



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

DANIEL PEREIRA DE LIMA

**ABORDAGEM SOBRE A RECICLAGEM DE GESSO DA CONSTRUÇÃO
CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE**

**CAMPINA GRANDE
2023**

DANIEL PEREIRA DE LIMA

**ABORDAGEM SOBRE A RECICLAGEM DE GESSO DA CONSTRUÇÃO
CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Profa. Dra. Mirele Costa da Silva Farias

**CAMPINA GRANDE
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Daniel Pereira de.
Abordagem sobre a reciclagem de gesso da construção civil como uma alternativa de sustentabilidade [manuscrito] / Daniel Pereira de Lima. - 2023. 26 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação : Profa. Dra. Mirele Costa da Silva Farias, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT. "

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. 3. Resíduos sólidos.
I. Título

21. ed. CDD 691.9

DANIEL PEREIRA DE LIMA

**ABORDAGEM SOBRE A RECICLAGEM DE GESSO DA CONSTRUÇÃO
CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em: 18/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Mirele Costa da Silva Farias

Profa. Dra. Mirele Costa da Silva Farias (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pablicia Oliveira Galdino

Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Edilane Laranjeira Pimentel

Profa. Dra. Edilane Laranjeira Pimentel
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Processamento de gesso.....	12
Figura 2 –	Placas para rebaixamento de teto.....	14
Figura 3 –	Blocos de gesso para paredes.....	14
Figura 4 –	Aplicação de gesso em teto.....	15
Figura 5 –	Descarte inadequado de resíduos de gesso.....	16
Figura 6 –	Fluxograma do processo de reciclagem dos resíduos de gesso....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Formas de utilização da gipsita.....	10
Tabela 2 –	Exigências químicas do gesso para construção civil.....	11
Tabela 3–	Exigências físicas do gesso para construção civil.....	12

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELP	Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1	História do gesso.....	9
2.2	Gipsita.....	9
2.2.1	<i>Reservas de gipsita-localidades.....</i>	9
2.2.2	<i>Extração de gipsita.....</i>	10
2.3	Obtenção do gesso.....	11
2.4	Propriedades do gesso.....	12
2.5	Gesso na construção civil.....	13
2.6	Geração de resíduos.....	15
2.3	Impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de gesso.....	16
2.3.1	<i>Poluição do solo e água.....</i>	16
2.3.2	<i>Emissão de gases.....</i>	17
2.4	Reciclagem de gesso na construção civil.....	17
2.4.1	<i>Processo de reciclagem de resíduos de gesso.....</i>	17
2.4.2	<i>Tecnologias e técnicas de reciclagem de gesso.....</i>	17
2.4.3	<i>Benefícios ambientais da reciclagem de gesso.....</i>	19
2.4.4	<i>Barreiras para reciclagem de gesso.....</i>	19
3	METODOLOGIA.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5	CONCLUSÕES.....	22
	REFERÊNCIAS	22
	AGRADECIMENTOS.....	25

ABORDAGEM SOBRE A RECICLAGEM DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE

Daniel Pereira de Lima*
Profa Dra. Mirele Costa da Silva Farias**

RESUMO

O gesso é amplamente utilizado na construção civil devido às suas propriedades de isolamento acústico, térmico e resistência ao fogo. No entanto, o descarte inadequado desse material pode causar impactos negativos no meio ambiente. Nesse contexto, a reciclagem de gesso surge como uma alternativa viável para minimizar esses impactos, reduzir a demanda do uso de matérias-primas naturais e promover a redução de custos em obras. Diante do contexto citado, o presente trabalho tem como objetivo, realizar uma abordagem de revisão bibliográfica sobre a reciclagem de gesso utilizado na construção civil. Para seguimento da abordagem, foram realizadas pesquisas em trabalhos acadêmicos, artigos, dissertações e monografias. Após levantamento bibliográfico, os resultados evidenciaram que a reciclagem de gesso é uma excelente forma de diminuir os impactos no meio ambientais, tais como: poluição da água, do ar e do solo e que o gesso reciclado é um material com propriedades físicas, químicas e mecânicas de qualidades equiparáveis às do gesso comercial, concluindo que o uso do gesso reciclado proveniente da construção civil é viável para os fins avaliados e com potencial para auxiliar nas questões ambientais de sustentabilidade.

Palavras-Chave: Gesso; sustentabilidade; meio ambiente; resíduos sólidos.

ABSTRACT

Gypsum is widely used in the construction industry due to its acoustic and thermal insulation properties, as well as its fire resistance. However, improper disposal of this material can cause negative environmental impacts. In this context, gypsum recycling emerges as a viable alternative to minimize these impacts, reduce the demand for natural raw materials, and promote cost reduction in construction projects. In light of the aforementioned context, the present study aims to conduct a literature review on the recycling of gypsum used in the construction industry. To pursue this approach, research was conducted on academic papers, articles, dissertations, and theses. After the bibliographic survey, the results highlighted that gypsum recycling is an excellent way to reduce environmental impacts such as water, air, and soil pollution. Moreover, recycled gypsum exhibits physical, chemical, and mechanical properties comparable to those of commercial gypsum. Thus, it can be concluded that the use of recycled gypsum from construction is feasible for the assessed purposes and has the potential to contribute to environmental sustainability.

Keywords: Plaster; sustainability; environment; solid waste

* Daniel Pereira de Lima - aluno de graduação em Química Industrial-UEPB,
e-mail: Daniel.pereira@aluno.uepb.edu.br

**Profa Dra. Mirele Costa da Silva Farias - professora da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB,
e-mail: mirelecosta@servidor.uepb.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades, fornecendo infraestrutura essencial para proteger, transportar e sustentar a vida humana. No entanto, o setor também é responsável por uma quantidade significativa de resíduos, muitos dos quais têm impactos ambientais negativos. Entre esses resíduos, destaca-se o gesso, um material amplamente utilizado na construção devido às suas propriedades únicas (QUEDINA, 2018).

O gesso possui propriedades como alta solubilidade, dureza de nível 2 na escala de Mohs, densidade de 2,35 g/cm³, índice de refração de 1,53 e uma cor variada que pode ser branca, cinza, amarronzada e até incolor, dependendo das impurezas presentes nos cristais (LYRA, 2023).

O gesso é frequentemente utilizado na indústria da construção civil para revestimentos internos, divisórias e forros, entre outras aplicações. Infelizmente, a maior parte desse material é descartada em aterros sanitários, ganhando para uma crise global crescente de resíduos. Essa prática não só afetou um recurso valioso, mas também gerou impactos ambientais, como a liberação de sulfato de cálcio no solo e a emissão de gases de efeito estufa decorrentes da decomposição anaeróbica do gesso, sua reciclagem é uma alternativa para minimizar esses danos (SAVI, 2012).

Diante desses desafios, a reciclagem de gesso proveniente da construção civil tem despertado cada vez mais interesse como uma estratégia eficaz para reduzir a quantidade de resíduos e minimizar os impactos ambientais associados. A reciclagem de gesso envolve a coleta, processamento e reutilização do material para produzir novos produtos ou reintegrá-lo ao ciclo de produção. Além de mitigar os impactos ambientais, essa prática também apresenta oportunidades de motivação, como a criação de novos empregos e a redução de custos relacionados ao transporte e descarte do gesso (APOLINÁRIO, 2015).

No entanto, apesar do potencial significativo da reciclagem de gesso, existem desafios técnicos, regulatórios e de conscientização que precisam ser considerados para promover sua implementação efetiva. Entre os principais desafios estão a separação e coleta eficiente do gesso nos canteiros de obras, a seleção de processos de reciclagem adequados, a garantia da qualidade dos produtos reciclados e a conscientização dos profissionais da construção civil sobre os benefícios e práticas de reciclagem (JOHN, CINCOTTO, 2007).

Diante do contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo analisar e discutir as principais questões relacionadas à reciclagem de gesso proveniente da construção civil. Serão exploradas as tecnologias de reciclagem disponíveis, as melhores práticas para coleta e separação do gesso nos canteiros de obras, os benefícios ambientais e sanitários da reciclagem e as barreiras que ainda precisam ser superadas para promover sua adoção generalizada. Ao final deste estudo, espera-se fornecer um panorama abrangente sobre a reciclagem de gesso na construção civil, destacando seu potencial como uma estratégia sustentável para o gerenciamento de resíduos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História do gesso

Há muito tempo, já se conhecia utensílios feitos de gesso, um dos materiais de construção mais antigos que passavam por um processo de transformação para se obter outros materiais. Além disso, a cal e o barro também desempenharam um papel extremamente importante no desenvolvimento das culturas ancestrais. Escavações realizadas no Oriente Médio revelaram que o gesso era usado há cerca de oito mil anos, na forma de utensílios e revestimentos de parede, que serviam como suporte e também como elementos decorativos em afrescos. Um exemplo notável do uso de gesso na construção é a pirâmide de Quéops, construída por volta de 2800 a.C., que preserva um dos vestígios mais antigos desse material. Essa descoberta é amplamente conhecida pela humanidade (RIBEIRO, 2006).

Uma das primeiras pesquisas científicas dos fenômenos na era contemporânea relacionados à preparação do gesso foi divulgada por Lavoisier em 1768. A partir de 1886, a utilização do gesso na construção civil foi encorajada pela descoberta de um método para retardar o tempo de solidificação. Desde então, vários estudiosos realizaram trabalhos científicos explicando a desidratação da gipsita, especialmente Jacobus Henricus van't Hoff, um químico holandês, e Henri Louis Le Châtelier, um químico e metalurgista francês. Essas pesquisas serviram como base para uma transformação significativa nos equipamentos empregados no processo. No entanto, somente a partir de 1900, devido ao avanço da indústria, é que as mudanças mais profundas foram implementadas, resultando nos equipamentos utilizados atualmente (APOLINARIO, 2015).

2.2 Gipsita

Gipso é um sulfato que no Brasil se popularizou-se pelo nome de gipsita formados pela evaporação de águas marinhas ou que pode se formar por hidratação da anidrita. A passagem de gipso para anidrita implica em redução de volume sendo encontrados em depósitos de rochas e minerais salino de origem sedimentar depositados por precipitação química direta, resultando na precipitação de sulfato de cálcio a partir de soluções aquosas concentradas e condições físicas favoráveis. A evaporação e concentração do sal é favorecida em ambiente quente e seco (VELHO, 1998).

A gipsita é um mineral composto predominantemente por sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), possuindo em sua composição química teórica SO_3 (46,6%), CaO (32,5%) e H_2O cristalizada (20,9%), apresentando, geralmente, coloração de branca a translúcida (LYRA SOBRINHO, 2002).

Quanto à forma de ocorrência, a gipsita cristaliza-se no sistema monoclinico e pode se apresentar sob várias formas: entre as mais conhecidas encontram-se três variedades como: espato acetinado - variedade com aspecto fibroso e brilho sedoso; alabastro - variedade maciça, microgranular e transparente, usada e esculturas e a selenita - cristais com clivagens largas, incolores e transparentes (APOLINÁRIO, 2015).

2.2.1 Reservas de gipsita – localidades

As maiores reservas de gipsita no mundo estão localizadas em diversos países, tendo como principais países a China, que é o maior produtor e consumidor de

gipsita do mundo, possuindo reservas consideráveis em suas regiões; o Irã, os Estados Unidos, principalmente nos estados de Iowa, Texas, Oklahoma, Nevada e Califórnia; o Brasil que possui a maior reserva de gipsita do mundo, concentrada principalmente no estado do Ceará, na região Nordeste e a Rússia (RIBEIRO,2006).

Outros países como Canadá, México, Espanha, Tailândia, Índia, Turquia, Itália e França também têm importantes reservas de gipsita. A distribuição das reservas varia de acordo com a geologia e a atividade econômica de cada região. (LYRA SOBRINHO, 2002).

Apesar de possuir a maior e mais abundante reserva mineral de gipsita, o consumo de gesso no Brasil é relativamente baixo em comparação com outros países da América do Sul, ficando atrás do Chile e da Argentina. A indústria da construção civil desempenha um papel de grande importância econômica e social no país, sendo que a maioria da gipsita produzida no mercado interno é direcionada para o setor da construção civil, enquanto o restante é destinado à agricultura, saúde e indústria química. Esse material é amplamente utilizado na construção civil devido às suas propriedades físicas e mecânicas, conforme mencionado por (JOHN E CINCOTTO, 2007). A tabela 1, mostra as formas de utilização da gipsita

Tabela 1: Formas de utilização da gipsita

Natura	Calcinada
Agricultura 15%	Construção civil 70%
Indústria 10%	Material ortopédico 1.5%
	Material dental 1.5%
	Decoração 2%

Fonte: Barros, (2010).

No Brasil, encontra-se extensas reservas de gipsita nas regiões norte e nordeste, principalmente em bacias sedimentares. Os estados de Pernambuco, Ceará, Maranhão, Tocantins e Bahia são os principais produtores, impulsionando o desenvolvimento econômico em várias áreas do país, incluindo regiões semiáridas com poucas oportunidades de negócios, bem como áreas nas regiões amazônicas e centro-oeste. Em particular, Pernambuco é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de gipsita (FERNANDES, BELTRAME, 2017).

Os depósitos minerais de gipsita são encontrados em camadas organizadas, indo das menos solúveis para as mais solúveis. Além da anidrita e da gipsita, também podem ocorrer calcita, halita, carnalita, silvita e taquidrita, bem como contaminantes como argilas, carbonatos de cálcio e cloretos. As jazidas geralmente apresentam camadas intercaladas de argilas, carbonatos, sílex e minerais do conjunto de sedimentos químicos evaporíticos, conforme mencionado por (JORGENSEN,1994).

Inicialmente, a gipsita pode passar por transformações em sua composição e textura devido a mudanças de pressão, ambiente e temperatura. A gipsita presente na superfície terrestre pode desidratar e se transformar em anidrita (sulfato decálcio). Quando entra em contato com água, essa anidrita volta à forma de gipsita, conhecida como gipsita secundária, apresentando formas cristalinas distintas da anidrita e da gipsita original, conforme explicado por (CALVO,2002).

2.2.2 Extração da gipsita

A mineração é o procedimento de extração de minerais, uma atividade econômica e industrial que engloba a pesquisa, exploração e beneficiamento de minérios encontrados no subsolo. Uma das definições possíveis de mineração é o ato, processo ou trabalho de extrair minérios ou minerais industriais de seu ambiente natural e levá-los para tratamento ou uso (AMARAL, FILHO, 2015)..

A extração do minério de gipsita requer a utilização de dispositivos como brocas, escavadeiras, sistemas de bombeamento de água, veículos de tração, dentre outros. Por meio da utilização de substâncias explosivas, a gipsita é fragmentada em variadas dimensões e configurações. Normalmente, sua ocorrência é identificada em regiões próximas à superfície ou em profundidades de até vinte metros (LIMA, 2011).

A Lavra a céu Aberto consiste na retirada do minério de depósitos que se encontram em superfície ou baixas profundidades (em média menor que 100 m) e esses são explorados até a retirada total do minério; a lavra subterrânea constitui na extração de minério em depósitos que se encontram em maiores profundidades (normalmente, maiores que 100 m) e esses são explorados por meio de equipamentos mais sofisticados como tratores e caminhões específicos para tal fim (PERES, 2001).

No Brasil, a obtenção de gipsita é realizada principalmente por meio de lavra a céu aberto, ou seja, por meio de operações na superfície, sem a necessidade de expansão para o subsolo. Esse tipo de extração é mais comumente empregado quando o minério está coberto por uma camada relativamente espessa de sedimento. Isso permite a mineração de corpos com dimensões horizontais que possibilitam altas taxas de produção e custos de produção mais baixos. O acesso à cava é geralmente feito através de uma rampa única. Na lavra de gipsita a céu aberto, são utilizados equipamentos como rompedores hidráulicos, martelotes hidráulicos, tratores de esteira e pás mecânicas (LIMA, 2011).

2.3 OBTENÇÃO DO GESSO E SUAS PROPRIEDADES

O minério natural conhecido como gipsita é submetido a um processo de trituração e moagem, reduzindo-o a partículas menores. Em seguida, ocorre a etapa de calcinação, na qual o material é aquecido a altas temperaturas. Essa etapa resulta na formação de um ligante inorgânico amplamente utilizado na indústria da construção civil, conhecido como gesso. O gesso possui propriedades únicas que o tornam adequado para diversas aplicações na construção. (APOLINÁRIO, 2015). A tabela 2, mostra as exigências químicas do gesso para construção civil, exigido pela NBR 13,207.

Tabela 2: Exigências químicas do gesso para a construção civil

Determinação	Limites %
Água livre	1,3 (máx.)
Água de cristalização	4,2-6,2
Óxido de cálcio	3,8(min)
Anidrido sulfúrico	5,3(min)

Fonte: NBR13207 (ABNT 2017).

A fim de garantir uma desidratação uniforme das partículas de gipsita, é essencial que o produto resultante das operações de fragmentação apresente uma forma homogênea. Nesse processo, é frequente utilizar explosivos à base de nitrato de amônia e óleo combustível, na proporção de 1 kg por tonelada de material desmontado. Isso contribui para um desmonte eficiente e controlado do minério, promovendo a obtenção de partículas de gipsita com características adequadas para as etapas subsequentes (JORGENSEN, 1994). A tabela 3, mostras as exigências feitas pela NBR 13,207 (ABNT,2017).

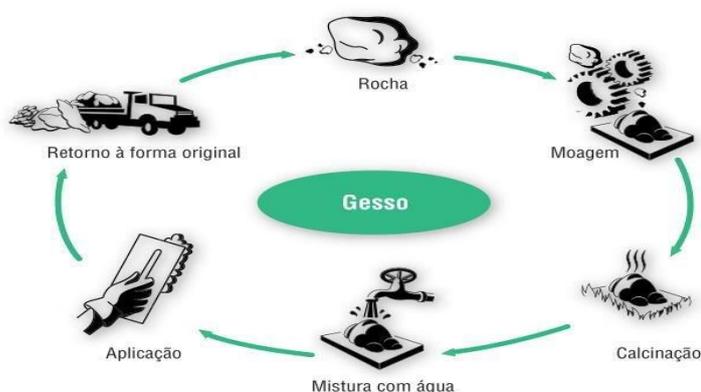
Tabela 3: Exigências físicas do gesso para construção civil

Classificação do gesso	Granulometria mínima
Gesso de fundição	Peneira (0,29mm)
Gesso para revestimento	≥ 90% passante
	Peneira(0.25mm)
	≥ 90% passante

Fonte: NBR 13,207(ABNT,2017).

A Figura 1 apresenta as etapas de processamento para produção do gesso. Segundo Apolinário (2015), para obter o gesso a partir da gipsita, são empregadas várias etapas de processamento. Inicialmente, ocorre a britagem do minério, seguida pela sua moagem e peneiramento. Em seguida, o material é submetido à calcinação e armazenado até se transformar no produto final, que é o gesso. Durante a etapa de britagem, é comum utilizar britadores de mandíbula e moinhos de martelo. Em alguns casos, a britagem é realizada em dois estágios, e são empregadas peneiras vibratórias a seco para uma separação eficiente em um circuito fechado. Essas etapas garantem a qualidade e a uniformidade do gesso produzido a partir da gipsita.

Figura 1- Processamento do gesso



Fonte: Associação Brasileira do Drywall, 2012

2.4 Propriedades do gesso

O gesso é um material amplamente utilizado na indústria da construção civil devido às suas diversas propriedades. Entre as principais características do gesso, destacam-se (ALVES, 2007).

1. **Endurecimento rápido:** Quando misturado com água, o gesso tem a capacidade de endurecer rapidamente, o que o torna ideal para aplicações em construções que exigem agilidade.
2. **Baixa retração: Durante o processo de secagem,** o gesso apresenta uma baixa taxa de retração, evitando rachaduras e deformações indesejadas.
3. **Estabilidade dimensional:** O gesso mantém sua forma e volume ao longo do tempo, garantindo a durabilidade das estruturas construídas com esse material.
4. **Resistência ao fogo:** O gesso possui propriedades retardantes de chamas, ajudando a limitar a propagação do fogo e contribuindo para a segurança das edificações.
5. **Isolamento térmico e acústico:** O gesso possui propriedades isolantes, auxiliando no controle da temperatura e no isolamento sonoro, proporcionando conforto aos ambientes.
6. **Facilidade de aplicação e modelagem:** O gesso apresenta uma boa plasticidade, permitindo sua fácil aplicação em diferentes superfícies e possibilitando a criação de formas personalizadas.

O gesso é um pó fino, com textura semelhante à do talco. Possui propriedades como excelente plasticidade e homogeneidade, endurecimento rápido, baixa contração durante a secagem, estabilidade volumétrica e capacidade de inibir a propagação de chamas ao liberar moléculas de água quando aquecido (APOLINARIO, 2015).

As reações químicas envolvidas na obtenção do gesso podem ser descritas pelas seguintes equações:



Essas equações representam as transformações químicas pelas quais o gesso passa durante o processo de obtenção, começando com o dihidrato de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que, ao ser aquecido a uma temperatura de 140°C , se transforma em hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), liberando 1,5 moléculas de água (Equação 01). Em seguida, o hemidrato é submetido a mais energia, resultando na formação de anidrita solúvel (CaSO_4) com a liberação de mais 0,5 moléculas de água (Equação 02). Por fim, através de um processo adicional de energia, a anidrita solúvel se converte em anidrita insolúvel (CaSO_4) (Equação 03). Essas transformações químicas são essenciais para a obtenção do gesso com as propriedades desejadas na construção (NITA,2004).

2.5 Gesso na construção civil

Segundo Alves (2007), o gesso é amplamente utilizado na construção civil devido às suas características e propriedades versáteis. Ele é obtido a partir de um minério com alto grau de pureza, acima de 75%. O processo de calcinação resulta na produção de um hemidrato β , que pode ser classificado em dois tipos: tipo A, também conhecido como gesso de fundição ou gesso rápido, e tipo B, conhecido como gesso de revestimento. O tipo A apresenta-se como um material pulverulento branco, enquanto o tipo B é utilizado principalmente para revestimentos. A partir desses tipos de gesso, podem ser obtidos diferentes produtos, cada um com suas características e aplicações específicas (APOLINÁRIO, 2015).

Segundo Munhoz (2008), o gesso de fundição, que é composto por um hemidrato (beta) de alta qualidade é utilizado na confecção de pré-moldados, como estatuetas, imagens e placas de gesso acartonado. Esses produtos são fabricados tanto de forma artesanal quanto com máquinas automáticas.

Essas placas podem ser produzidas de maneira artesanal ou com o auxílio de máquinas automáticas em plantas modernas. Elas são utilizadas de acordo com a necessidade de cada projeto, oferecendo uma solução prática e estética (SAVI, 2012). A Figura 02 apresenta uso de gesso para fazer rebaixamento de tetos.

Figura 2 - Placas para rebaixamento de teto



Fonte: Plaquas, materiais para construção a seco.com

A Figura 3 apresenta imagem referente a mais uma aplicação de gesso na construção civil, onde o mesmo é utilizado para fazer divisórios de ambientes. Os blocos para paredes divisórias também são uma excelente opção construtiva. Com o uso desses blocos de gesso, é possível construir paredes de forma rápida e eficiente. Dependendo da habilidade do profissional, é possível obter um ótimo acabamento nas paredes (SAVI, 2012).

Figura 3 - Blocos de gesso para paredes



Fonte: MFA, construção.com

O gesso também é utilizado para isolamento térmico e acústico. Quando combinado com materiais como vermiculita ou perlita, o gesso adquire propriedades isolantes, tornando-se uma escolha adequada para esse fim. Além disso, o gesso é empregado na produção de portas corta-fogo, oferecendo segurança e proteção contra incêndios.

A figura 4 representa imagem referente a aplicação de gesso em teto e paredes. Na aplicação de revestimentos em paredes e tetos, o gesso manual de revestimento é uma alternativa comumente utilizada. Ele substitui o uso de rebocos e massas para acabamento, oferecendo praticidade e dispensando a necessidade de aplicação de massa corrida. Nesse tipo de trabalho, é recomendado o uso de gesso com pega retardada para um melhor controle do tempo de aplicação, o gesso reciclado é uma boa alternativa para alguns serviços (SAVI, 2012).

Figura 4 Aplicação de gesso em teto



Fonte: Habitissimo.com.br

2.6 Geração de resíduos na construção civil

Os resíduos resultantes das construções geram significativas perdas de materiais e custos elevados para sua remoção e tratamento. Já existem iniciativas por parte do poder público e de organizações empresariais que visam regulamentar e incentivar o processamento dos resíduos de construção e a reutilização desses materiais (MUNHOZ, 2008).

Esses resíduos são os restos resultantes de obras e demolições, e é essencial gerenciá-los desde o estágio inicial do projeto até a sua destinação final, a fim de prevenir ou mitigar impactos ambientais, a Resolução nº 307 do CONAMA define os resíduos da construção civil como aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo também os resíduos resultantes de preparação e escavação de terrenos. É importante ressaltar a necessidade de um gerenciamento adequado desses resíduos para minimizar tais impactos (ABRELPE, 2010).

A Resolução 307 do CONAMA, representa um importante avanço no que diz respeito ao manejo de resíduos provenientes da construção e demolição., percebe-se uma maior preocupação em diminuir os impactos ocasionados pelos resíduos sólidos gerados nos canteiros de obras. De acordo com os termos estabelecidos na Resolução 307, os responsáveis pela geração dos resíduos são encarregados de gerenciá-los de forma adequada.

No contexto específico dos resíduos de gesso, é importante destacar alguns tipos de perdas que ocorrem além da demolição. Um exemplo são as perdas por ex-

cesso de desperdício de matéria prima que são comuns em muitas obras, onde a quantidade de gesso produzida é maior do que a quantidade consumida em um dia (PUCCI, 2006)

Para Pucci (2006), os resíduos provenientes da construção civil têm um impacto significativo tanto na sociedade quanto no meio ambiente. Esse impacto é resultado, em primeiro lugar, do aumento do consumo de matéria-prima, como o gesso comercial, e também das grandes quantidades de resíduos depositados de forma inadequada em áreas de destinação. A figura 5, representa o descarte inadequado do resíduo de gesso.

Figura 5 Descarte inadequado de resíduo de gesso



Fonte: Apolinário, (2015).

2.3 Impactos ambientais do descarte inadequado de gesso na construção civil

2.3.1 Poluição do solo e da água

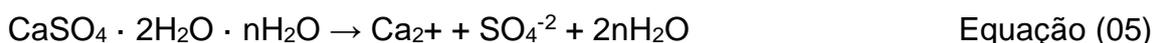
Apesar da conveniência oferecida pelo gesso na construção civil, é importante destacar os impactos ambientais associados aos seus resíduos. Quando o gesso hidratado entra em contato com a água, ocorrem reações químicas que resultam na formação de soluções contendo íons sulfato. Essas soluções podem contaminar os solos e os lençóis freáticos, representando um risco para o meio ambiente (PINHEIRO, 2011).

As reações químicas envolvidas nesse processo são:

1. Hidratação do gesso:



2. Dissociação do gesso hidratado:

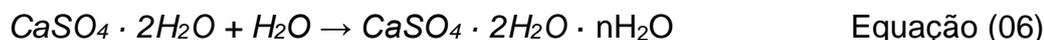


O processo de hidratação do gesso, que ocorre quando o gesso anidro ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) reage com água (H_2O). Durante essa reação, o gesso anidro absorve a água, resultando na formação de uma estrutura hidratada de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$). O valor de "n" representa o número de moléculas de água absorvidas pelo gesso, que pode variar dependendo das condições específicas. O processo de dissociação do gesso hidratado. Quando o gesso hidratado é aquecido, ele passa por um processo de decomposição térmica, no qual se separa em íons de cálcio

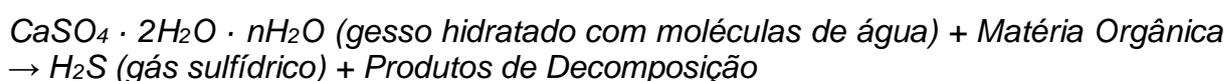
(Ca²⁺), íons sulfato (SO₄²⁻) e moléculas de água (H₂O). O número de moléculas de água liberadas é igual a 2n, pois cada molécula de gesso hidratado originalmente contém duas moléculas de água.

2.3.2 Emissão de gases

Quando o gesso hidratado (CaSO₄ · 2H₂O) entra em contato com a água, ocorre a seguinte reação de hidratação:



Essa reação resulta na formação de gesso hidratado com moléculas de água. Em seguida, quando o gesso hidratado é exposto à matéria orgânica, ocorre a decomposição dessa matéria, resultando na liberação de gás sulfídrico (H₂S). A reação química envolvida nesse processo é a seguinte:



O gás sulfídrico (H₂S) é inflamável, altamente tóxico e pode causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. É importante ter cuidado ao lidar com o gesso e seus resíduos, adotando práticas adequadas de descarte e evitando sua exposição a matéria orgânica para evitar a formação do gás sulfídrico e seus impactos negativos NITA (2011).

2.4 Reciclagem de gesso na construção civil

2.4.1 Processo de reciclagem de resíduos de gesso

Os resíduos provenientes do gesso são passíveis de reciclagem, e essa capacidade está contemplada na Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, a qual estabelece as orientações e critérios para a administração dos resíduos da construção civil. Essa Resolução foi divulgada no Diário Oficial da União e determina que os resíduos de gesso são classificados na categoria B, que engloba os materiais recicláveis destinados a outras finalidades. Em 2001, a Dinamarca foi pioneira na criação do método de reutilização do gesso, e essa prática também é adotada por outros países europeus (MUNHOZ, 2008).

Segundo a Associação Brasileira do Drywall (2014), a partir do término dos anos 1990, têm sido investigadas técnicas de reutilização do gesso empregado na edificação civil e progressos significativos foram alcançados em, no mínimo, três áreas distintas de reaproveitamento desse elemento, resultando em valiosas contribuições para a sustentabilidade da construção civil no Brasil. Essas três esferas compreendem a produção de cimento, a agricultura e o setor de transformação do gesso em si.

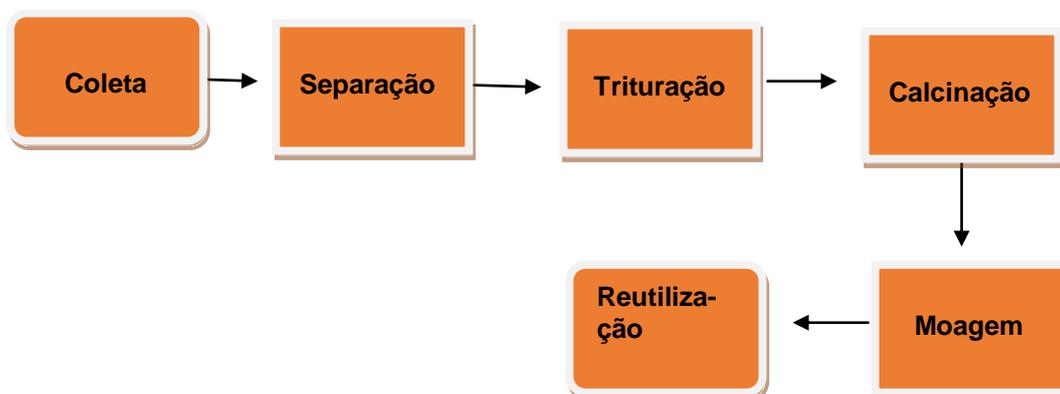
2.4.2 Tecnologias e técnicas de reciclagem de gesso

De acordo com John e Cincotto (2007), processo de reciclagem de gesso da construção civil é uma prática importante para reduzir o impacto ambiental e promo-

ver a sustentabilidade no setor da construção. Ele envolve diversas etapas para coletar, processar e reutilizar os resíduos de gesso gerados por obras de construção, reformas, reparos e demolições.

1. **Coleta dos resíduos:** A primeira etapa é a coleta dos resíduos de gesso provenientes das obras. Essa coleta pode ser realizada por empresas especializadas em reciclagem, ou por entidades governamentais responsáveis pela gestão dos resíduos da construção civil.
2. **Separação e segregação:** Após a coleta, os resíduos de gesso são separados e segregados de outros materiais, como madeira, concreto e plástico. Essa etapa é importante para garantir que apenas o gesso seja direcionado para o processo de reciclagem.
3. **Trituração:** Em seguida, os resíduos de gesso são triturados em máquinas específicas, transformando-os em pequenos fragmentos ou pó. A trituração é fundamental para facilitar o processamento posterior do gesso reciclado.
4. **Remoção de contaminantes:** Nesta fase, é realizada a remoção de contaminantes do gesso triturado, como pregos, parafusos, plásticos e outros materiais indesejados. A purificação do material é essencial para garantir a qualidade do produto final.
5. **Calcinação:** Após a purificação, o gesso triturado é submetido a um processo de calcinação em fornos apropriados. Durante a calcinação, o gesso é aquecido a altas temperaturas, removendo a água de cristalização e transformando-o em sulfato de cálcio hemidratado, também conhecido como gesso beta.
6. **Moagem:** O gesso calcinado é moído até se obter um pó fino e homogêneo, resultando em um material mais adequado para a produção de novos produtos.
7. **Uso na indústria:** O gesso reciclado, após passar por todas as etapas mencionadas, pode ser utilizado como matéria-prima em diversas aplicações. Ele pode ser incorporado na fabricação de cimento Portland, utilizado na produção de placas de gesso acartonado (drywall), em argamassas, ou como adição em pastas de gesso (APOLINÁRIO, 2015). A figura 5, representa o fluxograma do processo de reciclagem dos resíduos de gesso.

Figura 6: Fluxograma do processo de reciclagem dos resíduos de gesso



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Apolinário (2015) relata que as massas compostas por gesso reciclado demonstram uma capacidade de manuseio superior em comparação às massas de gesso convencional. As combinações de água e gesso comercial apresentam uma aparência líquida, enquanto as combinações de água e gesso reciclado adquirem uma textura mais pastosa. O fator proporção água/gesso exerce um impacto direto na textura da massa. A textura da massa também é influenciada pelo tempo de endurecimento e está, portanto, vinculada à temperatura e à duração do processo de calcinação do gesso.

2.4.3 Benefícios ambientais da reciclagem de gesso

Segundo Kanno (2009), após a reciclagem, o gesso oriundo da construção civil, apresenta características físico-química semelhante ao gesso agrícola esse fator contribui para o seu reaproveitamento como corretivo do solo. A aplicação no solo visa inserir cálcio e enxofre e, também, melhorar o ambiente em subsuperfície. Para solos salinos e sódicos, o gesso é utilizado, também, como corretivo. Entretanto, por ser uma fonte mais solúvel do que o calcário, o gesso não promove a neutralização da acidez do solo (EMBRAPA, 2011).

Segundo Malavolta (1992), a utilização do gesso na agricultura apresenta diversos benefícios, tais como o fornecimento de cálcio e enxofre, melhoria do ambiente radicular, correção de solos ácidos, redução da salinidade e preservação do nitrogênio. Essas propriedades fazem do gesso uma ferramenta valiosa para os agricultores na busca por uma produção mais eficiente, sustentável e de melhor qualidade.

A gestão ambiental do gesso no canteiro de obras, nas diversas formas em que é aplicado na construção civil, merece cuidados específicos, desde a escolha do material, até a destinação dos resíduos. O gerenciamento além de cumprir a legislação, gera qualidade, produtividade, contribui para a diminuição de acidentes de trabalho e ainda reduz os custos de produção do empreendimento e de destinação dos resíduos. O grande benefício para o meio ambiente é a geração de menos resíduos e a menor utilização de recursos naturais (RACHED; ROVAI E LIBERAL, 2018).

Ao seguir todo esse processo de reciclagem, é possível reduzir a quantidade de resíduos de gesso destinados a aterros sanitários e, ao mesmo tempo, diminuir a extração de gipsita, um recurso mineral não renovável utilizado na produção de gesso. A reciclagem de gesso na construção civil, portanto, contribui para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável do setor (RACHED; ROVAI E LIBERAL, 2018).

2.4.4 Barreiras para a reciclagem de gesso

Segundo a Associação Brasileira de Drywall (2014) a reciclagem de gesso enfrenta algumas barreiras e desafios que dificultam sua ampla adoção, entre elas estão:

Contaminação: O gesso muitas vezes é contaminado por outros materiais, como papel, plástico e resíduos de construção. Essa contaminação dificulta o processo de reciclagem, pois é necessário separar e purificar o gesso antes de ser recicla-

do. A presença de contaminantes pode afetar a qualidade do produto reciclado e diminuir sua utilidade.

Logística: A coleta e transporte do gesso reciclável podem ser desafiadores. A falta de infraestrutura adequada para a coleta seletiva de resíduos de gesso pode dificultar o acesso a esses materiais. Além disso, o gesso é um material volumoso e pesado, o que pode requerer custos adicionais de transporte e armazenamento.

Regulamentações e normas: Em alguns países, a reciclagem de gesso pode enfrentar regulamentações complexas e restrições legais. Normas específicas podem ser necessárias para o manuseio, armazenamento e reciclagem do gesso, o que pode dificultar a implementação de processos eficientes de reciclagem.

Baixa demanda e mercado limitado: A demanda por produtos reciclados de gesso pode ser limitada em determinadas regiões. A falta de consciência sobre os benefícios da reciclagem de gesso e a disponibilidade de alternativas de menor custo podem afetar a procura por produtos reciclados desse material. Isso pode resultar em um mercado restrito e dificuldades na comercialização dos produtos reciclados de gesso.

Tecnologia e processos de reciclagem: A reciclagem de gesso requer processos especializados e tecnologias específicas. Nem todas as instalações de reciclagem possuem a capacidade ou recursos necessários para realizar o processamento adequado do gesso. Isso pode limitar a disponibilidade de instalações de reciclagem de gesso e a viabilidade econômica do processo.

Conforme mencionado por John e Cincotto, (2007) o procedimento de reciclagem do gesso é mais intrincado em comparação com a produção a partir da matéria-prima original, a gipsita. A reciclagem requer não apenas energia adicional, mas também uma maior quantidade de trabalho manual, devido à necessidade de remover contaminantes, além de exigir um sistema de segregação mais eficiente para os resíduos de gesso. Os investimentos exigidos em mão-de-obra e equipamentos para realizar a segregação adequada dos resíduos de gesso durante a geração e o transporte adequado são fatores que contribuem para "aumentar os custos do processo de reciclagem".

No contexto brasileiro, a viabilidade econômica da reciclagem ainda não é considerável devido à abundância de reservas de gipsita no país e ao baixo custo do produto final, o gesso. Entretanto, é importante ressaltar que, do ponto de vista ambiental, a reciclagem do gesso representa uma alternativa excelente e uma solução ecologicamente correta (ALVES,2007).

3 METODOLOGIA

Para realização do trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico através de pesquisas em literaturas, revisão de teorias e evidências empíricas para um entendimento completo do conteúdo abordado, buscas de dissertações, monografias e teses. Para avaliação da revisão, foi realizado um levantamento de buscas partindo das plataformas: google acadêmico, plataforma de busca do academia.edu, e repositórios.

Inicialmente, foi conduzido uma ampla coleta de 26 trabalhos acadêmicos que abrangem tópicos relacionados a localidades específicas e extração da gipsita, produção de gesso e suas propriedades, bem como a sua aplicabilidade na construção civil. Dentre essa seleção inicial, apenas 13 trabalhos foram minuciosamente escolhidos para aprofundar a análise sobre a importância da reciclagem do gesso para a preservação do meio ambiente. Essa pesquisa consolidou e ressaltou ainda mais a relevância do processo de reciclagem do resíduo de gesso como uma estratégia essencial para minimizar os danos ambientais decorrentes do descarte inadequado desse material.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a seleção dos trabalhos selecionados, os resíduos de gesso provenientes da construção civil são passíveis de serem reciclados, mantendo praticamente as mesmas propriedades químicas e físicas do gesso comercial, tendo um ótimo potencial para uso.

No trabalho realizado por Munhoz (2008), a autora fez uma pesquisa sobre o uso de gesso na construção civil, na produção de artefatos e que o uso do mesmo pode gerar várias perdas ocasionando um aumento considerável de resíduos.

Pucci (2006) avaliou a reutilização dos resíduos de gesso e mostrou que o problema de gestão de resíduos da Construção Civil, em conformidade com a Resolução Conama 307. Compreende a elaboração de um Plano de Gestão de Resíduos que contemple a fase de projeto, minimizando a geração de resíduos; a segregação e o transporte do resíduo gerado dentro da obra.

Já no trabalho realizado por Savi (2012), John e Cincotto (2007), os autores estudaram o uso de gesso na construção civil e mostram que o gesso reciclado é uma boa alternativa para o uso na construção civil devido ao seu retardante tempo de pega (tempo de endurecimento do gesso).

Segundo Lima (2011) e Kanno (2009) as propriedades físicas, mecânicas e térmicas de material compósito à base de gesso pode ser fortalecido adicionando camadas de embalagens cartonadas trituradas ao gesso comercial e ao gesso reciclado produzindo novos materiais, com propriedades como: leveza, melhor conforto térmico e maior resistência mecânica.

No trabalho de dissertação de Ribeiro (2006), ele estudou a possibilidade de obtenção do gesso a partir de resíduos de quatro de suas aplicações na construção civil: revestimento de alvenarias, placas de forro, peças de decoração, moldes para cerâmica, os resultados mostraram muita semelhança entre os resíduos de gesso e a gipsita. O mesmo ocorre com as resistências mecânicas. Apesar de algumas diferenças em outras propriedades (como tempos de início e fim de pega) os resultados deste trabalho apontam para a possibilidade de se obter gesso a partir dos resíduos gerados na indústria da construção civil.

De acordo com Apolinário (2015), para os resultados de consistência, o gesso reciclado necessita de uma maior quantidade de água no preparo da pasta gesso/água, pois o mesmo apresenta um maior volume e menor peso em relação ao gesso comercial, outra observação feita por ele, foi um aumento no tempo de pega, facilitando assim o seu manuseio.

Pinheiro (2011) e Nita (2004), mostram em seus trabalhos, que os resíduos de gesso quando depositados em lugares inadequados, os mesmos podem sofrerem

transformações químicas nas quais o produto final pode contaminar solos, água e liberar gás sulfídrico (H₂S).

Segundo Malavolta (1992) e Rached, Rovai, Liberal (2018), o gesso reciclado é uma ótima alternativa para diminuir os impactos ambientais, Malavolta (1992), demonstra que o uso de gesso na correção de solos pode aumentar significativamente a produção de algumas culturas de alimentos.

Em contrapartida existe o problema de algumas barreiras que impedem a reciclagem dos resíduos de gesso, a Associação Brasileira de Drywall, John e cincotto (2007) e Alves (2007), explanam em suas publicações que a reciclagem de gesso ainda enfrenta alguns obstáculos.

Para avançar em direção a uma reciclagem de gesso mais eficiente e sustentável, é essencial investir em tecnologias aprimoradas, capazes de lidar com a contaminação e facilitar o processo de reciclagem. Além disso, é necessário o estabelecimento de políticas e regulamentações claras que incentivem a reciclagem e promovam a conscientização sobre seus benefícios. A educação e sensibilização da sociedade sobre a importância da reciclagem de gesso são fundamentais para impulsionar a demanda por produtos reciclados, criando um mercado sólido e ampliando as oportunidades de emprego no setor de reciclagem.

5 CONCLUSÃO

A reciclagem de gesso na construção civil, quando abordada de forma sustentável, mostra-se como uma solução promissora para minimizar os impactos ambientais. Ao longo deste trabalho, foi evidenciado as vantagens da reciclagem de gesso: como a redução da demanda por recursos naturais, a diminuição do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, e a redução da poluição. No entanto, também é reconhecido que existem desafios a serem superados, como a contaminação do gesso, a logística de coleta e transporte, as regulamentações e normas específicas e a limitação da demanda e do mercado. Essas barreiras exigem uma abordagem ampla, envolvendo a participação ativa de diferentes atores, como governo, indústria, pesquisadores e sociedade de forma geral.

Ao concluir este trabalho, é evidente que a reciclagem de gesso na construção civil, quando incorporada em uma abordagem sustentável, é uma estratégia viável para reduzir os impactos ambientais e preservar recursos naturais. Foi evidenciado também que o gesso reciclado atende de maneira considerável as necessidades da indústria da construção civil visto que suas propriedades físicas e químicas continuam praticamente as mesmas do gesso comercial. A superação das barreiras existentes exigirá esforços conjuntos e colaborativos, mas os benefícios a longo prazo, tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade, tornam essa jornada imprescindível. A reciclagem de gesso é um passo importante na direção de um setor da construção civil mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

APOLINARIO, G. M. **Reutilização do resíduo de gesso da construção civil**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

ABRELP - ASSOCIACAO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, **panorama dos resíduos sólidos no Brasil**.2010.

.ABNT, NBR 13207. **Gesso para Construção Civil** – Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2017.

AMARAL, A. J. R.; FILHO, C. Á. L. **Mineração**. 2015. Disponível em: Acesso em 20 JANEIRO. 2023.

ALVES, D. C. **Reciclagem e reutilização do gesso descartado na construção civil**.2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil da Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

CALVO, J.P.(2002). Yeso.. **Curso Internacional de Técnico Especialista em Rocas y Minerales Industriales**. Ilustre Colégio Oficial de Geólogos, Madrid, 16p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307. 2002. Disponível em: . Acesso em: 23 de janeiro de 2023

DRYWALL. Associação Brasileira do Drywall. **Resíduos de gesso na construção civil – Coleta, armazenagem e reciclagem**. 2014. Disponível em: <http://www.drywall.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ªed. Brasília: Embrapa Solos, 2011.

FERNANDES, João Clever Vieira; BELTRAME, Luiz Ferreira. **Revestimento de argamassa convencional e de gesso reciclado projetado: um estudo comparativo**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **O. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007.

JORGENSEN, D.B. (1994). Gypsum and Anhydrite. In.: Industrial Minerals and, 6a Edição.

KANNO, W. M. **Propriedades mecânicas do gesso de alto desempenho**. 2009. 130 f.

Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2009.

LIMA, S. Y. V. **Propriedades físicas e mecânicas de compósitos à base de gesso contendo fibras e resíduos**. 68p. 2011. Monografia (Bacharelado em Ciências da Tecnologia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido de Massóro, Rio Grande do Norte, 2011.

LYRA SOBRINHO, A.C.P.; AMARAL, A.J.R.; DANTAS, J.O.C.; DANTAS, J.R.A. **Gipsita**. In: **Balanço Mineral Brasileiro** 2001. DNPM. Brasília. 2002.

LYRA, A. C. **O mercado de gipsita e o gesso no Brasil**. (Disponível em <http://www.prossiga.br/gesso>, acesso em 10 de fevereiro de 2023).

MALAVOLTA, E. **O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta** – perguntas e respostas, p41-66 In: SEMINARIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA: 2.: 1992. Uberaba, MG. Anais. Ed. rev. Uberaba: 1992. 413 p. IBRAFOS – Instituto Brasileiro de Fosfato.

MUNHOZ, F. C. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. 2008. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

NITA, C.; PILEGGI, R. G. **Estudo da Reciclagem do Gesso de Construção**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, Julho/2004.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. dos. **O gesso: produção e utilização na construção civil**. Recife: Bagaço, 2001.

PINHEIRO, M. S. **Gesso reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes**. 2011. 330p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de Campinas, São Paulo, 2011.

PUCCI, R. B. **Logística de Resíduos da Construção Civil** Atendendo à Resolução CONAMA 307. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

QUEDINA, **Aplicabilidade do gesso na construção civil: Gesso em pasta, Blocos de gesso e Placas de Drywall**. Centro Universitário Planalto do Distrito Federal-IUNIPLAN, 2018.

RIBEIRO, A. S. **Produção do gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil**. 2006. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

RACHED, C. D. A.; ROVAI, R. L.; LIBERAL, M. M. C. **Ambiente e saúde na construção civil: praticado modelo diamante para os projetos de sustentabilidade** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS) [online]. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 507-519, set./dez., 2018.

SAVI, O. **Produção de placas de forro com a reciclagem de gesso**. 2012. 233p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de Maringá, 2012.

VELHO, J.; GOMES C. e ROMARIZ, C.(1998). **Minerais Industriais**. Universidade de Aveir,1998.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por essa conquista, expresso minha gratidão a minha orientadora Dra. Mirele Costa da Silva Farias pela sua orientação valiosa, paciência e conhecimento transmitido ao longo deste processo. Sua orientação foi fundamental para a realização deste trabalho, e sou imensamente grato por sua disponibilidade e apoio contínuo.

Agradeço também aos professores e profissionais que compuseram a banca examinadora, pela análise minuciosa do meu trabalho e pelas valiosas contribuições fornecidas durante a defesa. Suas sugestões e questionamentos enriqueceram significativamente a qualidade deste estudo.

Não posso deixar de mencionar meus familiares e amigos, cujo apoio incondicional e encorajamento constante foram essenciais para superar os desafios ao longo dessa jornada acadêmica. Sua presença e incentivo foram fundamentais para minha motivação e confiança em alcançar este objetivo.

Também expresso meu agradecimento aos colegas de curso, com quem compartilhei aprendizados, discussões e momentos de estudo. Suas contribuições e trocas de experiências foram enriquecedoras e ajudaram a fortalecer minha compreensão do tema abordado

