

# **REUTILIZAÇÃO DO PÓ DE MDF COMO AGREGADO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS MACIÇOS PARA ALVENARIA**

Eduardo Corrêa Machado<sup>1</sup>

Orientador: Prof. Ms. Oswaldo Henrique Barolli Reis<sup>2</sup>

## **RESUMO**

Este estudo tem como objetivo a verificação da viabilidade em se utilizar o pó do MDF como constituinte em blocos maciços para alvenaria sem função estrutural. Este resíduo possui características que impossibilitam seu uso em diversas aplicações, devido ao seu alto risco de contaminação, sendo classificado de acordo com as normativas, como resíduo da mais alta periculosidade ambiental. Desta forma, procurou-se sua utilização da forma em que é encontrado nas indústrias moveleiras, sendo eliminada qualquer forma de inertização de suas características. A aglutinação deste pó com o gesso e água se mostraram, em estudos preliminares, muito promissoras, formando após o período de cura uma massa de cor clara, inodora e mais leve que o tijolo cerâmico tradicional.

Palavras-chave: MDF.Resíduo.Gesso.Tijolo.Cerâmico.

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho aborda a reutilização do pó do MDF como agregado na produção de blocos maciços a serem utilizados na construção civil como elemento de alvenaria de vedação. Verificou-se portanto, através de estudos em laboratório, a viabilidade na elaboração de blocos compostos pelo pó do MDF, gesso e água.

Tem-se como referência para este estudo, as normativas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, nas quais procurou-se embasar todos os estudos relacionados de forma paralela, devido à falta de experimentos realizados com o resíduo do MDF para este fim.

De acordo com a norma ABNT NBR 7211:2019, os agregados são considerados miúdos quando os grãos que o compõe, ao serem submetidos a testes de granulometria, <sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil - UNIS - Centro Universitário do Sul de Minas [eduardo.machado@alunos.unis.edu.br](mailto:eduardo.machado@alunos.unis.edu.br)

<sup>2</sup>Prof. Me. Oswaldo Henrique Barolli Reis, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Administração e Qualidade, Mestre em Ciência Animal (Exigências Nutricionais, Alimentos e Alimentação), Docente do Grupo Unis.

passam pela peneira de malha 4,75mm e ficam retidos na peneira com malha de 150 $\mu$ m. Na presente pesquisa, foram utilizados somente agregados miúdos.

A norma ABNT 9935:2011 classifica os agregados quanto a sua origem, podendo ser: natural ou artificial. Os naturais são encontrados na natureza já no estado de utilização, como as areias por exemplo. Os artificiais, como os pós de brita, são aqueles que necessitam de um ou mais processos industriais para obterem sua característica de utilização final, sendo esta a classificação dada ao pó do MDF no presente estudo.

ZENG, Q.2018, LU, Q.2018 e ZHOU, Y.2018 relatam que produtos argilosos exercem a função de isolantes quanto à contaminação. Quando queimados, tem-se uma redução nos teores de gases tóxicos, mantendo-os em valores aceitáveis. Desta forma elucida-se a incorporação desses materiais em massas cerâmicas proporcionando baixos danos ambientais. Destacam também a importância em se utilizar estes resíduos transformando-os em peças ecologicamente viáveis a baixo custo.

O MDF (*Medium Density fiberboard*) é um material amplamente utilizado para a construção de móveis planejados nos segmentos comercial, residencial e industrial. Possui medida padrão de 275,0 cm x 184,0 cm, disponíveis em espessuras que variam entre 2,5mm a 30mm.

Após cortes, furos e fresamentos necessários nas placas de MDF para sua transformação em móveis, gera-se uma grande quantidade de pó, sendo este muitas vezes descartado indiscriminadamente em aterros e lixões, como forma de lixo doméstico ou escória de construção civil.

A norma ABNT NBR 10004:2004 relaciona este material ao grupo de resíduos perigosos Classe I. O MDF traz em sua composição, madeira (pinus e eucalipto), resinas e aditivos antifúngicos, que ao passarem por processos de homogeneização, é submetido a alta temperatura e pressão com o objetivo de adquirir sua forma na qual é comercializado. Tais componentes tornam-se nocivos ao meio ambiente quando utilizados de forma incorreta, tornando-se inadequada até mesmo sua utilização como material combustível de fornalhas industriais.

O gesso utilizado possui as especificações na Norma ABNT NBR 13.207:1994, sendo que para este estudo fora utilizado o gesso fino para revestimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Teremos como referências normativas as seguintes normas técnicas brasileiras:

- NBR 8.491:2013, Tijolo de solo-cimento - Requisitos;
- NBR 7.211:2019, Agregados para concreto - Especificação;
- NBR 9.935:2011, Agregados - Terminologia;
- NBR 10.004:2004, Resíduos sólidos - Classificação;
- NBR 13.207:1994, Gesso para construção civil;
- NBR 7170:1983, Tijolo maciço cerâmico para alvenaria.
- NBR 15.270-1:2005, Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos.
- NBR 10.836:1995 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Determinação da resistência à compressão e absorção de água.

Por se tratar de um produto ainda não regulamentado, utilizamos alguns preceitos ditados pelas normas supracitadas, tomando-as como referência deste estudo.

Abreu (2008) preconiza a necessidade das novas construções em optarem por materiais ecologicamente corretos, criando desta forma uma tendência sustentável no mercado da construção civil. A fusão de novas tecnologias a materiais oriundos de setores que outrora faziam o descarte de forma incorreta, resultam em uma redução do custo da obra e conseqüentemente minimizam o impacto ambiental que causariam. Tais tecnologias devem ser difundidas dentre todos os profissionais envolvidos no processo construtivo, proporcionando à obra praticidade e agilidade, sem improvisos e adaptações no decorrer do trabalho.

Nos últimos anos, a preocupação com o meio ambiente tornou-se necessária e várias ideias surgiram no ramo da construção civil. Hoje temos materiais que substituem a madeira, a ferragem e até mesmo as argamassas de cimento. Essas alternativas têm como alicerces a segurança, a diminuição de custos, a otimização de tempo de produção e a sustentabilidade.

Segundo Weber e Iwakri (2015), a viabilidade em se produzir materiais densificados através do pó do MDF se mostra promissora. Sua composição vem motivando cada vez mais o estudo de sua viabilidade em todo o mundo, transformando este produto que outrora era escória, em matéria prima para uma enorme variedade de aplicações.

O pó gerado pela serragem do MDF é um grande problema que vem se tornando cada vez mais, objeto de estudo por diversos setores que tentam adequar uma utilização racional a este tipo de escória.

De acordo com Han, Young-Min e Watanabe (2015), a queima do pó de MDF libera gases nocivos aos seres humanos e também ao meio ambiente, mesmo que sejam utilizados fornos ou caldeiras destinados à incineração de escórias industriais.

Dentre esses estão incluídos os resíduos com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, tais como restos de tintas, óleos usados, solventes, estopas, panos e papéis contaminados com óleos e graxas e o resíduo de MDF.

Pensando em destinar corretamente este resíduo, estudantes do curso de arquitetura da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, desenvolveram um tipo de material para a produção de utensílios domésticos como tigelas, vasos e bandejas, tendo o pó do MDF como componente principal. O material já está em fase de pedido de patente junto ao Instituto Inpi (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) e pretende licenciar o produto com empresas.

Outras possibilidades de aproveitamento do pó do MDF também foram estudadas. Dentre elas podemos citar: a queima controlada para gerar energia elétrica e vapor; a elaboração de novos produtos com este material; e a implantação de um setor de gestão dos resíduos na empresa. Diante de tais possibilidades de utilização, existe uma que receberá ênfase no decorrer deste estudo: a elaboração de tijolo, tendo em sua composição o pó de MDF.

A NBR 7170:1983 define tijolo maciço como sendo “Tijolo que possui todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área”.

Os materiais cerâmicos têm em sua composição a argila. Após o processo de cura através de secagem ou queima, adquire maior resistência e capacidade impermeabilizante podendo ser usado como material de coberturas de edificações ou como blocos estruturais (portantes) ou não estruturais (vedação).

Para Batista, Nascimento e Lima (2008), a produção de tijolos cerâmicos envolve diversas etapas que vão desde a retirada da matéria prima das jazidas até a queima do tijolo propriamente dito.

Na produção dos tijolos a base de MDF, não há necessidade de queima. Desta forma, foi eliminada deste processo a liberação de gases poluentes no meio ambiente, reforçando assim sua característica ecologicamente correta.

Conforme a NBR 7170:1983, o tijolo maciço recebe a classificação de tijolo comum, subdividindo-se em três categorias: A, B e C, dependendo de sua resistência à compressão, conforme a tabela 01 abaixo.

Tabela 01 - Resistência mínima à compressão em relação à categoria

Categoria	Resistência à compressão (MPa)
Categoria A	1,5
Categoria B	2,5
Categoria C	4,0

Fonte: ABNT NBR 7170:1983

A NBR 15270-1:2005 dita que as dimensões nominais do tijolo sejam: 190mm de comprimento (C), 90mm de largura (L) e altura (H) 57mm.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada através do método experimental, visando-se chegar a resultados nos testes feitos no laboratório da Instituição, onde utilizaremos os equipamentos necessários para o desenvolvimento prático.

Foram adotadas as técnicas de métodos e ensaios previstos na Norma Brasileira ABNT NBR 15270-2:2017 para a realização deste trabalho. Esta norma se refere a componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria.

Esta etapa do procedimento foi dividida em três etapas, sendo:

1ª etapa: Separação dos materiais;

2ª etapa: Configuração da massa;

3ª etapa: Realização dos testes laboratoriais.

Todo o processo levou em conta os quesitos necessários para verificarmos a aplicação do material como constituinte de blocos para alvenaria não estrutural.

#### 3.1. Separação dos materiais

Para iniciar os testes em laboratório foi realizada a aquisição dos materiais no comércio local. O Gesso adquirido possui tempo de cura em torno de 15 minutos, sendo disponibilizado para venda em saco de 40kg.

O pó do MDF foi conseguido sem custo em uma fábrica de móveis planejados no município de Varginha.

Figura 01 - Gesso em pó e pó de MDF



Fonte: o autor

Em seguida foi realizada a verificação das diversas granulometrias contidas no pó do MDF, utilizando um agitador de peneiras (imagem 02) para análise granulométrica.

Figura 02 - Agitador de peneiras



Fonte: O autor

Este teste visou a verificação da granulometria contida em uma porção de 200g do material, sendo que para a composição da massa foi utilizado o pó em sua totalidade. Foram utilizadas as peneiras com as respectivas medidas (em  $\mu\text{m}$ ): 1800, 710, 600, 250 e 75. Os resultados do teste de granulometria podem ser verificados na tabela 02.

Tabela 02 - Análise granulométrica em amostra de pó de MDF

<b>Peneira</b>	<b>Abertura da peneira (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Peso retido (g)</b>
01	1800	182,0
02	710	4,0
03	600	2,0
04	250	10,0
05	75	2,0
06	prato coletor	0,0

Fonte: o autor

Foi determinada a relação gesso x pó de MDF x água conforme a tabela 03 abaixo:

Tabela 03 - Quantitativo de materiais

<b>Componente da mistura</b>	<b>Quantidade por bloco</b>	<b>Percentual relativo(%)</b>
Água	560,80ml	41,86
Pó de MDF	155,80g	11,63
Gesso	623,40g	46,51
<b>Total:</b>	<b>1340g</b>	<b>100</b>

Fonte: O autor

### 3.2 Configuração da massa

Após o processo de caracterização individual do gesso, pó de MDF e água, demos início à conformação da massa que passou pelo processo mecânico em argamassadeira (batedeira planetária) conforme a imagem 03.

Figura 03 - argamassadeira



Fonte: o autor

Tal procedimento se iniciou misturando-se os componentes secos e após a homogeneização, adicionou-se a água. O processo de conformação dos três ingredientes teve duração de 180 segundos.

A determinação das características geométricas foi realizada moldando de corpos de prova de acordo com os parâmetros ditados pela ABNT NBR 15270-1:2005, seguindo as dimensões de 190mm de comprimento (C), 90mm de largura (L) e 57mm de altura (H).

Após o processo de moldagem, deixou-se secar por 15 minutos nos corpos de prova. Após esta etapa, foram desmoldados e aguardou-se o tempo de cura em local coberto em condições ambientais normais. Na imagem 04 podemos ver o bloco formado após a desmoldagem e cura de 28 dias.

Figura 04 - bloco composto de gesso, pó de MDF e água.



Fonte: O autor

Observou-se que houve uma perda considerável da massa do corpo de prova no decorrer do processo de cura. Este fato se deve à evaporação da água contida na massa recém configurada. Tal defasagem da massa inicial é expressada na tabela 04.

Tabela 04 - Perda de massa devido à evaporação

<b>Idade da amostra (dias)</b>	<b>Massa inicial (g)</b>	<b>Massa final (g)</b>	<b>Perda de massa (%)</b>
7	1340,00	1165,00	13,05
14	1340,00	904,00	32,53
28	1340,00	896,00	33,13

Fonte: o autor

## 4. RESULTADOS

Nesta etapa, as amostras foram submetidas aos seguintes testes:

- Teste de compressão, utilizando prensa hidráulica devidamente aferida para o rompimento dos corpos de prova (imagem 05).

Figura 05 - rompimentos dos corpos de prova



Fonte: o autor

Os cálculos para determinação da resistência à compressão seguiram o raciocínio abaixo:

- 1) Conversão da carga obtida na compressão de t para kg;
- 2) Cálculo da área da superfície do bloco em  $\text{cm}^2$ ;
- 3) Determinação da carga aplicada em  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ;
- 4) Conversão do valor obtido, para Mpa.

Exemplo:

$$\frac{4,85 \times 1000}{171} = 16,49 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$16,49 \times 10^{-1} = 1,649 \text{ MPa}$ , onde:  
toneladas)

4,85 = carga obtida na compressão (em  
1000 = constante para conversão de t para kg;  
171 = área da amostra (19cm x 9cm).  
Para a conversão de  $\text{kg}/\text{cm}^2$  para MPa,  
Multiplica-se por  $10^{-1}$ .

Os resultados médios dos rompimentos dos corpos de prova foram descritos na tabela 05.

Tabela 05 - Cronograma para realização dos testes de compressão

Intervalo de rompimento após a moldagem (dias)	Número de amostras a serem rompidas	Resultado médio dos testes (Mpa)
7	03	1,649
14	03	3,239
28	03	3,695

Fonte: O autor

- Teste de absorção de água. Seguindo a orientação da norma ABNT NBR 10836:1995, nesta etapa o bloco foi deixado em estufa em temperatura constante entre 105°C e 110°C. Após este período foi submerso em água em temperatura ambiente por 24hs e após este período fora enxugado com pano úmido e teve sua massa ( $M$ ) aferida antes de decorridos 3 minutos. O valor pode ser expressado conforme o cálculo abaixo:

$$A\% = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100,$$

onde: A = valor da absorção de água (em porcentagem);

$M_1$  = Massa seca

$M_2$  = Massa após 24h de submersão em água.

Os resultados foram descritos na tabela 06.

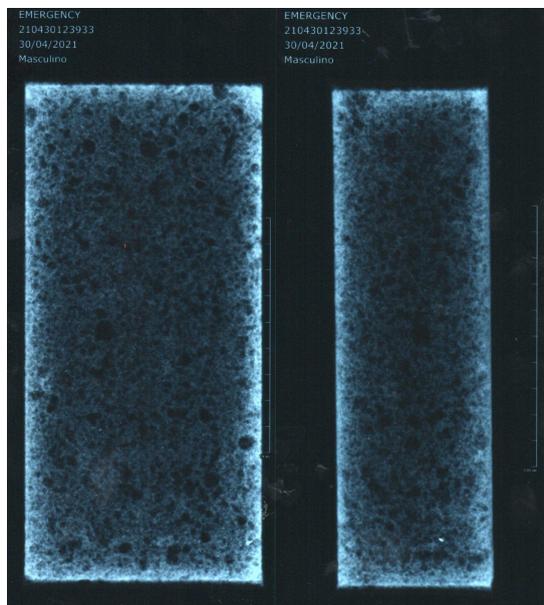
Tabela 06 - Resultados do teste de absorção de água.

Amostra	Idade da amostra	Massa da amostra em estado seco (g)	Massa da amostra após 24hs (g)	Teor de absorção de água (%)
Amostra 01	7 dias	896,00	1290,50	44,02
Amostra 02	14 dias	882,00	1304,00	47,84
Amostra 03	28 dias	879,00	1310,00	49,03

Fonte: O autor

- Teste de Raio-X. Neste teste foi verificada a presença de espaços vazios na configuração da massa.

Figura 06: Teste de Raio-X



Fonte: O autor

Os pontos escuros mostrados na figura 01, confirmam a presença de ar na amostra verificada, o que ocasiona em redução da resistência do bloco.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se com este estudo que é possível realizar-se o aproveitamento do pó do MDF como constituinte de blocos para a construção civil para fins não estruturais. Observou-se um índice médio de resistência à compressão aos 28 dias de aproximadamente 3,7Mpa, o que aproxima sua resistência ao mínimo exigido pela NBR 7170:1983, a qual regulamenta a produção de tijolos maciços, subdividindo-os em ordem crescente de resistência à compressão em três classes: A, B e C.

Um nível elevado de absorção de água fora constatado, o que torna inviável para áreas expostas ao contato com água. O valor médio em torno de 47% de absorção de água superou o máximo exigido pela NBR 15.270-2:2005, a qual preconiza o índice máximo em 22%. Conforme a descrição dos materiais presentes na massa, não houve adição de agentes retardadores de secagem do gesso, hidrofugantes ou impermeabilizantes.

A utilização deste resíduo na produção de blocos maciços para construção civil, mostrou-se uma alternativa de baixo custo, ecologicamente viável e com grande potencial para que novos estudos sejam realizados no sentido de viabilizar sua produção em escala comercial.

## **REUSE OF MDF POWDER AS AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF SOLID MASONRY BLOCKS**

### **ABSTRACT**

This study aims to verify the feasibility of using MDF powder as a constituent in massive blocks for masonry without structural function. This waste has characteristics that make it impossible to use in various applications, due to its high risk of contamination, being classified in accordance with regulations, as a waste of the highest environmental hazard. Thus, we sought to use it in the way it is found in furniture industries, eliminating any form of inertization of its characteristics. The agglutination of this powder with gypsum and water proved, in preliminary studies, to be very promising, forming after the curing period a mass of light color, odorless and lighter than traditional ceramic bricks.

Keywords: MDF.Waste.Gypsum.Brick.Ceramic.

### **REFERÊNCIAS**

ABREU, Luciana Barbosa de; MENDES, Lourival Marin; SILVA, José Reinaldo Moreira da. **Aproveitamento de Resíduos de Painéis de Madeira Gerados pela Indústria Moveleira na Produção de Pequenos Objetos**. Revista *Árvore*. Vol. 33, n.1,p.171-177. Viçosa, MG. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n1/v33n1a18.pdf>>. Acesso em 05 fev. 2021.

WILDNER, M. V. **Reaproveitamento de resíduos da indústria moveleira para aplicação em novos produtos de mobiliário**. Centro Universitário Univates, 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/867/1/2015MarcusViniciusWildner.pdf>> Acesso em 25 fev. 2021.

MARQUES, L.E.M.M. **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2008. Disponível em: <<https://paginas.fe.up.pt/~jmfaria/TesesOrientadas/MIEC/MadeiraSustentabConstrucao.pdf>> Acesso em 01 mar. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1:2005**. Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2:2005**. Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: 2004**. Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491:2013**. Tijolo de solo-cimento - Requisitos. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836:1994**. Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836:1994**. Gesso para construção civil. Rio de Janeiro,

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207:1994**. Componentes cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170:1983**. Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 24: 2003**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

INMETRO - Instituto Nacional de Pesos e Medidas. **Bloco Cerâmico (Tijolo)**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>> Acesso em 02 fev. de 2021

WEBER, C.; IWAKIRI, S. **Utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados**. Ciência Florestal, v. 25, n. 2, p. 405-413, 2015. DOI:

LUZ, A. J. S. Produção de tijolo ecológico e a construção de habitação em São Luis - MA, 2012. <http://www.inama.comunidades.net/artigo-tijolo-ecologico> Acesso em 25 mar. 2021.