

RESÍDUOS DE GESSO DE CONSTRUÇÃO: GERAÇÃO E RECICLAGEM

CONSTRUCTION PLASTER WASTE: GENERATION AND RECYCLING

Rita Estela Salino ¹

André Nagalli ²

Roger Francisco Ferreira de Campos³

Rodrigo Eduardo Catai⁴

RESUMO

Reciclar o gesso provindo do RCC e propor novas aplicabilidades são desafios da sustentabilidade no setor. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o panorama da geração e reciclagem dos resíduos de gesso da construção civil. Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se a revisão bibliográfica narrativa, por meio do método dedutivo, obtendo uma abordagem qualitativa sobre a geração e reciclagem dos resíduos de gesso da construção civil. Destacam-se estudos recentes da reciclagem de 100% da placa de gesso e a reciclagem de materiais de construção em residências reduzindo em 20% de extração de recursos naturais. Mediante análise verificou-se a ausência de estudos que quantifiquem os resíduos de gesso gerados em edificações, como também do desenvolvimento de metodologias específicas na construção civil voltados para o processo de reaproveitamento do resíduo. Sendo assim, conclui-se que não existem muito estudo voltados para a quantificação dos resíduos, como também existe a necessidade do desenvolvimento de métodos relacionados com os processos de reciclagem dos resíduos de gesso.

¹ Graduada em Secretariado Executivo e Administração, mestre em Desenvolvimento Territorial Sustentável pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: ritasalino@yahoo.com.br.

² Engenheiro Civil, mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), doutor em Geologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e é docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: nagalli@utfpr.edu.br.

³ Engenheiro Ambiental e Sanitarista, mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e é docente da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). E-mail: roger@uniarp.edu.br.

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica, doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). E-mail: catai@utfpr.edu.br.

Palavras-Chave: Resíduos de gesso, gesso reciclado, resíduos da construção civil, gesso, sustentabilidade.

ABSTRACT

Recycling gypsum from civil construction waste and proposing new applications are sustainability challenges in the sector. Therefore, the present work aims to analyze the panorama of the generation and recycling of gypsum waste from civil construction. For the development of the study, a narrative bibliographic review was used, through the deductive method, obtaining a qualitative approach on the generation and recycling of gypsum waste from civil construction. Recent studies on the recycling of 100% of gypsum board and the recycling of construction materials in homes, reducing the extraction of natural resources by 20%, stand out. Through analysis, it was verified the absence of studies that quantify the gypsum residues generated in buildings, as well as the development of specific methodologies in civil construction aimed at the process of reuse of the residue. Therefore, it is concluded that there are not many studies aimed at the quantification of waste, as there is also a need to develop methods related to the recycling processes of gypsum waste.

Keywords: Plaster waste, recycled plaster, civil construction waste, plaster, sustainability.

INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050, dois terços da população mundial viverão nas cidades. Esse novo estilo de viver demanda um consumo imenso de energia por produtos e serviços. Em 2013 as cidades já contabilizavam 67% da demanda primária de energia e 70% das emissões de CO₂ oriundas do setor energético (IEA, 2016). O setor da construção civil também denominado “edificações” é responsável por 32% do uso final de energia e 18,4% das emissões globais (IPCC, 2015) e consome 25% da água global, 40% dos recursos globais e é responsável por 1/3 das emissões de gases de efeito estufa de todo o planeta (PNUMA, 2010).

Os edifícios e estruturas resultantes geram resíduos durante a construção, operação e demolição e emitem substâncias potencialmente nocivas. O desafio do setor é diminuir a emissão de carbono, reduzir o consumo de recursos naturais e a

contaminação dos materiais provindos das edificações. Uma das ações norteadoras para o segmento é escolha de materiais de construção de menor consumo de energia e emissões tanto pela melhoria da eficiência da produção, montagem e desmontagem com também dos recursos que podem ser orientados pelo ciclo de vida e pela economia circular comprometendo-se com a sustentabilidade ambiental e urbana (BARAN et al., 2021).

A construção ecoeficiente emergiu para o reaproveitamento ou reciclagem de resíduos, almejando produzir materiais de construção com potencial de evitar o descarte incorreto, diminuir o volume de resíduos em aterros sanitários e reduzir a extração de recursos naturais que esgotam o meio ambiente (TOLOSA et al., 2021). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo de analisar o panorama da geração e reciclagem dos resíduos de gesso da construção civil. As informações a serem coletadas poderão apontar as preocupações na temática, como também nortear novas investigações, contribuindo para novas pesquisas.

METODOLOGIA

O presente estudo, funda-se na base bibliográfica, relacionando a modalidade de revisão da literatura narrativa, acerca da geração e reciclagem dos resíduos de gesso da construção civil. Portanto, a presente pesquisa será levada a efeito, tomando como pressuposto o método dedutivo, o que para Diniz e Silva (2008, p. 06) é o “[...] parte das teorias e leis consideradas gerais e universais buscando explicar a ocorrência de fenômenos particulares. O exercício metódico da dedução parte de enunciados gerais (leis universais) que supostos constituem as premissas do pensamento racional e deduzidas chegam a conclusões [...]”, obtendo uma abordagem qualitativa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

GERAÇÃO E RECICLAGEM DO GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Tabela 1 apresenta alguns avanços relevantes sobre a geração e reciclagem do gesso na construção civil.

Tabela 1 – Avanços relevantes a geração e reciclagem do gesso.

FONTE	CLASSIFICAÇÃO	RESULTADOS
Resíduos de gesso de obras de São Paulo	Propriedades <i>Comparação gesso comum e gesso reciclado</i>	Densidade e densidade aparente diminuíram por aumento reciclagem, já o tempo ajuste e a força compressiva aumentou (CORDON et al., 2019).
Resíduos de lâ de rocha de obras	Compósito	Lã de rocha com diferentes porcentagens de combinações entre água/gesso. Apresentou um reforço para o gesso (PIÑEIRO et al., 2015).
Reciclagem dos resíduos da construção	Gestão	Sistema de avaliação da reciclagem de subprodutos de vidro plano e gesso cartonado, considerando: 1. Fluxograma; 2. Estimativa ambiental e efeitos econômicos; 3. Análise de sistemas de reciclagem de vidros planos e placas de gesso das partes interessadas (SEIKE; ISOBE, 2013).
Gesso reciclado	Propriedades <i>Comparação</i>	Semelhante entre gesso comercial e reciclado (CAMARINI et al., 2013).
Gesso reciclado	Propriedades <i>Comparação</i>	Reciclagem não altera a composição química do gesso comparada ao gesso comercial. As propriedades físicas sim: a densidade aparente e tempo de prega devido à mudança no tamanho do grão. O desempenho mecânico bom com resultados semelhantes em idades mais longas (GERALDO et al., 2017).
Resíduos de madeira (serragem) e resíduos plásticos	Compósito <i>adições (5, 10, 20 e 40%) para cada tipo de resíduo</i>	Leves, melhoria na condutividade térmica, diminuição nas propriedades mecânicas dos compósitos, com maiores porcentagens de adições. Resistência flexão e compressão aceitável (PEDRENO-ROJAS et al., 2019).
Resíduos industriais placas de gesso e gesso de desulfurização	Propriedades	Substituição de 100% do gesso comercial por resíduos de gesso da produção industrial de gesso cartonado sem qualquer tratamento térmico, mantendo um bom desempenho. Ligeira melhoria na densidade, propriedades mecânicas e condutividade térmica do gesso (PEDREÑO-ROJAS, 2019).
Resíduos de celulose	Compósito	Viabilidade, embora o estado natural do material residual utilizado, com alto teor de água e extensa aglomeração, recomenda-se o tratamento prévio (CORINALDESI, 2015).

Resíduos de gesso de construção e demolição (PW)	Compósito Aplicabilidade <i>Aterramento</i>	A mistura 70% de cinzas de carvão, 15% de solo arenoso e 15% gesso aumentou a condutividade elétrica do solo de 0,065 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ para 2792 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Potencial de substituição dos produtos comerciais (PEDROZA et al., 2020).
Resíduos gesso reciclado	Propriedades	Os resultados mostram semelhanças entre cristais reciclados e comerciais (CAMARINI et al. 2014).

As pesquisas sobre as propriedades físicas, químicas e mecânicas apresentam a análise do gesso reciclado em comparação com o gesso comercial. Em relação ao desempenho térmico há semelhança com o gesso comercial (CAMARINI; PINHEIRO, 2013), como também os cristais (CAMARINI et al., 2014), tal como a composição química do gesso (GERALDO et al., 2017). Já em relação às propriedades físicas ocorrem algumas alterações, como a densidade revelando uma diminuição com o aumento do teor de reciclagem gesso. Em contrapartida o tempo de ajuste, o conteúdo da água para a consistência normal e a força compressiva aumentam (CORDON et al., 2019). Para Geraldo et al., (2017) os tempos de presa foram menores devido à mudança no tamanho do grão com o processo de reciclagem, entretanto o desempenho mecânico foi bom com resultados semelhantes em idades mais longas.

Novos compósitos foram testados com lã de rocha proveniente de desperdícios em obras da construção civil (ROMANIEGA PIÑEIRO et al., 2014), trazendo um reforço para a matriz de gesso, madeira (serragem) e resíduos plásticos melhorando a condutividade térmica. Segundo Pedreno-Rojas et al., (2019) e mantendo a resistência à flexão e compressão. Como também de maneira similar, Corinaldesi (2015) testou resíduo de celulose que mesmo com alto teor de água apresentou resultados positivos, entretanto recomenda-se o tratamento prévio.

Destaca-se uma nova aplicabilidade para o aterramento conforme Pedroza et al., (2020) no controle da condutividade elétrica dos solos inserindo o gesso como alternativa de reciclagem com cinzas de carvão e solo arenoso. Inclui-se ainda com relevância um estudo destacando a gestão por meio de um sistema de avaliação da reciclagem envolvendo partes interessadas, visto que segundo Seike e

Isobe (2013) a criação de um fluxograma de materiais nesse caso do vidro plano e gesso acartonado, a estimativa ambiental e efeitos econômicos, a análise de sistemas de reciclagem trazem vantagens para a compreensão e eficiência na gestão das partes interessadas.

A Tabela 2 apresenta algumas utilizações do gesso, de acordo com os estudos realizados.

Tabela 2 - Avanços relevantes a geração e reciclagem do gesso.

FONTE	CLASSIFICAÇÃO	RESULTADOS
Resíduos de gesso beta reciclável	Equipamento	Forno contínuo com elemento helicoidal móvel em escala de bancada. A capacidade do equipamento de produzir gesso beta reciclável foi testada e confirmada por Microscopia Eletrônica de Varredura dos cristais de gesso (MENDONÇA et al., 2016).
Resíduos de construção e demolição	Aplicabilidade	Gesso, materiais anidros, madeira e plásticos encontrados no concreto afetaram adversamente a resistência dos agregados de entulho de concreto (HENDRIKS et al., 2001).
Resíduos de gesso da produção industrial de placas de gesso	Compósito gesso com dessulfurização de gases de combustão (FGD)	Maior quantidade de água na produção, mas boa trabalhabilidade. Inviabilidade do uso de FGD não aquecido como constituinte dos gessos. Bom desempenho quando o pó foi submetido a um processo de aquecimento a 180 ° C durante 6 h (PEDREÑO-ROJAS et al., 2019).
Resíduo de casca biológica de resíduos de avicultura e aquicultura.	Compósito bioenchimento em gesso	Pó de casca do ovo, concha, vieira e osso de choco foram usados como substitutos para o aglutinante de gesso em diferentes proporções (2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% e 15%) em peso. Melhorou propriedades mecânicas, desempenho térmico e notável resistência à absorção de água. Uma melhoria considerável na estrutura de poros com microestrutura bem refinada e compacta (SAKTHIESWARAN et al., 2019).
Resíduos plásticos e vidros	Compósito	1 e 2 % para fibra plástica e 5 e 10 % de pó de vidro. Aumento dos valores de flexão, melhora na densidade pela fibra de vidro comparando em referência ao gesso (SALIM et al., 2019).
Resíduo de pó cerâmico	Compósito	Aumento das propriedades mecânicas dos gessos com o aumento da dosagem de pó cerâmico. Isolamento

térmico melhorado e a difusão do vapor de água dos gessos com pó cerâmico aumenta (VEJMELKOVÁ, 2014)

Resíduos de borracha	Compósito	A resistência mecânica diminuiu com o aumento de borracha tal como o peso do material, absorção de água e isolamento do compósito. Abaixo de 50% da borracha resultados experimentais de condutividade térmica (MEDDAH et al., 2020).
Reciclagem de resíduos de gesso	Propriedades	Resultados satisfatórios quando comparados ao gesso comercial. Falta de trabalhabilidade dessas pastas indicando que é necessário um aditivo para ajustar esta propriedade do material reciclado (ROSSETTO et al., 2016).

Dando continuidade na segunda parte de estudos relevantes observou-se a pesquisa sobre o equipamento para calcinação (MENDONÇA et al. 2016). Destacam-se seis compósitos tanto com a adição de resíduos (cascas, borracha, pó cerâmico) tal como com resíduos de gesso reciclado indicando as propriedades físicas, mecânicas e químicas (PEDREÑO-ROJAS et al., 2020; SAKTHIESWARAN et al., 2019; SALIM et al., 2019; VEJMELKOVÁ et al., 2019; ROSSETTO et al., 2016). Outra análise refere-se a sugestão de aplicabilidade adicionada ao gesso com assentamentos sólidos, proteção de margens, áreas de aterro e elevação, construção de estradas e barreiras acústicas e aterros (HENDRIKS et al., 2001). Por isso, este estudo analisa o potencial de reutilização de resíduos de gesso como material estabilizador para projetos de terraplenagem, especialmente para solo orgânico de argila macia (AHMED et al., 2018). A Tabela 3 apresenta alguns processos de reciclagem do gesso da construção civil.

Tabela 3 - Avanços relevantes a geração e reciclagem do gesso.

FONTE	CLASSIFICAÇÃO	RESULTADOS
Resíduos de placas de gesso (folhas de papel e gesso)	Aplicabilidade <i>Placa de gesso reciclada</i>	Obteve-se 3,09 MPa e 2,62 MPa, de força flexural longitudinal e transversal. Atingiu 0,016 m em dureza superficial. A resistência à compressão axial desta folha reciclada foi de 14,37 MPa. Requisitos físicos e mecânicos atendem normas técnicas brasileiras (ERBS et al., 2021).

Resíduos de cabos plásticos reciclados	Compósito Aplicabilidade <i>Placas de gesso</i>	Aumento significativo na elasticidade das placas com resíduos plásticos (fissuração limitada), cumprimento do valor mínimo de resistência à flexão, ligeira melhoria condutividade térmica (menor demanda de energia) e conforto superficial (condensação reduzida e maior aderência (VIDALES-BARRIGUETE et al., 2021).
Resíduos de fibras de cânhamo não industrial (cannabis sativa L.)	Compósito <i>fibras (MHFs) proporções de substituição de peso: 0, 2, 4 e 6%</i>	A incorporação de 6% em peso de MHFs reduziu a densidade, melhorou o isolamento térmico e diminuiu calor em 24,5%, 31,3% e 8,5%, comparado ao gesso sem fibras. A adição de 2% em peso de MHFs melhores resultados térmicos. O gesso cartonado marroquino de 40 mm (MHP) tem um potencial considerável para reduzir o consumo de energia no verão (CHARAI et al., 2021).
Continua...		
Continuação...		
Resíduos de rebocos FGD (dessefuração dos gases)	Impacto ambiental <i>Gesso natural</i>	O uso total de fontes de energia primária renováveis é muito maior do que em gesso à base de gesso natural como também valor muito maior do uso total de recursos energéticos primários não renováveis (PENRT) do que produtos baseados no gesso FGD (BARAN et al., 2021).
Resíduos de concreto aerado autoclavado	Compósito	Substituição parcial do gesso em até 30%. A adição de resíduos não altera significativamente a porosidade do gesso (LUCOLANO et al., 2021).
Resíduos de Papeis cinzas/WPA) pó madeira não tratada (UWD) e pó madeira tratada (TWD)	Aplicabilidade <i>Painéis de teto</i>	36,7 % do WPA e 25,0 % do TWD apresentou isolamento térmico sobre a amostra de P.O.P pura tenha sido observada no caso de amostras desenvolvidas com o UWD, verificou-se que a proporção de cada material de enchimento incorporado na matriz pode ser ajustada para alcançar o melhor desempenho (ROBERT et al., 2021).
Resíduos de Lama de cal (LM)	Compósito proporções de 5, 15 e 25%, testada após	A densidade foi reduzida de gesso (1244,9 kg/m ³) para G/LM25 (1132,1 kg/m ³) em 21 dias. A força flexural do gesso foi de 5,7 MPa em comparação com

	7, 14 e 21 dias	5,4 MPa para G/LM5 (LM em 5%), sendo este último uma redução de apenas 5,3% em relação ao primeiro. Mesmo com a incorporação de 25% do LM, apresentaram resistência mecânica acima das recomendações internacionais (TOLOSA et al., 2021)
Resíduos fibras de lenços umedecidos não degradáveis	Compósito <i>2, 2,5, 3 e 3,5% peso de fibras polipropileno</i> Aplicabilidade <i>Parede e teto</i>	A melhoria nas propriedades mecânicas dos novos compósitos representa uma das conquistas mais notáveis do estudo. Foi alcançado um aumento de força flexural de 19% para misturas com 2,5% de fibras PP recicladas em comparação com a amostra de referência (ROMERO-GÓMEZ et al., 2021).
Ciclo de materiais de construção residenciais na França	Gestão <i>Redução de agregados naturais</i>	Com a gestão de estoque de resíduos gerados e reciclados do setor e fluxos de materiais consumidos, foi obtido uma redução média na extração agregada natural regional de 20% em novas moradias incluindo: concreto, concreto de bloco, pedra, tijolos sólidos e blocos de argila assada, telhas, argamassa, mineral gesso, vidro, areia e asfalto (TAZI et al., 2021).

As últimas pesquisas destacam a reciclagem total das placas gesso (gesso acartonado) incluindo o papel cartão de placas de gesso acartonado (ERBS et al., 2021). Outro viés refere-se à inserção de outros resíduos ao gesso alguns provindo da construção civil como cabos plásticos (VIDALES-BARRIGUETE et al., 2021); concreto aerado (LUCOLANO et al., 2021), madeira, papel (ROBERT et al., 2021) e lama de cal (TOLOSA et al., 2021); da agricultura pelas fibras de cânhamo (CHARAI et al., 2021) e da indústria por fibras de lenços umedecidos (ROMERO-GÓMEZ et al., 2021).

A aplicabilidade indicada dos compósitos testados insere-se nas paredes e tetos internos e no aterramento. Já em relação a preocupação do impacto ambiental destaca-se a pesquisa considerando principalmente os recursos primários renováveis e recursos energéticos primários não renováveis (BARAN et al., 2021). Outro olhar condiz análise da gestão dos resíduos pelo fluxograma de materiais (TAZI et al., 2021) e a reinserção no ambiente residencial por uma análise experimental de reciclagem e reduzindo em 20% a extração de novos recursos

naturais.

Em relação à geração dos resíduos Pedreño-Rojas (2019) afirma que o setor da construção consome 95% da produção total de gesso devido às suas múltiplas aplicações. A reciclagem de resíduos de gesso resolve um importante problema ambiental da utilização do gesso, que é a geração de grandes quantidades de resíduos em diferentes fases (produção, construção, reabilitação e demolição), visto que o material é tóxico ao produzir o dióxido de enxofre quando decomposto. As possibilidades de minimizar o impacto ambiental, portanto, são a redução da geração do resíduo, a reutilização e a reciclagem (PINHEIRO, 2011).

Nas publicações analisadas não foram encontradas metodologias de quantificação dos resíduos como também soluções para a logística reversa de fabricantes para a coleta e restituição de resíduos para a indústria para serem reintroduzidos na cadeia produtiva ou reaproveitada. Kochem (2016) coletou dados do volume mensal aproximado de RCC recebido nas unidades de disposição final existentes em vinte municípios do estado do Paraná, sendo que para a cidade de Cascavel o volume identificado foi de 5.000 m³/mês sendo variável de acordo com o número de habitantes e a política de gerenciamento.

Marinhos (2019) quantificou os resíduos de gesso em uma obra de edifício vertical residencial e analisou a viabilidade da reutilização do mesmo dentro da própria obra ou em processo de reciclagem. Notou-se a necessidade melhorar a fiscalização e o treinamento dos funcionários a fim de evitar as perdas de material por armazenamento incorreto. Outro fato constatado é de que a logística reversa não é uma alternativa financeiramente viável para a destinação dos resíduos de gesso devido ao custo do transporte.

Duarte (2014) analisou as correlações de fatores na geração de resíduos do gesso acartonado nas obras comerciais desde a instalação do gesso, o tempo necessário para executar o serviço e a qualificação dos funcionários envolvidos. A variável mão-de-obra teve um impacto tanto na geração no volume de resíduos quanto no tempo demandado na execução da obra implicando em desperdícios e um grande volume de geração de resíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor da construção civil passa a vislumbrar os impactos ambientais de seu ramo de atividade, buscando novas soluções voltadas ao consumo de carbono e geração de resíduos nas edificações em recorte de análise, visto que o gesso quando descartado incorretamente pode contaminar o solo, água subterrânea e ar.

Em relação à gestão nota-se a preocupação com os estudos de processos que envolvem o fluxo de materiais ou ainda a reinserção de materiais provindos dos resíduos na construção civil residencial em outras residências populares visando à diminuição de consumo de novos materiais e matérias primas. Nota-se também a necessidade de treinamento da mão de obra tanto na execução do trabalho em relação ao desperdício como também na correta triagem, acondicionamento, transporte e destinação final do resíduo nas edificações indiferente do porte.

A política pública adicionou o gesso como resíduo reciclável e dessa maneira torna-se foco para inúmeras pesquisas sobre as propriedades químicas, físicas e mecânicas do material tal como também equipamentos para a calcinação do gesso. Entretanto quando os resíduos de gesso são originários da própria fabricação industrial comprovou-se que não é necessário o processo de calcinação e evita-se o consumo de energia.

Outra linha de investigação identificada nas pesquisas refere-se aos compósitos sendo uma maneira de agregar ao material aglutinante, o gesso, a outros resíduos como forma e atribuir novas propriedades tal como amplitude térmica, eficiência energética, leveza e dureza tal como fibras lilgnocelulósicas, borracha, lã de rocha.

As aplicabilidades delineadas nas pesquisas em análise são para paredes e uso em tetos de uso interno nas edificações como também para o solo em aterramentos somando a agricultura e na fabricação de cimento. Em relação a Logística Reversa não identificou estudos e ações do polo gerador e de fabricantes, mediante as políticas corporativas para a coleta e recuperação dos resíduos, buscando a reintrodução nas cadeias produtivas, como também o setor não desenvolveu estratégias de responsabilidade compartilhada em relação as

embalagens.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU/FUMDES (Chamada Pública nº 1423/SED/2019) pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

BARAN, E.; CZERNIK, S.; Hynowski, M., (...); TOMASZEWSKA, J.; MICHALAK, J. Quantificando cargas ambientais de plantas à base de gesso dessulfurização Natural vs. gás flue (fgd) (Suíça). **Sustentabilidade**, v. 13, n. 8, p. 4298, 2021.

Begliardo, H.; SÁNCHEZ, M.; PANIGATTI, M.C.; GARRAPPA, S. Reutilização do gesso de gesso de construção recuperado: Estudo baseado em requisitos de aptidão das normas argentina e chilena. **Revista de la Construcción**, v. 12, n. 3, p. 27-35, 2013.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Diário Oficial da União, [2002]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf. Acesso em: 25 jun. 2019.

CAMARINI, G.; DOS SANTOS LIMA, K.D.; PINHEIRO, S.M.M. Investigation on gypsum plaster waste recycling: An eco-friendly material. **Green Materials**, v. 3, n. 4, p. 104-112, 2016.

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**, v. 124, p. 383-390, 2016.

CHARAI et al. Potencial de isolamento térmico de fibras de cânhamo não industrial (*cannabis sativa L.*) marroquina para materiais de construção à base de gesso verde. **Revista de Produção Mais Limpa**, 292126064, 2021

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

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

DINIZ, Célia Regina; SILVA, Iolanda Barbosa da. **Metodologia científica: Tipos de métodos e sua aplicação**. Natal: UEPB/UFRN - EDUEP, 2008.

DUARTE, Everson Ferreira. **Diagnóstico da geração de resíduos de gesso acartonado na construção civil – Obras comerciais em Curitiba**. 2014. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ERBS, A. et al. Desenvolvimento de folhas de gesso exclusivamente a partir de resíduos. **Revista de Engenharia predial**, v. 44, p. 102524, 2021.

GERALDO, R.H et al. Reciclagem de resíduos de gesso: uma solução ambiental e industrial em potencial. **Revista de Produção Mais Limpa**, v. 164, p. 288-300, 2017.

HENDRIKS, Ch.F.; Janssen, G.M.T. Aplicação de resíduos de construção e demolição. **Garça**, v. 46, n. 2, p. 95-108, 2001.

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

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.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Alternativas da gestão de resíduos de gesso. Contribuição para reformulação da Resolução CONAMA 307, São Paulo**.

Disponível em:

[https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/Sandro D.Mancini/alternativas-para-gestao-de-residuos-de-gesso-v2.pdf](https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/SandroD.Mancini/alternativas-para-gestao-de-residuos-de-gesso-v2.pdf). Acesso em: 19 jun 2021.

JONES, K. S. "A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval", **Journal of Documentation**, v. 28, n. 1, p. 11–21, 1972.

KOCHEM, Keila. **Potencialidades de logística reversa do resíduo de gesso da**

indústria da construção civil. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

LIMA FILHO, Hilário J. B. **Tratamento dos resíduos de gesso da construção e da demolição – RCD para a produção de gesso beta reciclado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

LUCOLANO et al. Gestão sustentável de resíduos de concreto aerado autoclavados em compósitos de gesso. **Sustentabilidade** (Suíça), 2021

MARCONDES, Fábila C. Segatto. **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil – estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARINHOS, Aline Souza. **Análise e quantificação de resíduos de gesso acartonado gerados em uma obra de edifício vertical residencial na cidade de Londrina: estudo de caso**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

MEDDAH, A.; LAOUBI, H.; BEDERINA, M. Effectiveness of using rubber waste as aggregates for improving thermal performance of plaster-based composites. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 5, n. 2, p. 61, 2020. DOI:10.1007/s41062-020-00311-0

NAGALLI, A. et al. Analysis of between works characteristics and construction waste generation. *In*: 14th **International Waste Management and Landfill Symposium**, 2013, Santa Margherita di Pula (CA). Symposium Proceedings, 2013.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NAGALLI, André. Quantitative Method for Estimating Construction Waste Generation. **The Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, v. 17, p. 1157-1162, 2012.

PEDREÑO-ROJAS et al. Influência dos resíduos de gesso na capacidade de trabalho das plasters: Processo de aquecimento e análise microestrutural. **Revista de Engenharia predial**, v. 29, p. 101143, 2020.

PEDREÑO-ROJAS, A. M et al. Influence of wood and plastic waste as aggregates in gypsum plasters, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 603, n. 3, p. 032032, 2019.

PEDREÑO-ROJAS, M.A et al. Influence of the heating process on the use of gypsum wastes in plasters: Mechanical, thermal and environmental analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p. 444-457, 2019.

PEDREÑO-ROJAS, M.A et al. Reuse of CD and DVD wastes as reinforcement in gypsum plaster plates. **Materials**, v. 13, n. 4, p. 989, 2020.

PEDREÑO-ROJAS, M.A. et al. Uso de resíduos de policarbonato como agregado em gesso reciclado. **Materiais**, v. 13, n. 14, p. 3042, 2020.

PEDROZA, M.G. et al. O uso de cinzas de carvão e resíduos de gesso para melhorar o sistema de aterramento. **Revista de Produção Mais Limpa**, v. 264, p. 121504, 2020.

PETERSEN, Kai et al. Systematic Mapping Studies in Software Engineering School of Engineering. **Blekinge Institute of Technology, Sweden**, 2010.

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**, v. 2015, p. 1-9, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/854192>

PINHEIRO, S. M. M. **Gesso reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes**. Campinas, 2011. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RESENDE, F. **Produtividade na execução de forros e divisórias de gesso acartonado**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. 42f.

ROBERT et al. Investigação de Propriedades Térmicas e De Força de Painéis Compostos Fabricados com Gesso de Paris para Isolamento em Edifícios, **Revista Internacional de Termofísica**, v. 42, n. 2, p. 25, 2021.

ROMANIEGA PIÑEIRO, S. et al. Reforço de gesso com fibras obtidas a partir da reciclagem de resíduos de construção e demolição (Capítulo do Livro), **Pesquisa de Construção e Construção**, p. 419-425, 2014.

ROMERO-GÓMEZ et al. Caracterização de compósitos de gesso com fibras de polipropileno de lenços umedecidos não degradáveis. **Revista de Engenharia predial**, 2021.

SAKTHI et al. Projeto, Análise e Fabricação de Masher de Lixo Semiautomático. **Notas de Palestra em Engenharia Mecânica**, p. 299-305, 2021.

SAKTHIESWARAN et al. Pó de casca de resíduo como valioso bioenchimento em gesso de gesso – Técnica eficiente de gerenciamento de resíduos por utilização eficaz. **Revista de Produção Mais Limpa**, v. 220, p. 74-86, 2019.

SALIM, K. et al. Reforço da construção de gesso por resíduos plásticos e vidros. **Integridade Estrutural Procedia**, v. 17, p. 170-176, 2019.

SANTOS, V. A., **Análise cinética da reação de desidratação térmica da gipsita na obtenção do gesso beta**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

SEIKE, T.; ISOBE, T. Estudo para criar o sistema de avaliação de reciclagem dos resíduos da construção em consideração ao fluxo de material que incluiu as outras indústrias - Vidro plano e placa de gesso, 2013, **Revista de Engenharia Estrutural e De Construção**, v. 78, n. 683, p. 17-26, 2014.

SOARES JUNIOR, F. F., **Análise quantitativa dos resíduos de gesso oriundos de obras da construção civil no município de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

TAZI et al. Para alcançar a circularidade em materiais de construção residencial: Estoque potencial, fechaduras e oportunidades. **Revista de Produção Mais Limpa**, 2021.

THIESSEN, R. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos de gesso da construção civil em Curitiba. Trabalho de Conclusão de Curso. UTFPR. Curitiba, 2010. 62 p

TOLOSA et al. Reutilização de resíduos de lama de cal como enchimento em compósitos de gesso. Trabalho, A.E. **Processo de Instituição de Engenheiros Civis: Gestão de Resíduos e Recursos**, FCT/UNESP, v. 174, n. 1, p. 12-21, 2021.

VEJMELOVÁ et al. Plasters de cal contendo resíduos de pó cerâmico como substituição parcial de agregados siliceous. **Pesquisa avançada de materiais**, v. 1035, p. 77-82, 2014.

VIDALES-BARRIGUETE et al. Estudo do comportamento mecânico e físico das placas de gesso com agregados de resíduos de cabos plásticos e sua aplicação em painéis de construção. Revista de Engenharia predial, **Materiais**, v. 14, n. 9, p. 2255, 2021.