

Novos compósitos de gesso a partir da reciclagem

New plaster and recycled compounds

DOI:10.34117/bjdv7n1-089

Recebimento dos originais: 07/12/2020

Aceitação para publicação: 07/01/2021

Rita Estela Salino

Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana PPGSAU/ UTFPR.

Mestre em Desenvolvimento Territorial Sustentável pela UFPR

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Endereço: Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Ecoville CEP 81280-340,
Curitiba – PR, Brasil

E-mail: ritasalino@yahoo.com.br

Nayara Guetten Ribaski

Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental e Urbana PPGSAU/UTFPR.

Mestre em Engenharia Florestal – UNICENTRO, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Professora da UFPR e PUCPR.

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Endereço: Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Ecoville CEP 81280-340,
Curitiba – PR, Brasil

E-mail: nayribaski@hotmail.com

Clara Landim Fritoli

Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana PPGSAU/ UTFPR.

Mestre em Tecnologia e Sociedade - PPGTE/UTFPR

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Endereço: Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Ecoville CEP 81280-340,
Curitiba – PR, Brasil

E-mail: claralandim@hotmail.com

Rodrigo Eduardo Catai

Doutor em Engenharia Mecânica pela UNESP

Professor do PPG em Engenharia Civil (PPGEC) e do PPG em Sustentabilidade Ambiental Urbana (PPGSAU).

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças, 80230-901, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: catai@utfpr.edu.br

Ugo Leandro Belini

Doutor em Recursos Florestais pela ESALQ/USP.

Professor do PPG em Engenharia Mecânica e Materiais (PPGEM) e do PPG em Sustentabilidade Ambiental Urbana (PPGSAU).

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças, 80230-901, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: ubelini@utfpr.edu.br

RESUMO

Reciclar o gesso e outros materiais provindos dos resíduos da construção e demolição e propor novas aplicabilidades são desafios da sustentabilidade na construção civil e inspiram novas pesquisas de interesse das instituições de pesquisa e sociedade. Neste contexto, o estudo avaliou publicações classificadas como relevantes à base de gesso e resíduos diante da resistência à flexão NBR 16382 (ABNT, 2015); NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017) no campo de atuação da engenharia, mapeando-se sistematicamente artigos completos e abertos da base de dados *Scopus*. Como principais resultados, destacam-se sequencialmente os maiores valores atingidos à flexão em função dos seguintes resíduos adicionados ao gesso: cerâmica (9,3 MPa), lã de vidro (7,5 MPa); lã de rocha (7.3 MPa); talo de girassol (6.9 MPa); porcelana (4.8 MPa); polipropileno (4.3 MPa) e celulose (3,1 Mpa). São possibilidades para a confecção de placa mineral removível ou suspensa de gesso nas proporções avaliadas: lã de vidro (10%), lã de rocha (10%); porcelana (50%); lenços umedecidos (2,5%) e talo de girassol (9,7%). Acrescentam-se duas composições com 100% de materiais recicláveis: gesso reciclado (50%) e resíduos de tijolo (50%); gesso reciclado (50%) e porcelana (50%). A confecção de placas de gesso é possível pela proporção de gesso virgem (50%) e resíduos de tijolo (50%). O estudo teórico pode nortear o prosseguimento da análise de outros requisitos normativos orientando novas composições e possibilidades para aplicabilidade em forros de gesso com materiais recicláveis para os diversos usos em bioengenharia.

Palavras-chave: Gesso reciclado, Resíduos, Resistência à flexão, Sustentabilidade, Novos produtos.

ABSTRACT

Recycling plaster and other materials from construction and demolition waste and proposing new applications are challenges for sustainability in civil construction and inspire new research of interest to research institutions and society. In this context, the study evaluated publications classified as relevant based on plaster and flexural strength residues NBR 16382 (ABNT, 2015); NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017) in the field of engineering, systematically mapping complete and open articles to the *Scopus* database. As main results, the highest values reached for flexion are highlighted sequentially due to the following plaster foundations: ceramic (9.3 MPa), glass wool (7.5 MPa); rock wool (7.3 MPa); sunflower stalk (6.9 MPa); porcelain (4.8 MPa); polypropylene (4.3 MPa) and cellulose (3.1 Mpa). Possibilities for making removable or suspended plaster mineral slabs in the proportions evaluated: glass wool (10%), rock wool (10%); porcelain (50%); baby wipes (2.5%) and sunflower stalk (9.7%). Two 100% green recycled plaster compositions (50%) and brick residues (50%) are added; recycled plaster (50%) and porcelain (50%). The manufacture of plasterboard is possible due to the proportion of virgin plaster (50%) and brick residues (50%). The theoretical study can guide the further analysis of other normative requirements, guiding new compositions and possibilities for applicability in plaster ceilings with recyclable materials for the various uses in bioengineering.

Key words: Recycled plaste, Waste, Flexural strength, Sustainability, New Products.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por 32% do uso final de energia, 25% da água global, 40% da utilização de recursos globais e responsável por um terço das emissões dos gases de efeito estufa de todo o planeta (PNUD, 2010; IPCC, 2015). Soma-se ao setor o alto volume de resíduos urbanos de construção e demolição (RCD) por entulhos de diferentes materiais tais como: embalagens, madeiras, tijolos, concreto, telhas, azulejos, gesso, argamassas, latas de tinta dentre outros. São coletadas 122.012 toneladas de resíduos diariamente no Brasil encontrados em vias e em logradouros públicos descartados incorretamente (ABRELPE, 2018).

O gesso é um material mineral provindo da gipsita, um dos materiais mais antigos da construção civil utilizado desde 8.000 a.c. passando por várias civilizações. O desenvolvimento contemporâneo nas cidades e as novas tecnologias *Drywall* (painéis pré-moldados prensados entre duas folhas de papel acartonado e secos em estufas) ampliou o consumo de gesso no Brasil, sendo 30 Kg/hab./ano. (HENDGES, 2013). O setor da construção consome 95% da produção total de gesso devido às suas múltiplas aplicações em revestimentos internos mais comuns (pastas e argamassas), mas também pode ser utilizado em produtos pré-fabricados como gesso cartonado, blocos e elementos decorativos (PEDREÑO-ROJAS *et al.*, 2020). Sendo este então um processo construtivo gerador de resíduos em diferentes fases desde a produção, construção e reformas. De Moraes Rossetto *et al.* (2016) destacam a versatilidade do material e chamam a atenção para os valores médios de desperdício durante sua aplicação superiores a 45% da quantidade durante sua aplicação.

A gestão privada ou pública voltada a reintrodução de resíduos de RCD no ciclo produtivo da construção remete a uma reflexão da relação custo/desempenho para criar uma cadeia produtiva mais sustentável no mercado da construção (DEL RÍO MERINO *et al.*, 2018). No Brasil, os materiais da construção civil são classificados de acordo com a possibilidade de reciclagem e contaminação. O setor por meio das diversas ciências vem apresentando soluções pela oferta de materiais menos poluentes por fabricantes, controle dos desperdícios nas edificações, aplicação de novas tecnologias construtivas mais limpas e pela proposição de soluções para a reciclagem. Em 2011 a legislação brasileira, por meio do Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) permitiu a reciclagem do gesso (Resolução 431, 2011) e, assim, constituindo-se de uma política pública positiva trazendo o fomento para novas pesquisas da matéria-prima.

De acordo com GERALDO *et al.* (2017) e PEDREÑO-ROJAS *et al.* (2019), revelaram a manutenção da composição química do gesso durante o processo de reciclagem tornando o material reciclável inclusive por inúmeras vezes. Dessa maneira resolveria o importante problema das grandes quantidades de resíduos de gesso que a cada ano vão para aterros sanitários. Uma oportunidade de minimizar os impactos ambientais, propondo-se novas aplicabilidades e composições. Além disso, pode trazer soluções para o setor da construção civil de moradias populares.

Embasada nestas considerações, o objetivo deste artigo é analisar as publicações elencadas como relevantes pela base de dados *Scopus* referente à materiais à base de gesso e resíduos diante da resistência à flexão NBR 16382 (ABNT, 2015); NBR 16497 (ABNT, 2016) e NBR 16654 (ABNT, 2017). Sendo a relevância considerada um mecanismo de busca pelo resultado de um cálculo estatístico por um modelo baseado em conceitos comprovados da ciência de recuperação de informações. Os seguintes fatores contribuem como parte do cálculo para a pontuação da classificação: frequência; significado da palavra (modelo:TF/IDF; Jones 1972); posição no documento; proximidade e completude.

Compreender as propriedades testadas nos compósitos contribui para um melhor entendimento de aplicabilidades e limitações para a formação de eco materiais. Transformar resíduos em recursos e fontes de matéria prima podem convergir em agregação de valor para a reciclagem de materiais e fomentar o trabalho e renda. Sendo estes alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável para tornar as cidades convergentes ao consumo e produção responsáveis, consciência ambiental e social da gestão de resíduos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O gesso é obtido a partir da eliminação parcial ou total da água pela cristalização da rocha denominada gipsita. São três etapas 1) extração da rocha; 2) trituração; 3) queima denominada calcinação. Quando misturado a água torna-se plástico e enrijece voltando ao seu formato original forma-se uma malha de cristais de sulfato hidratado (ANTUNES, 2000). A calcinação é realizada por meio de um processo de aquecimento (150 a 200°C) e posterior secagem. O produto para consumo precisa ser hidratado e pode ser medido por meio da calorimetria. As misturas utilizadas formam uma pasta: aglomerante e água. Concluída a hidratação da pasta ocorre no endurecimento da pasta e a resistência. A

temperatura decresce e ocorre a reação inversa formando a gipsita em gesso liberando o calor (ANTUNES, 2000).

O Sistema de gestão de normas e documentos regulatórios de gesso contempla finalidades e instruções para ensaios e requisitos para composições com matéria prima original, sendo que na tabela 1 apresentam-se algumas dessas normas.

TABELA 1 – Normas NBR para ensaios com produtos à base de gesso.

ENSAIO	NORMA
Bloco para vedação para vertical	NBR 16494:2017; NBR 16657:2017; NBR 16495:2016
Construção civil	NBR 13207:2017; NBR 12128:2019; NBR 12129:2019
Chapa de gesso para <i>drywall</i>	NBR 14715-1:2010; NBR 14715-2:2010; NBR 16831:2020; NBR 16832:2020
Placas de gesso para forro	NBR 16382:2015; NBR 16591:2017, NBR 12775:2018, NBR 16497:2016, NBR 16519: 2016, NBR 16654: 2017.

Fonte: Gedweb, 2020.

Destaca-se a normativa sobre Gesso modificado, métodos de ensaio NBR 16689 (ABNT, 2019), sendo caracterizado pela mistura de gesso, aditivos e cargas (minerais ou sintéticas) para revestimentos internos como emboço ou camada única para paredes e tetos. Entretanto não foram encontradas normas em relação a aplicação de resíduos incluindo o gesso reciclado e outros resíduos adicionados ao gesso virgem.

Em relação as propriedades químicas, Geraldo *et al.* (2017) avaliou as propriedades de gesso reciclado produzido após 1, 3 e 5 ciclos de reciclagem pela medição dos tempos de presa do gesso reciclado e das propriedades mecânicas dos respectivos produtos reidratados. Os resultados revelaram inalterada a composição química do gesso durante o processo de reciclagem. Coadunando com essa afirmativa Pedreño-Rojas *et al.* (2019) sugerem ser uma solução para o importante problema das grandes quantidades de resíduos de gesso que a cada ano vão para aterros sanitários.

Quanto as propriedades físicas e mecânicas, Camarini *et al.* (2016) refere que durante a reciclagem o tempo de calcinação e a temperatura podem inclusive trazer propriedades superiores do gesso comercial. De Moraes Rossetto *et al.* (2016) verificou perda de trabalhabilidade do material reciclado. Segundo Geraldo *et al.* (2017) isto ocorre devido os tempos de pega serem menores pela mudança no tamanho do grão provocado com processo de reciclagem alterando as propriedades físicas do gesso reciclado em relação a diminuição da densidade aparente. Isto porque, para Cordon *et al.* (2019) há um aumento da área de contato com a água resultando em uma hidratação mais rápida. Para ajudar neste processo De Moraes Rossetto *et al.* (2016) sugere acrescentar um aditivo

para ajustar esta propriedade do material reciclado. Já que para Cordon *et al.* (2019) a microestrutura do material reciclado não apresenta diferenças em relação à original. Em contrapartida Li *et al.* (2016) encontrou mudanças na microestrutura quando ocorrem mudanças de moagem e granulometria. Podem ser atribuídas reduções de dureza e ao aumento da porosidade do gesso endurecido pela baixa molhabilidade do gesso pelo aumento dos poros grandes configurando alterações na microestrutura endurecida.

Erbs *et al.* (2018) investigou a variação das propriedades físicas de resíduos de placas de gesso cartonado e gesso comercial durante ciclos de reciclagem em escala de bancada, o estudo obteve 8,40 MPa para resistência à compressão axial aos 28 dias nos três primeiros ciclos de reciclagem para gesso de placas de gesso reciclado e as misturas sugeridas comprovaram a viabilidade técnica do processo até o terceiro ciclo de reciclagem. O desempenho mecânico foi bom e semelhante em idades mais longas (GERALDO *et al.*, 2017).

A resistência a flexão indicada pela NBR 16382 (ABNT, 2015) para placas de gesso para forro é de $\geq 9,0$ MPa e de $\geq 1,5$ para placa mineralizada de gesso para forro removível modular NBR 16497 (ABNT, 2016) e para placa mineralizada de gesso para forro suspenso NBR 16654 (ABNT, 2017).

3 MÉTODO

O objeto do estudo constitui-se pela revisão bibliográfica de publicações relevantes de compósitos à base de gesso e materiais recicláveis publicados na base de dados *Scopus*. Um critério de classificação que leva em consideração métricas de alcance, popularidade e contribuição para o campo de atuação comparando-se com o que é esperado para a área. Utilizou-se como metodologia o “mapping study”, que é um mapeamento sistemático e método definido de construir um esquema de classificação e estrutura em um campo de interesse (PETERSEN *et al.*, 2010).

Elaborou-se o protocolo seguindo as seguintes etapas: 1) perguntas norteadoras; 2) processo de busca; 3) critérios de inclusão; 4) critérios de exclusão; 5) mapeamento das publicações demonstrado no quadro 1:

Quadro 1: Demonstração do mapeamento sistemático.

Mapping Study/Mapeamento sistemático**Pergunta principal**

Quais compósitos relevantes foram desenvolvidos com gesso e materiais reciclados que atendem as normas técnicas de flexão para forro mineral?

Processo de busca

Banco de dados: *Scopus*

Descritor: *composites AND from AND plaster AND recycling*

Classificação: relevância de acordo com as métricas estabelecidas pelo banco de dados: frequência; significado da palavra (modelo:TF/IDF) por JONES (1972); posição no documento; proximidade e completude.

Critério de inclusão

Publicações: títulos, resumo e palavras-chave com texto completo disponível pela plataforma: CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Áreas: Engenharia,

Material aglutinante: Gesso.

Critério de exclusão

Publicações compostas com cimento como aglutinante, que não tratem de composições e sem texto completo disponível.

Mapeamento

Publicações encontradas: 27 publicações.

Publicações na área da engenharia: 17 publicações (recorte de interesse).

Publicações excluídas: 7 publicações por temas não pertinentes.

Publicações analisadas: 10 publicações.

Publicações de acesso restrito/resumo: 4 publicações.

Publicações abertas ao acesso: 6 publicações de artigos científicos.

Análise: 6 artigos completos por ordem de relevância.

Variáveis a serem analisadas: proporções do traço e resistência à flexão conforme NBR 16382 (ABNT, 2015) para placas de gesso para forro; NBR 16497 (ABNT, 2016) para placas mineralizadas de gesso para forro removível modular; NBR 16654 (ABNT, 2017) para placas mineralizadas de gesso para forro removível modular suspenso.

Fonte: os autores.

Acessou-se o banco de dados: *Scopus* e buscou-se pelo descritor: *composites AND from AND plaster AND recycling*. Foram apresentadas 17 publicações na construção civil, ciências dos materiais e ciências ambientais classificadas por relevância. Um critério de classificação da base de dados que leva em consideração métricas de alcance, popularidade e contribuição para o campo de atuação comparando-se com o que é esperado para a área. Destas, seis publicações estavam disponíveis ao acesso livre do artigo completo. Analisou-se as melhores proporções das composições e a resistência a flexão conforme normas brasileiras regulamentadoras sendo de 9,0 MPa para placas de gesso para forro (NBR 16382:2015); e $\geq 1,5$ MPa para placas minerais para forro removível modular e suspenso (NBR 16497:2016; NBR 16654:2017).

Comparou-se os resultados dos compósitos com valores de resistência à flexão obtidos por pesquisas em compósitos de gesso virgem nacional e gesso reciclado e normas

regulamentadoras. Adotou-se a denominação gesso virgem para a matéria-prima comercializada por empresas especializadas e gesso reciclado para a matéria-prima obtida a partir de novo processo de moagem e calcinação do gesso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Piñeiro *et al.* (2015) formularam um compósito de gesso virgem com resíduos de fibra de lãs minerais de rocha e de vidro. Segundo os pesquisadores os produtos comercializados de lã de rocha e lã mineral geram resíduos já na etapa de aplicabilidade do material. Para cada 1,44 Kg^m de lã de rocha ou de vidro com espessuras entre 50 mm, 60 mm e 80 mm são gerados em média entre 210 a 336 g por m² de resíduos acrescentam-se ainda os resíduos por reformas e demolições. Visando o aproveitamento do material, o estudo analisou as características dos resíduos de painéis comercializados da empresa Ursa Terra de Madri na Espanha tanto para os painéis de lã de rocha (norma UNE EN 13162) em rolo tal como da lã de vidro acartonado da Ursa Glasswool (norma UNE EN 13162). As fibras foram misturadas com o gesso virgem comercial adquirido da empresa PLACO (Placo Saint-Gobain) com a granulometria de até 0,2 mm. As fibras minerais foram esmagadas por dois minutos em potência 1500 W e 50780 Hz de frequência resultando em fibras de espessura de 5 mm e comprimento entre 10 mm e 30 mm.

A melhor combinação das proporções testadas trouxeram melhores resultados para 10% de fibra e 90% de gesso já que valores superiores apresentaram problemas na trabalhabilidade e aumento de ar. Sendo assim, estabeleceu-se uma comparação entre o compósito de fibra de rocha e fibra de vidro (resíduos) com o gesso virgem e gesso reciclado (tabela 2) nesta proporção:

TABELA 2: Resultados compósitos de gesso com resíduos de lã de rocha e vidro.

COMPÓSITO	Proporções		Resistência Flexão/MPa
	Aglutinante	Resíduo	
A	¹ Gesso virgem	Fibra de rocha reciclada ²	7,3
	90%	10%	
B	¹ Gesso virgem	Fibra de vidro reciclada ³	7,5
	90%	10%	
C	⁴ Gesso nacional virgem		4,4 a 10,5
D	⁵ Gesso reciclado		0,7 e 3,5 ⁶
E	⁶ Placa de gesso para forro		≥ 9,0
F	⁷ Placa mineral removível ou suspensa		≥ 1,5

¹PLACO; ²URSA TERRA; ³URSA GLASSWOOL; ⁴(CINCOTTO et al. 1988);⁵(SAVI, 2013; ERBS, 2015); ⁶NBR 16382 (ABNT, 2015); ⁷NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017).

Fonte: os autores

A melhor composição obtida foi com 10% de fibras de rocha e vidro apresentando resistência a de 7.308 MPa para a fibra de rocha e 7.522 MPa fibra de vidro. Ensaios realizados por Cincotto *et al.* (1988), em 15 marcas brasileiras de gesso apresentaram resistência à tração na flexão variantes entre 4,40 a 10,50 MPa. Comparando-se a fibra de rocha com a fibra de vidro aglutinadas pelo gesso, o melhor resultado à flexão foi para a fibra de vidro. Comparando-se as fibras minerais ao gesso nacional virgem e gesso reciclado traz resultados similares. Já para compor uma placa de gesso para forro encontra-se abaixo do mínimo exigido pela norma regulamentadora. Em contrapartida, atende a norma regulamentadora para placa mineral removível ou placa mineral suspensa. Entretanto, houve aumento da densidade em 6,75% com lã de rocha e 6,07% para a lã de vidro e a dureza da superfície aumentou em 10%.

A segunda publicação relevante Meddah *et al.* (2020) disponibilizou apenas o resumo do artigo científico que traz resíduos de borracha adicionados a compósitos à base de gesso pela mistura de areia de duna, gesso, partículas de borracha e água para a formação de uma argamassa. Constatou-se a diminuição da resistência mecânica e de peso do material, da taxa de absorção de água e melhora no isolamento do compósito.

Outro estudo de Agulló *et al.* (2006) analisou resíduos de celulose gerados na fabricação de papel para elementos não estruturais de um material compósito gesso-celulose. Formaram-se três misturas, M1, M2, M3. A composição das misturas foi: (Y40P60: 40% de gesso; 60% papel úmido polpa); mistura 2 (Y50P50: 50% de gesso; 50% papel úmido polpa); mistura 3 (Y60P40: 60% gesso por peso e 40% papel úmido polpa). Foram utilizados 3 métodos de preparação dos corpos de prova; 1) mistura de gesso com água para obter uma mistura homogênea, posteriormente adicionando a polpa de papel úmido; 2) mistura gesso com a polpa de papel úmida, e após a homogeneização da mistura, adição de água de mistura; 3) mistura de gesso com celulose de papel pré-seca e posterior adição de água de mistura. Outro fato testado foi dois métodos de preparação da fibra lignocelulose. O primeiro foi triturando a celulose com mistura com água (método 1) e a outra foi triturar a seco e depois adicionar a água (método 2).

O comportamento entre a pasta de papel combinadas com gesso não apresentaram dificuldades quanto ao comportamento dos materiais frescos e endurecidos, embora seja aconselhável secar a pasta de papel antes de utilizar, para realçar o aspecto mecânico e reológico. Notou-se que na presença da água este processo torna-se muito trabalhoso, percebeu-se durante a preparação dos corpos de prova a necessidade cortar a polpa da celulose ou quebrá-la e depois adicionar água para garantir que a mistura seja

razoavelmente homogênea, a fragmentação foi considerada indispensável. As composições revelaram os seguintes resultados em relação a resistência a flexão (tabela 3):

TABELA 3 - Resultados compósitos de gesso com resíduos de celulose

COMPÓSITO	Proporções		Resistência à Flexão MPa		
	Aglutinante	Resíduo	Método 1	Método 2	Método 3
A	Gesso virgem	Fibra de celulose	0,9	0,9	-
	40%	60%			
B	Gesso virgem	Fibra de celulose	0,9	1,0	3,1
	50%	50%			
C	Gesso virgem	Fibra de celulose	0,9	0,9	-
	60%	40%			
D	¹ Gesso nacional virgem		4,4 a 10,5		
E	² Gesso reciclado		0,7 e 3,5		
F	³ Placa de gesso para forro		≥ 9,0		
G	⁴ Placa mineral removível ou suspensa		≥ 1,5		

¹(CINCOTTO et al. 1988); ²(SAVI, 2013; ERBS, 2015); ³NBR 16382 (ABNT, 2015); ⁴NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017).

Fonte: os autores

Os melhores resultados são encontrados na mistura de 50% de gesso e 50% de resíduo de celulose apresentou resistência à flexão de cerca de 3 MPa com o método de preparação com a celulose pré-seca. Comparando-se com o gesso nacional virgem, os resultados foram inferiores. Em contrapartida, trouxe resultados similares ao gesso reciclado e atinge os valores normativos para possível aplicabilidade em placa mineral removível e suspensa. Contudo, essa composição não pode ser aplicada para placa de gesso por não atingir o mínimo $\geq 9,0$ MPa. Houve alto grau de deformabilidade do material em compressão uma vez que a quebra máxima a carga foi excedida. Em relação a densidade demonstrou-se que a secagem do material está ligada ao encolhimento (após 8 a 10 dias), demorando mais nas misturas com mais água e na quantidade de polpa na mistura e o processo de produção. Limitando-se a quantidade de água aumenta-se a força do compósito. Notou-se que esta formulação apresentou melhor homogeneidade pela qualidade da fibra seca da celulose.

Outras duas publicações sem disponibilidade de artigo completo de Faim *et al.* (2002) propôs um método para a reciclagem de resíduos de couro produzidos por curtumes, que pode ser utilizado na fabricação de isolantes para a construção civil. Os resultados são adequados para tetos falsos e outras aplicações, sendo muito promissores especialmente para aquelas onde a resistência ao fogo é crucial. A outra de Jikan *et al.*

(2013) fabricaram e caracterizam polipropileno preenchido com gesso reciclado de paris como carga. Os resultados demonstram que a porcentagem em peso do conteúdo de enchimento influencia muito a propriedade de tração com valores decrescentes de carga máxima e alongamento na ruptura, bem como o índice de fluxo de fusão. No entanto, o aumento da densidade do fundido com o aumento do teor de carga leva à melhoria dos valores de dureza de todas as amostras.

Geraldo *et al.* (2018) confeccionaram gesso (comercial - CGP e reciclado - RGP) e resíduos (cerâmica vermelha - RC e porcelana - PW) por carregamento-pressão. Os tijolos foram preparados com uma composição de massa sólida contendo 50% (em peso) de aglutinante, 50% (em peso) de resíduos e uma relação água/pó seco muito pequena (0,22). As amostras foram moldadas com pressão de carga uniaxial (10kN) antes dos tempos de presa. Notou-se que adição de resíduos resulta em tempo de pega mais longo. Comparando-se a adição de resíduos como gesso comercial resultou em menor resistência à compressão; no entanto, quando é usado gesso reciclado, amostras de referência apresentaram resultados semelhantes aos de resíduos. Foram inicialmente investigadas diferentes proporções da pasta e do resíduo concluindo por um corpo de prova de 50% de pasta de gesso virgem comercial e 50% de gesso reciclado (tabela 4):

TABELA 4 - Resultados compósitos de gesso com resíduos de tijolo e porcelana.

COMPÓSITO	Proporções		Resistência Flexão MPa
	Aglutinante	Resíduo	
A	Gesso virgem	Tijolo	9,31
	50%	50%	
B	Gesso virgem/ 100% (testada pelos autores)		6,07
C	Gesso	Porcelana	4,17
	50%	50%	
D	Gesso reciclado (testado pelos autores)		5,23
E	Gesso Reciclado	Tijolo	5,41
	50%	50%	
F	Gesso Reciclado	Porcelana	4,83
	50%	50%	
G	¹ Gesso nacional virgem		4,4 a 10,5
H	² Gesso reciclado		0,7 e 3,5
I	³ Placa de gesso para forro		≥ 9,0
J	⁴ Placa mineral removível ou suspensa		≥ 1,5

¹(CINCOTTO *et al.*, 1988); ²(SAVI, 2013; ERBS, 2015); ³NBR 16382 (ABNT, 2015); ⁴NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017).

Fonte: os autores

A proporção em partes iguais de gesso virgem e tijolo superam os valores de resistência a flexão da adição da porcelana ao gesso, do gesso virgem comparado pelos próprios pesquisadores como também o gesso reciclado e da placa de gesso removível e

suspensa. Pode-se afirmar que o compósito atende a normativa para placa de gesso para forro. Já a mesma proporção de gesso reciclado e tijolo apresentaram 5,41 MPa podendo ser aplicado em placa mineral removível ou placa mineral suspensa representando em material 100% aproveitado e reciclável. Outra possibilidade seria a testagem de um novo compósito para alavancar a resistência a flexão pela adição de maior percentual de partículas de cerâmica. Já o gesso virgem e porcelana em comparação com o gesso reciclado e porcelana apresentou menor resultado. Dessa maneira, a aplicabilidade de 100% de resíduos tornou-se viável e apresentou 4,83 MPa podendo ser confeccionados painéis minerais 100% reciclável. Uma possibilidade importante para a implementação da sustentabilidade na construção civil reduzindo o volume de dois resíduos destinados aos aterros.

Continuando com publicações relevantes Gómez (2020) adicionou fibras plásticas de polipropileno de lenços umedecidos não degradáveis reciclados com matriz de ligante de gesso. Formaram-se quatro diferentes misturas de gesso, correspondendo a percentagens de 2, 2,5, 3 e 3,5% em peso de fibras plásticas recicladas. A trabalhabilidade do gesso não foi alterada mantendo-se adição até 3,5%. Houve diminuição da densidade seca à medida que aumenta a taxa de fibras plásticas usadas nas misturas. Notou-se melhora nas propriedades mecânicas dos compósitos foi alcançada devido à incorporação de fibras de PP reciclado às blendas de gesso. Em relação à resistência à flexão, foi detectada uma melhora de até 19% (G/PP/2,5) em relação ao material de referência. Além disso, os compósitos produzidos apresentaram uma redução na resistência à compressão entre 43,79% e 62,76%. No entanto, todos os valores de resistência à compressão estão acima dos requisitos mínimos estabelecidos pela norma. Verificou-se uma adesão adequada entre o gesso e as fibras de PP recicladas por sua homogeneidade. Algumas aplicações possíveis do novo material podem ser a sua utilização como material de revestimento interior como forro de paredes e tetos de edifícios. Formaram-se quatro diferentes misturas de gesso, correspondendo a percentagens de 2, 2,5, 3 e 3,5% em peso de fibras plásticas recicladas.

A trabalhabilidade do gesso não foi alterada mantendo-se adição até 3,5%. Houve diminuição da densidade seca à medida que aumenta a taxa de fibras plásticas usadas nas misturas. Notou-se melhora nas propriedades mecânicas dos compósitos foi alcançada devido à incorporação de fibras de PP reciclado às blendas de gesso. Em relação à resistência à flexão, foi detectada uma melhora de até 19% (G/PP/2,5) em relação ao material de referência, tabela 5:

TABELA 5 - Resultados compósitos de gesso com fibras plásticas de polipropileno.

COMPÓSITO	Proporções		Resistência Flexão MPa ³
	Aglutinante	Resíduo	
A	Gesso virgem	Lenços umedecidos/Polipropileno	4,35
	88%	2%	
B	Gesso virgem	Lenços umedecidos/Polipropileno	4,45
	87,5%	2,5%	
C	Gesso virgem	Lenços umedecidos/Polipropileno	3,85
	87%	3%	
D	Gesso virgem	Lenços umedecidos/Polipropileno	3,42
	86,5%	3,5%	
E	¹ Gesso nacional virgem		4,4 a 10,5
F	² Gesso reciclado		0,7 e 3,5
G	³ Placa de gesso para forro		≥ 9,0
H	⁴ Placa mineral removível ou suspensa		≥ 1,5

¹(CINCOTTO et al. 1988); ²(SAVI, 2013; ERBS, 2015); ³NBR 16382 (ABNT, 2015); ⁴NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017).

Fonte: os autores

As proporções com melhores resultados em relação a flexão foram com a adição de 2,5% de fibras plásticas oriundas dos resíduos de lenços umedecidos podendo ser aplicada em placas minerais removível ou suspensa. Contudo não contempla a normativa mínima para placa de gesso para forro. A densidade foi reduzida à medida que a taxa de fibras plásticas utilizadas nas misturas aumenta. Em relação a compressão a flexão foi detectada uma melhora de até 19% em relação ao material de referência. Entretanto, os compósitos produzidos apresentaram redução na força compressiva entre 43,79% e 62,76%. No entanto, todos os valores de força compressiva estão acima dos requisitos mínimos exigidos por padrão. Verificou-se uma adesão adequada entre o gesso e as fibras de polipropileno recicladas por sua homogeneidade.

Outro estudo relevante de acesso restrito de Rodríguez-Orejón et al. (2014) analisaram a utilização de resíduos de gesso laminado moído e queimado (BLG) misturados com gesso espesso (TG). De todas as misturas estudadas, a que obteve os melhores resultados foi a TG + 5% BLG1.25 que forma um material de maior dureza e resistência adequados para a utilização na construção (tanto como rebocos como elementos pré-fabricados) permitindo uma redução do consumo de recursos naturais.

Continuando com as publicações relevantes; De Carvalho *et al.* (2020) formou um compósito proposto resultante da mistura de caule de girassol, gesso, água e benzoato de sódio como inibidor de fungos. Compósitos de diferentes tamanhos de partículas de caule

de girassol foram submetidos a tubos de impedância e testes de tensão. Diferentes peneiras de malha com tamanhos de 1,18 mm, 2,36 mm, 4,75 mm e 6,30 mm foram utilizadas para padronizar o material processado. O desempenho acústico das amostras foi avaliado em um tubo de impedância conforme ISO, 10534-2, onde frequências na faixa de 100 Hz a 6400 Hz foram testadas com tubo de diâmetro de 28 mm. 5. Os testes que revelaram dentre os compósitos formulados, o de menor tamanho de partícula obteve o maior coeficiente de absorção de som de 0,8293. Em relação a resistência a flexão (tabela 6):

TABELA 6 - Resultados compósitos de gesso com talo de girassol

COMPÓSITO	Proporções		Resistência Flexão Mpa ³
	Aglutinante	Resíduo	
A	Gesso virgem	Talo de girassol	6,9
	49,2%	9,7%	
	Benzoato de Potássio	Água	
	2%	41%	
G	¹ Gesso nacional virgem		4,4 a 10,5
H	² Gesso reciclado		0,7 e 3,5
I	³ Placa de gesso para forro		≥ 9,0
J	⁴ Placa mineral removível ou suspensa		≥ 1,5

¹(CINCOTTO et al. 1988); ²(SAVI, 2013; ERBS, 2015); ³NBR 16382 (ABNT, 2015); ⁴NBR 16497 (ABNT, 2016); NBR 16654 (ABNT, 2017).

Fonte: os autores

As amostras foram submetidas a ensaios de tensões mecânicas por meio de um ensaio de flexão em três pontos também em esquema triplo, seguindo a norma brasileira ABNT NBR 13279: 2005. A resistência à flexão de 0,69 MPa foi encontrada para o compósito A. Esse resultado supera o gesso reciclado e pode ser usado como placa mineral removível ou suspensa. Já para a placa de gesso para forro, uma possibilidade seria estudar nova composição com partículas menores em menor percentual de fibras lignocelulósicas.

Outro fato observado pelos pesquisadores trata-se do custo de fabricação do composto renovável estimado em 67% menor do que o observado com materiais comerciais. A avaliação ambiental foi considerada positiva, atendeu aos requisitos de produção mais limpa e contribuiu para o estudo do desenvolvimento de compósitos a partir de materiais renováveis. No ensaio do tubo de impedância, o compósito com menor tamanho de partícula obteve valor médio do coeficiente de absorção acústica de 0,8293, destacando-se entre outros materiais com espessura semelhante à encontrada na literatura. No ensaio de flexão obteve-se o limite médio de tensões de 0,69 MPa, semelhante aos

painéis comerciais de gesso-fibra de vidro e razoável considerando a característica não estrutural desses módulos isolantes. Relativamente à análise econômica do composto renovável o seu custo foi encontrado em cerca de 67% do observado para os painéis comerciais, apesar dos pressupostos de custo e lucro apontados nas estimativas.

Na avaliação de impacto ambiental, todas as etapas de sua fabricação seguiram o esquema de produção mais limpa, aproveitando um resíduo da agricultura para propor uma inovação sustentável com baixo consumo de energia. É viável para aplicações na construção civil e também no ambiente industrial onde não são necessários fins estruturais. Entretanto, condiciona-se a melhora do alinhamento dos grãos para melhor desempenho acústico.

Os diferentes resíduos e proporções trouxeram um campo importante de combinações e resultados quanto a resistência à flexão. Sendo assim, tece-se uma comparação final entre as composições, tabela 7.

TABELA 7 - Comparativo de melhores performances de compósitos por relevância

RESÍDUO	Proporções		Resistência Flexão/MPa
	Aglutinante	Resíduo	
1 Lã de rocha	Gesso virgem	Fibra de rocha	7,3
	90%	10%	
2 Lã de vidro	Gesso virgem	Fibra de vidro	7,5
	90%	10%	
3 Celulose	Gesso virgem	Fibra de celulose	3,1
	50%	50%	
4 Cerâmica	Gesso virgem	Tijolo	9,3
	50%	50%	
5 Porcelana	Gesso reciclado	Porcelana	4,8
	50%	50%	
6 Polipropileno	Gesso virgem	Polipropileno/Lenços umedecidos	4,3
	88%	2%	
7 Talo de girassol	Gesso virgem	Talo de girassol	6,9
	49,2%	9,7%	
	Benzoato de Potássio	Água	
	2%	41%	
	92,5%	7,5%	

Fonte: os autores

Destacam-se por maiores valores de flexão na sequência os seguintes resíduos adicionados ao gesso: a Cerâmica (9,3 MPa), a lã de vidro (7,5 MPa); a lã de rocha (7,3 MPa); o talo de girassol (6,9 MPa); porcelana (4,8 MPa); polipropileno (4,3 MPa); celulose (3,1 MPa). Todas as composições testadas demonstram possibilidades em aplicações para placa de forro mineral removível ou suspensa. Já para a placa de gesso

para forro destacou-se o atendimento a norma regulamentadora a composição de 50% de gesso e 50% de resíduos de tijolo (cerâmica).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As proporções dos compósitos variaram de acordo com a composição testada, sendo que as mais promissoras não ultrapassaram de 50% de proporção nos materiais reciclados, com exceção ao compósito de gesso reciclado e resíduo de tijolo e porcelana, sendo estas possibilidades de composição 100% verde para possível aplicabilidade em placas de forro mineral removível ou suspensa.

Para a possível aplicabilidade em placas de gesso para forro somente a composição de 50% de gesso virgem e 50% de resíduo cerâmico, proveniente de partículas de tijolo triturada, atenderam à normatização para o ensaio de resistência à flexão.

Composições de gesso virgem e gesso reciclado apresentaram resultados semelhantes, confirmando a manutenção das propriedades químicas do gesso reciclado.

Há vasto potencial da reciclagem de resíduos da construção civil para ser uma solução industrial possível para a engenharia na produção de novos produtos e minimização dos impactos ambientais gerados pelo setor.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Relatório de resíduos sólidos no Brasil 2018-2019. Disponível em: www.abrelpe.com.br. Acesso em 10/08/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16382: **Gesso para placa de gesso para forro - requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 12128. **Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas da pasta**. Rio de Janeiro. 1991.

_____. NBR 12129. **Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas**. Rio de Janeiro. 1991.

_____. NBR 12775: **Placas lisas de gesso para forro – Determinação das dimensões e propriedades físicas**. Rio de Janeiro. 1992.

_____. NBR 13207: **Gesso para construção civil**. Rio de Janeiro. 1994; 2017.

_____. NBR 13867: **Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso – materiais, preparo, aplicação e acabamento - procedimento**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 14.715: **Chapas de gesso acartonado - requisitos**: Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR 14.717: **Chapas de gesso acartonado - verificação das características físicas**: Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR 16.497: **placa mineral removível ou modular - requisitos**: Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 16.654: **placa mineralizada de gesso para forro removível modular suspenso – procedimento**.

AGULLÓ, L., AGUADO, A., GARCIA, T. Study of the use of paper manufacturing waste in plaster composite mixtures. **Building and Environment**, 2006, 41(6), pp. 821-827

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, V. M. O Conceito de Tempo Útil das Pastas de Gesso. São Paulo: **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 2000. Boletim técnico.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011**, que altera o artigo 3º da Resolução nº 307. 2011. Diário Oficial altera o artigo 3º da Resolução nº 307. 2011. Diário Oficial da União, n. 96, de 25 de maio de 2011, p. 123.

CINCOTTO, M.A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554.

CORDON, H.C.F., CAGNONI, F.C., FERREIRA, F.F. Comparison of physical and mechanical properties of civil construction plaster and recycled waste gypsum from São Paulo, Brazil. **Journal of Building Engineering**, 2019, 22, pp. 504-512

CAMARINI, G., DOS SANTOS LIMA, K.D., PINHEIRO, S.M.M. Investigation on gypsum plaster waste recycling: An eco-friendly material. **Green Materials**, 2016, 3(4) 9

CAMARINI, G., PINTO, M.C.C., MOURA, A.G.D., MANZO, N.R. Effect of citric acid on properties of recycled gypsum plaster to building components. **Construction and Building Materials**, 2016, 124, pp. 383-390

DE CARVALHO, P.S., NORA, M.D., DA ROSA, L.C.B Development of an acoustic absorbing material based on sunflower residue following the cleaner production techniques. **Journal of Cleaner Production**, 2020, 270,122478

DE MORAES ROSSETTO, J.R., CORREIA, L.S., GERALDO, R.H., CAMARINI, G. Gypsum plaster waste recycling: Analysis of calcination time. **Key Engineering Materials**, 2016, 668, pp. 312-321

DEL RÍO MERINO, M., SORRENTINO, M., TORRE, C.M., VILLORIA-SÁEZ, P. Performance evaluation of waste materials in construction for sustainability. **Lecture Notes in Computer Science** (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2018, 10962 LNCS, pp. 69-83

DEL RÍO MERINO, M., ASTORQUI, J.S.C., SÁEZ, P.V., (...), SÁNCHEZ, A.R., AMORES, C.P. Valorization of building retrofitting waste as alternative materials in gypsums. **Open Construction and Building Technology Journal**, 2017, 11, pp. 334-342

DE MORAES ROSSETTO, J.R., CORREIA, L.S., GERALDO, R.H., CAMARINI, G. Gypsum plaster waste recycling: Analysis of calcination time. **Key Engineering Materials**, 2016, 668, pp. 312-321

ERBS, A., NAGALLI, A., QUERNE DE CARVALHO, K., (...). Passig, F.H., Mazer, W. Properties of recycled gypsum from gypsum plasterboards and commercial gypsum throughout recycling cycles. **Journal of Cleaner Production**, 2018, 183, pp. 1314-1322

FAIM, P.C.F.J., FERREIRA, J.M.F. Fabrication of new building materials from leather residues agglomerated with recycled plaster. **Key Engineering Materials**, 230-232, pp. 428-431, 2002.

JIKAN, S.S., ARSHAT, I.M., BADARULZAMAN, N.A. Melt flow and mechanical properties of Polypropylene/recycled plaster of Paris. **Applied Mechanics and Materials**, 315, pp. 905-908, 2013

GERALDO, R.H., SOUZA, J.D., CAMPOS, S.C., FERNANDES, L.F.R., CAMARINI, G. Pressured recycled gypsum plaster and wastes: Characteristics of eco-friendly building components. **Construction and Building Materials**, 2018, 191, pp. 136-144.

GERALDO, R.H., PINHEIRO, S.M.M., SILVA, J.S., (...), GONÇALVES, J.P., CAMARINI, G. Gypsum plaster waste recycling: A potential environmental and industrial solution. **Journal of Cleaner Production**, 2017, 164, pp. 288-300

GEDWEB. Sistema de Gestão e Normas e Documentos Regulatórios. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/>. Acesso em 25/11/2020.

HENDGES, Silvio. Resíduos Sólidos de Gesso. **Ecodebate**. Disponível em: www.ecodebate.com.br. Acesso em 01/05/2020.

IEA. Energy Technology Perspectives 2016. **Paris: International Energy Agency**, 2016.

PLACO, "Placo Saint-Gobain", 2015.

IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. FIELD, C. B. et al. (eds.). Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014. 1132 p.

MEDDAH, A., LAOUBI, H., BEDERINA, M. Effectiveness of using rubber waste as aggregates for improving thermal performance of plaster-based composites. **Innovative Infrastructure Solutions**, 5(2), 61, 2020

UNE. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación. Disponível em <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0051626>. Acesso em 20/11/2020.

ONU, 2010. PNUD. Agenda 2030. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://pnud.un.org> Acesso em: Set. 2020.

ONU, 2018: **Pacto Global**. Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/onu-anuncia-pacto-global-de-midia-para-conscientizar-sobre-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/Organização das Nações>. Acesso em ago. 2020

PEDREÑO-ROJAS, M.A., FLORES-COLEN, I., DE BRITO, J., RODRÍGUEZ-LIÑÁN, C. Influence of the heating process on the use of gypsum wastes in plasters: Mechanical, thermal and environmental analysis. **Journal of Cleaner Production**, 2019, 215, pp. 444-457

PEDREÑO-ROJAS, M.A., Morales-Conde, M.J., Pérez-Gálvez, F., Rodríguez-Liñán, C. Eco-efficient acoustic and thermal conditioning using false ceiling plates made from plaster and wood waste, 2017, **Journal of Cleaner Production**, 166, pp. 690-705

PEDREÑO-ROJAS, A. M., Rodriguez-Linan, C., Jesus Morales-Conde, M., (...), Rubio-De-Hita, P., Isabel Romero-Gomez, M. Influence of wood and plastic waste as aggregates in gypsum plasters, 2019, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 603(3),032032

PEDREÑO-ROJAS, M.A., Morales-Conde, M.J., Pérez-Gálvez, F., Rubio-de-Hita, P. Reuse of CD and DVD wastes as reinforcement in gypsum plaster plates, 2020, **Materials** 13(4),989

PETERSEN, Kai, FELDT, Robert; MUJTABA, Shahid; MATTSSON, Michael. Systematic Mapping Studies in Software Engineering School of Engineering. **Blekinge Institute of Technology**, Sweden, 2010

PINHEIRO, SMM. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes**. Tese (doutorado), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP: [s.n.], 2011.

RODRÍGUEZ-OREJÓN, A.; DEL-MERINO; M., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, F. (2014) Characterization mixtures of thick gypsum with addition of treated waste from laminated plasterboards. **Mater. Construcc.** 64 [314], 1-7. <https://doi.org/10.3989/mc.2014.03413>

PEDREÑO-ROJAS, M.A., FLORES-COLEN, I., DE BRITO, J., RODRÍGUEZ-LIÑÁN, C. Influence of the heating process on the use of gypsum wastes in plasters: Mechanical, thermal and environmental analysis. **Journal of Cleaner Production**, 2019, 215, pp. 444-457

PIÑEIRO, S.R., DEL RÍO MERINO, M., Pérez García, C. New Plaster Composite with Mineral Wool Fibres from CDW Recycling. **Advances in Materials Science and Engineering**, 2015, 2015,854192

RODRÍGUEZ-OREJÓN, A., DEL RÍO-MERINO, M., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, F. Characterization mixtures of thick gypsum with addition of treated waste from laminated plasterboards. **Materiales de Construcción**, 64(314), e018, 2014

ROMERO-GÓMEZ, M.I., PEDREÑO-ROJAS, M.A., PÉREZ-GÁLVEZ, F., RUBIO-DE-HITA, P. Characterization of gypsum composites with polypropylene fibers from non-degradable wet wipes. **Journal of Building Engineering**, 2020, 101874

SAVI, O. "Produção de placas de forro com a reciclagem do gesso", IX Enc. Tecnol. Eng. Civil e Arquit., Maringá, PR (2013).

SPÄRCK JONES, Karen "A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval". **Journal of Documentation**, 28 (1): 11-21, 1972, doi: 10.1108/eb026526.

URSA, Painel de ficha técnica Mur P1281.

URSA, (s.f.), Ficha Técnica Ursa Terra-R.