolina

Para a gasolina, a dissolução do poliestireno expandido ocorreu de uma maneira mais efetiva com a adição da água. Inicialmente, se formou uma espécie de massa homogênea, responsável por atuar como uma cola para o resíduo de MDF. A Figura 7, demonstra a fase inicial do procedimento, em que ocorre o derretimento do poliestireno expandido. A Figura 8, ilustra a união da massa adesiva com o resíduo do MDF, possibilitando a modelagem do compósito antes de ir para a etapa de cura.



Figura 7 – Dissolução de EPS.



Figura 8 – Adição do resíduo.

Assim como os testes realizados com os reagentes anteriores, a amostra foi levada a estufa por 1 hora a uma temperatura de 105°C. Após a secagem, a amostra apresentou características de agregação do resíduo mais satisfatórias. As quantidades de reagentes, bem como do resíduo estão inseridas na tabela da Tabela 3.

Tabela 3 – Amostras com gasolina.

Amostra	Resíduo (MDF)	Isopor	Gasolina	Água
1	5,0g	10,0g	50,0ml	---
2	5,0g	10,0g	50,0ml	---
3	6,0g	10,0g	30,0ml	---
4	6,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml
5	8,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml

Fonte : Do autor (2020)

A gasolina quando combinada com a água se apresentou de maneira mais eficiente para a dissolução do poliestireno expandido. Quanto a inserção na estufa para a cura, também houve uma melhora na agregação do resíduo.

4. Resultados e discussões

Com base nos testes realizados em laboratório, encontrou-se uma quantidade de reagentes ideal para cada um dos solventes orgânicos. As quantidades ideais para cada solvente estão descritas a seguir.

4. 1. Compósito de *thinner*

Inicialmente houve a realização de diversos testes variando a quantidade dos reagentes e do resíduo com o intuito de melhor agregação da amostra.

Após a realização de testes com quantidade de reagentes diferentes, foi possível chegar a um material que não desprendesse tanto resíduo. Ao longo dos testes foi constatado que com apenas 30 ml de thinner e 30 ml de água é possível ter a dissolução completa de 10 gramas de isopor e a adição de 8 gramas do resíduo. Com isso, tendo as quantidades necessárias para cada reagente estabelecida, basta realizar as devidas proporções no caso de um aumento ou diminuição do procedimento.

4. 2. Compósito de acetona

Inicialmente, foram realizados 3 testes com o solvente acetona sem a secagem na estufa. Logo no início, as amostras já demonstravam pouca agregação de resíduo, como demonstra a Figura 9.



Figura 9 - Amostra de acetona com resíduo se desprendendo.

Os testes realizados com acetona exibiram a capacidade de dissolução rápida do solvente, porém com uma capacidade de agregação do resíduo não tão eficaz quando

comparada ao thinner. A amostra padronizada ao longo dos testes, continha 20 ml de acetona para as 10 gramas de EPS e 8 gramas do resíduo de MDF.

O resíduo ficou visivelmente desagregado na superfície da amostra, o que a torna menos favorável a atuar como um compósito. Mesmo que o solvente acetona apresente uma capacidade de dissolução mais rápida, seu resultado não foi tão satisfatório quanto ao thinner.

4. 3. Compósito de gasolina

Os testes realizados com gasolina também necessitaram do acréscimo da água para que a dissolução ocorresse de maneira mais eficiente. A Figura 10 apresenta a amostra com o resíduo se soltando da mesma.



Figura 10 - Amostra de gasolina com resíduo de desprendendo.

A dissolução com gasolina e água ocorreu de maneira mais lenta e sua agregação ao resíduo não é eficiente. Assim como a amostra de acetona, os aspectos visuais e de agregação não satisfazem o previsto para a confecção de um compósito de MDF. Quando se comparado ao melhor resultado do solvente thinner, os aspectos visuais da amostra com gasolina apresentaram qualidade inferior, especialmente na questão de agregação do resíduo.

4. 4. Comparativo entre os compósitos confeccionados em laboratório

Ao longo da realização dos testes para cada um dos solventes, foi possível determinar a quantidade ideal para cada reagente do compósito. A Tabela 4, apresenta os valores dos reagentes para os melhores resultados de amostra com os três solventes.

Tabela 4 – Melhores amostras para cada solvente.

	Resíduo (MDF)	Isopor	Solvente	Água
<i>Thinner</i>	8,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml
Gasolina	6,0g	10,0g	30,0ml	30,0ml
Acetona	8,0g	10,0g	20,0ml	---

Fonte : Do autor (2020)

Durante a realização dos testes, foi possível realizar um comparativo entre as amostras dos diferentes solventes. A amostra com thinner ficou com uma maior aderência do resíduo (Figura 11), sendo que na amostra de acetona (Figura 12) parte do pó se

desprende. Na amostra da gasolina (Figura 13), o resíduo também não apresentou uma agregação satisfatória.



Figura 11 – Amostra final com *thinner*.

Figura 12 – Amostra final com acetona.



Figura 13 – Amostra final com gasolina.

O comportamento de cada uma das amostras foi analisado com relação a secagem e principalmente com o estado de agregação. Como observou Lacombe (2015), o solvente thinner apresenta uma capacidade de dissolução e de união de partículas muito boa, que ficaram aparentes nos resultados dos testes. Assim como consta nos estudos de Lacombe (2015), o melhor comportamento de dissolução e agregação foi o solvente thinner.

5. Conclusões

Ao longo da realização dos testes constatou-se que a confecção de um compósito com resíduo de MDF é possível. Com as quantidades de reagentes em suas devidas proporções e com um tempo de secagem e cura ideais, as amostras apresentaram condições para a criação um novo material com base na reutilização do resíduo.

Diante dos testes efetuados, o solvente thinner gerou os melhores resultados, em que o seu estado de agregação apresentou um perfil visual mais satisfatório. Também concebeu amostras com maior dureza aparente, sendo perceptível ao manusear o material. Portanto, para dar continuidade aos estudos e viabilizar o uso do compósito em escalas maiores, o solvente thinner deverá permanecer responsável pela dissolução do EPS.

Como sugestão para um próximo estudo, seria a realização de análises com o resíduo de MDF, através da aplicação de análise granulométrica, densidade e teor de celulose. Além disso, seria interessante a realização de testes com relação a resistência do

compósito final, como ensaios de absorção da água e flexão estática proporcionando um estudo mais aprofundado com relação ao comportamento desse compósito diante da exposição a situações distintas.

Referências

BARKERT, E. E. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de eucalipto e de bagaço do malte. 2018. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.

BERNARDY, F.; PICCOLI, M. Alternativa de reciclagem de poliestireno expandido aplicada a uma coleção de óculos de sol. II Congresso Internacional e VII Workshop: Design & Materiais. 2017. Joinville, Santa Catarina.

CRAVO, J. C. M. Painel aglomerado de resíduos agroindustriais. *Ciência Florestal* [online]. 2015, v. 25, n. 3, p. 721-730.

CUNHA, T. Q.; BARBOSA, P. V. G.; LIMA, P. A. F.; PIMENTEL, T. S.; PEIXOTO, L. L. de S.; SETTE JÚNIOR, C. R. Caracterização do resíduo de MDF e seu aproveitamento na produção de pellets. *Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais*. 2018, v.6, n.3, p. 300-304.

DEUS, R. M. B.; SILVA, R. A. G.; RIBEIRO, G. H. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online]. 2015, v. 20, n. 4, p. 685-698.

GOLDEN INDÚSTRIA CATARINENSE DE TINTAS LTDA. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ THINNER 2000 LIMPEZA. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Relatório anual 2018. São Paulo - SP, 2018.

JOHANSSON, F. Alternativas de destinação de resíduos de MDF. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia de Processos Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

LACOMBE, J. Painéis de madeira aglomerada produzidos com resíduos de serragem e poliestireno expandido para aplicações na construção civil. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

LEI N. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. 2 ago. 2010.

NEON COMERCIAL LTDA. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ ACETONA. 2017.

PEKARSKI, C.; FRANCISCO, A. C.; DA LUZ, L. M.; KOVALESKI, J. L.; SILVA, D. A. L. *Life cycle assessment of medium-density fiberboard (MDF) manufacturing process in Brazil*. In: Science of the Total Environment, v. 575, p. 103-111, jun/out. 2017.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ GASOLINA COMUM. 2019.

SANTOS, L. B.; PEREIRA, N. C.; MACHADO, M. L. C. Reaproveitamento sustentável do poliestireno. *Química: Debate entre a vida moderna e o meio ambiente*. v.1, n.1, p. 65-76, jan. /abr. 2021.

SELVATTI, T.; BORGES, L. A. C.; SOARES, H. C. C.; SOUZA, A. N.; JUNIOR, L. M. C. *Global production concentration of medium density fiberboard (mdf) (1995 - 2016)*. *Revista Árvore* [online]. 2018, v. 42, n. 5.