

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GIULIA DE LEMOS NAVARRO

JOÃO BATISTA OLIVEIRA DE ALVARENGA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

ANÁPOLIS / GO

2020

GIULIA DE LEMOS NAVARRO
JOÃO BATISTA OLIVEIRA DE ALVARENGA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA

ORIENTADORA: JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR

ANÁPOLIS / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

NAVARRO, GIULIA DE LEMOS/ DE ALVARENGA, JOÃO BATISTA OLIVEIRA

Gerenciamento de resíduos de gesso na construção civil

68P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Resíduos de gesso

2. Gesso reciclado

3. Reaproveitamento

4. Sustentabilidade

I. ENC/UNI

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NAVARRO, Giulia de Lemos; DE ALVARENGA, João Batista Oliveira. Gerenciamento de resíduos de gesso na construção civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 68p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Giulia de Lemos Navarro

João Batista Oliveira de Alvarenga

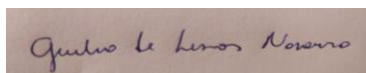
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Gerenciamento de resíduos de gesso na construção civil

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

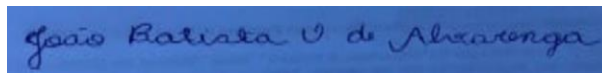
ANO: 2020

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Giulia de Lemos Navarro

E-mail: giulianavarro2@gmail.com



João Batista Oliveira de Alvarenga

E-mail:

joao.batistaalvarenga38@gmail.com

GIULIA DE LEMOS NAVARRO
JOÃO BATISTA OLIVEIRA DE ALVARENGA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)

KÍRIA NERY ALVES DO ESPÍRITO SANTOS GOMES, Mestra
(UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

AURÉLIO CAETANO FELICIANO, Especialista (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 06 de novembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve ao meu lado nessa jornada, em seguida agradeço meu pai, que não pertence mais a este mundo, mas que sempre me apoiou nos meus sonhos e objetivos.

A minha mãe, uma mulher batalhadora, que desde a partida do meu pai, lutou para que eu e meus irmãos finalizássemos essa etapa da vida, que será de suma importância para meu crescimento profissional e social.

Por fim, mas não menos importante, tenho ampla gratidão a todos os professores do curso de engenharia civil da Unievangélica, que tiveram a disposição e paciência de me orientar durante todo o curso, concebendo a realização de um dos meus maiores sonhos. E ao meu orientador João Belém, que me auxiliou durante todo o processo de desenvolvimento do TCC, concedendo a mim e a minha dupla, conhecimentos e ensinamentos primordiais, que com toda a certeza estarão presentes nessa nova fase das nossas vidas.

Giulia de Lemos Navarro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, e por me ajudar a persistir diante de todas as dificuldades vividas durante todo o caminho.

Aos meus pais e irmãos, pessoas que foram importantíssimas nesse período, sempre me incentivando e apoiando, independente das circunstâncias.

E por fim, aos professores. Os principais responsáveis por todo o meu processo de aprendizado na faculdade ao longo desses cinco anos.

João Batista Oliveira de Alvarenga

RESUMO

No Brasil, as atividades da construção civil são motivos de preocupações para os ambientalistas, principalmente em relação à geração e à gestão dos resíduos da construção. O uso do gesso na construção civil brasileira vem aumentando gradualmente ao longo dos últimos anos, tornando-o um material muito utilizado na construção civil, principalmente a partir da década de 90. Por isso, a preocupação com a grande quantidade de resíduo que é gerada deste material não inerte vem crescendo cada vez mais. Só partir de 2011, com a resolução n. 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que passou a incluir os resíduos de gesso na classe B, resíduos recicláveis para outras destinações, visando minimizar o impacto ambiental. Esse trabalho tem por objetivo, apresentar medidas e alternativas de reaproveitamento criadas em algumas regiões do Brasil para mitigar o impacto de resíduos de gesso descartado da construção civil, que servirá de molde para aplicação no município de Anápolis.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento. Construção Civil. Gesso. Resíduos Recicláveis.

ABSTRACT

In Brazil, civil construction activities are a cause for concern for environmentalists, especially in relation to the generation and management of construction waste. The use of plaster in Brazilian civil construction has been gradually increasing over the last few years, making it a material widely used in civil construction, especially since the 90's. Therefore, the concern with the large amount of waste that is generated of this non-inert material has been growing more and more. Only from 2011, with resolution no. 307/02 of the National Environment Council (CONAMA), which started to include plaster waste in class B, recyclable waste for other destinations, in order to minimize the environmental impact. This work aims to present reuse measures and alternatives created in some regions of Brazil to mitigate the impact of discarded plaster waste from civil construction, which will serve as a template for application in the city of Anápolis.

KEYWORDS: Re use. Construction. Plaster. Recyclable waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gipsita.	18
Figura 2 – Localização do Polo Gesseiro de Araripe (PE).	20
Figura 3 - Gipsita conhecida como Cocadinha.	23
Figura 4 – Gipsita conhecida como Johnson.	23
Figura 5 – Gipsita conhecida como Alabastro.	23
Figura 6 – Gipsita conhecida como Selenita.	24
Figura 7 – Seção evaporítica.	25
Figura 8 – Mineração.	26
Figura 9 – Uso de explosive no Polo Gesseiro de Araripe.	27
Figura 10 – Processo de mineração no Polo Gesseiro de Araripe -PE.	27
Figura 11 – Moinho de impacto, responsável pelas britagens primárias e secundárias. .	28
Figura 12 – Processo de moagem.	29
Figura 13 – Câmara de combustão de um forno rotativo.	29
Figura 14 – Armazenagem de gesso.	30
Figura 15 – Gesso em pó	31
Figura 16 – Cadeia produtiva do gesso.	33
Figura 17 – Gesso hospitalar	34
Figura 18 – Gesso para uso odontológico	35
Figura 19 – Pré-moldados de gesso: Forro de gesso.	36
Figura 20 – Revestimento 3D de gesso.	36
Figura 21 – Gesso cola.	37
Figura 22 – Separação dos resíduos de gesso	41
Figura 23 - Armazenagem de resíduos de gesso em local seco e coberto	41
Figura 24 - Área de Transbordo e Triagem	42
Figura 25 - Distribuição das raízes no solo em porcentagem do volume e uso da água, em solo sem e com a aplicação de gesso.	44
Figura 26 – Solo dividido em aplicação com gesso agrícola tradicional e aplicação com resíduos de gesso	45
Figura 27 - Aspecto das placas de gesso com 48 horas - gesso reciclado (esquerda) e gesso comercial (direita).	46
Figura 28 - Ilustração de etapas da técnica de execução de revestimento com o aproveitamento de resíduos de gesso	48

Figura 29 - Detalhe das dimensões do apoio da telha GePET.....	49
Figura 30 - Modelo 3D da telha GePET	50
Figura 31 – Chapa de gesso acartonado reciclada de dimensões 30 x 40 cm sendo a) vista superior e b) perspectiva.....	51
Figura 32 - Estoque de resíduos de gesso em indústria cimenteira	52
Figura 33 – Localização de Anápolis	53
Figura 34 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 1).....	55
Figura 35 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 2).....	55
Figura 36 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 4).....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Propriedades físicas da gipsita	22
Quadro 2 - Classificação dos resíduos conforme o CONAMA nº 307 e nº 431.....	39
Quadro 3– Entrevista concedida aos fornecedores de gesso em Anápolis sobre a destinação final dos resíduos de gesso	54
Quadro 4 - Entrevista concedida as construtoras locais sobre a destinação final dos resíduos de gesso oriundo de suas obras.....	55

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Reserva e produção mundial	19
Tabela 2 – Distribuição das minas no Brasil.....	20
Tabela 3 – Principais estatísticas - Brasil	21
Tabela 4 - Composição Química média para os depósitos de Gipsita do Araripe.	24
Tabela 5 – Exigências químicas do gesso para a construção civil.....	31
Tabela 6 – Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil.....	38
Tabela 7 – Exigências físicas do gesso para construção civil.....	38
Tabela 8 - Composição gravimétrica e a classificação do RCD segundo o CONAMA N° 307 e N° 431	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Composição estequiométrica media da gipsita	17
---	----

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

a.C	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATT's	Áreas de Transbordo e Triagem
CaO	Óxido de cálcio
CONAMA	Conselho Nacional do Meio ambiente
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
H ₂ O	Água
H ₂ S	Sulfeto de hidrogênio
MgO	Óxido de magnésio
Mt	Megatonelada
NBR	Norma Brasileira
Ph	Potencial Hidrogeniônico
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
SO ₂	Dióxido de enxofre
SO ₃	Óxido sulfúrico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 METODOLOGIA	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 GIPSITA: MATÉRIA-PRIMA DO GESSO.....	17
2.1.1 Aspectos históricos.....	17
2.1.2 Produção e reservas de gipsita no Brasil	19
2.1.3 Propriedades físicas e mecânica da gipsita.....	22
2.1.3.1 Gipsitas encontradas na região de Araripe.....	22
2.1.4 Geologia da gipsita.....	25
2.2 GESSO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	25
2.2.1 Processo de extração da gipsita à formação do gesso	25
2.2.1.1 Extração da gipsita.....	26
2.2.1.2 Britagem das rochas de gipsitas	28
2.2.1.3 Processo de moagem e peneiramento dos fragmentos de gipsitas.....	28
2.2.1.4 Calcinação.....	29
2.2.1.5 Armazenamento	30
2.2.2 Propriedades físicas, químicas e mecânicas do gesso	30
2.2.2.1 Trabalhabilidade.....	31
2.2.2.2 Aderência	32
2.2.2.3 Dureza	32
2.2.2.4 Resistência mecânica	32
2.2.2.5 Isolamento térmico e acústico.....	32
2.2.2.6 Resistência ao fogo	33
2.2.3 Tipologia do gesso e suas aplicações	33
2.2.3.1 Hemi-hidrato α	34
2.2.3.2 Hemi-hidrato β	35

2.3	RECICLAGEM DO RESÍDUO DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	37
2.3.1	Normatização do gesso no brasil.....	37
2.3.1.1	ABNT NBR 13207:2017 - Gesso para construção civil – Requisitos	37
2.3.2	Classificação do gesso – CONAMA	38
2.3.3	Resíduos de gesso e meio ambiente	39
2.3.4	Processo de reciclagem do gesso.....	40
2.3.4.1	Coleta dos resíduos de gesso.....	40
2.3.4.2	Armazenagem dos resíduos de gesso.....	41
2.3.4.3	Transporte de resíduos de gesso	42
2.3.4.4	Destinação dos resíduos de gesso	42
2.3.5	Alternativas de reaproveitamento de resíduos de gesso	43
2.3.5.1	Gesso na agricultura.....	44
2.3.5.2	Resíduos de gesso da construção civil para nutrição do solo no Mato Grosso.....	45
2.3.5.3	Produção de placas de forro com a reciclagem do gesso	46
2.3.5.4	Reaproveitamento do resíduo de gesso na execução de revestimento interno de vedação vertical	47
2.3.5.5	Desenvolvimento de telha ecológica a partir de resíduo de gesso da construção....	49
2.3.5.6	Desenvolvimento de chapas de gesso acartonado a partir de seus resíduos	51
2.3.5.7	Resíduos de gesso usado na indústria cimenteira	51
3	DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO EM ANÁPOLIS-GO.....	53
3.1	ALTERNATIVA PARA O REAPROVEITMANETO DE RESÍDUOS DE GESSO EM ANÁPOLIS-GO	56
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é um ato de extrema importância não só para a humanidade, mas para todos os seres que habitam a Terra, afinal é nela que estão presentes os recursos naturais, que são indispensáveis para a sobrevivência. E é neste ponto que o setor de construção civil se encontra alarmado, certo que, grande parte dos seus resíduos sólidos ou têm ocupado muito os aterros sanitários de forma indevida, tornando-os carregados, ou estão sendo direcionados a lugares inapropriados, tais como, terrenos baldios, lixões clandestinos, margens de rios e córregos. Assim causando danos ao ambiente. (SILVA *et al.*, 2006)

Classificado como Resíduo da Construção Civil (RCC), o gesso é um material oriundo da desidratação de uma rocha denominada gipsita e pertence a classe B da Resolução Nº 307(CONAMA, 2002) alterada pela Resolução Nº 431(CONAMA, 2011), que exprime que o material apresentado é um resíduo reciclável para outras destinações. Entretanto, de acordo com Neves e Castro (2003), ainda é notável a dificuldade das construtoras, dos fornecedores de gesso e governos municipais de gerenciarem os resíduos de gesso e outros materiais, tais como a eliminação de lixões a céu aberto, a ausência e ineficiência de Programas de Coleta Seletiva, carência de logísticas reversas e o desfavorável desmembramento entre resíduos e rejeitos.

É nesse contexto que o meio ambiente e seus recursos naturais são os principais afetados, onde diversos autores citam os principais problemas provocado pelo descarte irregular de resíduos de gesso, isso porque, o elemento ao se deparar com zonas inapropriadas, impulsiona a formação de gás sulfídrico(H₂S) junto à sua composição, um gás que é altamente tóxico e inflamável, capaz de alterar a alcalinidade dos solos e contaminar lençóis freáticos. Já a poeira que provém do material alavanca problemas de saúde aos seres vivos. (ALENCAR *et al.*, 2011; MEDEIROS *et al.*, 2010)

Foi exibido modelos de reaproveitamento dos resíduos de gesso capazes de auxiliar os vários setores da construção civil de Anápolis, a fim de diminuir os problemas causados pelo descarte inadequados do mesmo. Como a adição de 5% do substrato do material apresentado na fabricação de cimento, já que ele atua como retardante de pega, tornando o cimento mais trabalhável. Ou até mesmo a sua aplicação no setor agrícola, onde funciona como fertilizante, em razão de constituir-se de enxofre e cálcio. (VELHO *et al.*, 1998)

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho de pesquisa se justifica devido ao crescimento do descarte de resíduos de gesso em zonas despropositadas na cidade de Anápolis, Goiás. O Município que possui o maior polo industrial do centro-oeste, instaurou a LEI ORDINÁRIA Nº 3418: O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em 25 de dezembro de 2009, referente a Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002) alterada pela Resolução Nº 431 (CONAMA, 2011), identifica o gesso como: “resíduos recicláveis para outras destinações.”. Todavia, o setor de construção civil da cidade tem atendido pouco a constituição, na maioria das vezes por falta de informações, outras por indisciplina.

A pesquisa apresenta métodos de reciclagem dos resíduos de gesso executados em outras regiões, que poderão se adequar no desenvolvimento de modelos que podem ser utilizados em Anápolis, visando a diminuição dos problemas causados pelo despojo errado do gesso.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 **Objetivo geral**

Realizar uma revisão bibliográfica das principais formas de reaproveitamento dos resíduos de gesso e elaborar uma pesquisa da situação do descarte de gesso na cidade de Anápolis.

1.2.2 **Objetivos específicos**

- a. Realizar uma pesquisa com os principais fornecedores de gesso da cidade de Anápolis, a fim de verificar a disposição dos resíduos de gesso gerados no processo produtivo do mesmo.
- b. Realizar uma pesquisa com algumas das principais construtoras com obras do município de Anápolis, com objetivo de investigar qual a destinação do gesso após a conclusão da obra.
- c. Efetuar um levantamento da legislação de Anápolis que se refere ao descarte de resíduos sólidos da construção civil.

1.3 METODOLOGIA

Para o alcance dos objetivos foram realizados estudos e pesquisas junto aos principais fornecedores de gesso para a construção em Anápolis e as principais construtoras que utilizam o gesso no seu processo construtivo. Também foi feita uma análise da Lei Ordinária N° 3418 do município de Anápolis, sobre o descarte de resíduos sólidos da construção civil, com acompanhamento da prefeitura.

Realizou-se um levantamento de artigos científicos e dissertações com a intenção de compreender mais sobre o gerenciamento de resíduos de gesso executado em outras regiões e alternativas para o reaproveitamento desses resíduos, como o seu uso no setor agrícola, onde o material funciona como fertilizante de solo, ou a sua aplicação na produção de placas de forro e na execução de revestimento interno de vedação vertical. Também averiguou-se o reaproveitamento de resíduos de gesso no desenvolvimento de telhas ecológicas e chapas de gesso acartonado, e o seu uso na indústria cimenteira, onde o material agirá como retardador de pega, aumentando a trabalhabilidade e tempo de endurecimento do cimento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em quatro capítulos, o primeiro tratará de uma introdução ao tema: Gerenciamento de resíduos de gesso na construção civil

O segundo capítulo está subdividido em três subtemas, no qual apresentará respectivamente as propriedades da matéria prima do gesso, a gipsita; os componentes e a utilização do gesso na construção civil; e por fim o processo de reciclagem dos resíduos de gesso e as alternativas para o seu reaproveitamento.

O terceiro traz um diagnóstico sobre o gerenciamento de resíduos de gesso no município de Anápolis e alternativas para o seu reaproveitamento na região.

E por último as considerações finais, finalizando o que foi desenvolvido no trabalho e conteúdo, reforçando a ideia principal.

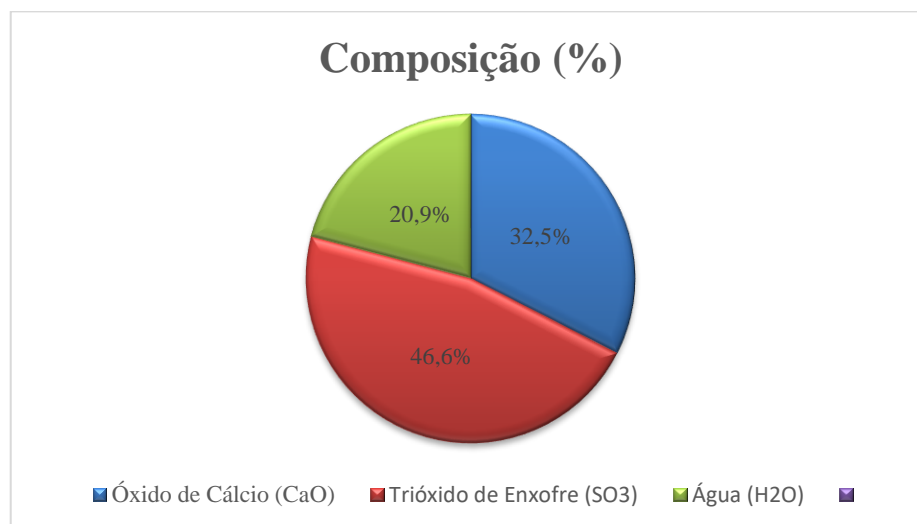
2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

2.1 GIPSITA: MATÉRIA-PRIMA DO GESSO

2.1.1 Aspectos históricos

O gesso é um material que provém da calcinação de uma rocha intitulada como gipsita (Figura 1), que quando encontrada na sua forma natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato de Cálcio Hidratado) apresenta uma composição estequiométrica dividida em: Óxido de Cálcio, Trióxido de Enxofre e água, como mostra o gráfico 1. E uma aparência consistente e densa, muitas das vezes coligada com impurezas de óxidos metálicos. (JEULIN, MONNAIE, PÉRONNET, 2001)

Gráfico 1 – Composição estequiométrica media da gipsita.



Fonte: Revista Holos, 2012.

Suas características aglomerantes permitiram o seu uso como material construtivo muito antes da Era Cristã, assim como o barro e a cal, nas mais diversas regiões da Terra. (GESSO MONEA, 2009)

O filósofo Teófrasto, que viveu entre os séculos III e IV a.C., registrou que o gesso possui uma qualidade de aglutinar, por isso a sociedade usava-o para meios artísticos, criando e recuperando obras antigas. Assim, ele se tornou o mais antigo pesquisador a documentar a aplicação do gesso. (GESSO MONEA, 2009)

De acordo com Le Plâtre (1982 *apud* MUNHOZ, 2008), na Síria e Turquia ocorreram escavações que levaram a descobertas de que o gesso desde 8 mil a.C. era usado como reboco

e material para confecção de recipientes e artefatos. O mesmo, afirma que na África durante o período bárbaro, a população manuseava o material para a fabricação de barragens e canais, estes responsáveis pela transportação de água até seus plantios. Também era aplicado junto a bloco de terras para a confecção das casas.

Na região do Egito, nas pirâmides de Quéops (2800 a.C.), foram encontrados vestígios de gesso nas juntas dos blocos que pesavam até 16 toneladas, ele funcionava como assentamento estanque, ou seja, era usado como argamassa. (PEREIRA, 1973; MINDESS; YOUNG, 1981; NEVILLE, 1982; SCHIESSI, 1996)

Só no século XVIII que o gesso passou de um material decorativo, básico e rudimentar para um material crucial nas estruturas de obras, onde era gasto como reboco em painéis de paredes. E foi em 1768 que o químico francês Antoine-Laurent de Lavoisier (Paris, 26 de agosto de 1743 – Paris, 8 de maio de 1794) apresentou a Academia de Ciências o primeiro estudo científico e concreto sobre as propriedades físicas e químicas do gesso, fazendo com que o uso do material espalhasse em toda a Europa. (GOURDIN; KINGERY, 1975; PERES *et al.*, 2001)

Por fim, foi na Revolução Industrial, por volta de 1885, foi descoberto como retardar o tempo de pega do gesso, e junto a criação de fornos industriais o setor industrial gesseiro explodiu, fazendo com que o gesso fosse um dos principais materiais aplicado no setor de construção civil, promovendo altos ganhos comerciais, já que o material começou a ser aplicado em várias áreas, tais como: revestimentos de paredes e tetos, placas de gesso, blocos divisórios, entre outros. (SANTOS, 1996)

Figura 1 – Gipsita.



Fonte: SM Gesso, 2013.

2.1.2 Produção e reservas de gipsita no Brasil

De acordo com a DNPM (2018) atualizada em fevereiro de 2020, o Brasil é um dos vintes maiores produtores mundiais de gipsita. Classificação que se deu devido uma produção de cerca de 2,1 Mt, o que refletiu 0,8% da produção mundial, como mostra a tabela 1. A China continua representando o maior produtor de gipsita mundial. (DNPM, 2018)

Tabela 1 - Reserva e produção mundial.

DISCRIMINAÇÃO Países	RESERVAS (10 ³ t)	PRODUÇÃO (10 ³ t)		
	2016 ^(p)	2016 ^(r)	2017 ^(p)	(%)
Brasil	450.000	2.674	2.113	0,8
China	nd	130.000	130.000	50,0
EUA	700.000	17.000	17.500	6,7
Irã	1.600	16.000	16.000	6,2
Tailândia	nd	11.300	11.000	4,2
Turquia	170.000	9.000	9.000	3,5
Itália	nd	8.550	8.600	3,3
Espanha	nd	7.000	7.000	2,7
Omã	4.900	6.050	6.000	2,3
México	nd	5.380	5.400	2,1
Japão	nd	4.670	4.700	1,8
Rússia	nd	4.400	4.400	1,7
Índia	39.000	3.500	3.500	1,3
França	nd	3.280	3.300	1,3
Austrália	nd	2.580	2.600	1,0
Egito	nd	2.200	2.200	0,8
Argélia	nd	2.130	2.100	0,8
Arábia Saudita	nd	1.860	1.900	0,7
Alemanha	nd	1.800	1.800	0,7
Paquistão	nd	1.660	1.700	0,7
Canadá	450.000	1.630	1.600	0,6
Argentina	nd	1.500	1.500	0,6
Reino Unido	30.000	1.200	1.200	0,5
Outros países	nd	15.636	14.887	5,7
TOTAL	nd	261.000	260.000	100,0

Fonte: ANM/SRDM, USGS-Mineral Commodity Summaries 2018.

(p) dado preliminar, (r) revisado, (nd) dado não disponível.

O Brasil tem destaque mundial em reservas de gipsita, situadas nas Bacias sedimentares do Tocantins, Amazonas, Parnaíba, Potiguar, Recôncavo e Araripe. Esta por último é a principal reserva econômica do país, localizada nos limites dos Estados do Pernambuco, Ceará e Piauí. (ARAÚJO, 2004; DPMN, 2009).

A tabela 2 apresenta o número de minas de gipsitas ativas e paralisadas no Brasil. A região do Pernambuco, onde está localizado o Polo Gesseiro de Araripe (Figura 2), é a região que retrata o maior número de minas no país, com 37 ativas e 18 paralisadas.

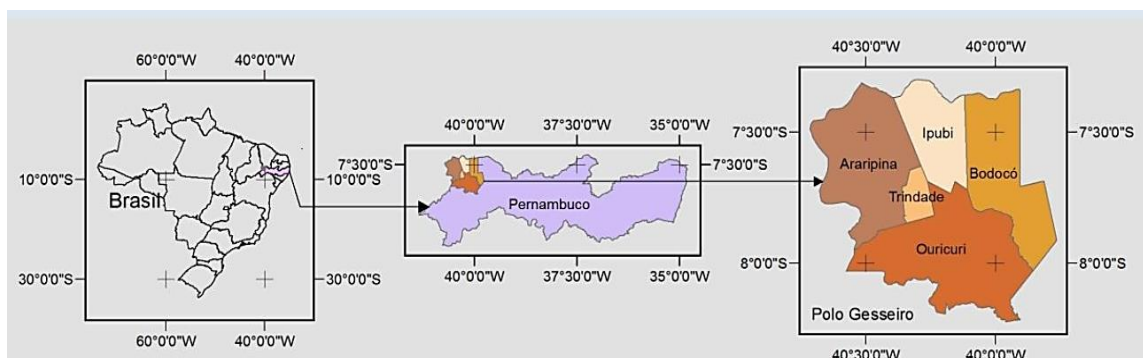
Tabela 2 – Distribuição das minas no Brasil.

UF	Nº DE MINAS	ATIVAS	PARALISADAS
AM	1	1	0
BA	3	0	3
MA	11	3	8
PI	2	0	2
PE	55	37	18
CE	4	2	2
TO	2	1	1
PA	0	0	0
TOTAL/BR	78	44	34

Fonte: DNPM – 4º Distrito, [s.d.].

O material pertencente ao Polo de Araripe apresenta um teor de pureza que varia de 80% a 95%, o que qualifica-o como as melhores gipsitas do mundo. (BALTAR, 2005; CINCOTTO, *et al.*, 1998). De acordo com a DNPM (2018), tal circunstância tão vantajosa, junto a quantidade encontrada na região, estabelecem com que o estado de Pernambuco seja o principal responsável por 79,7% de toda produção interna do país, decorrendo os outros estados produtores de gipsita que são: Maranhão (17,3%), Tocantins (2,2%), Pará (0,4%), Amazonas (0,2%), Rio Grande do Norte (0,1%) e Ceará (0,1%).

Figura 2 – Localização do Polo Gesseiro de Araripe (PE).



Fonte: CPRM, 2020.

Segundo as previsões do Sindicato da Indústria do Gesso do Estado do Pernambuco, o fato da região apresentar em média 1,2 bilhões de toneladas de gipsita, permite que ela ainda seja explorada por até 600 anos, apresentando um faturamento anual de US\$ 300 milhões/ano. Modernamente, ainda de acordo com a SINDUSGESSO (2014), o Polo de Araripe é encarregado de promover mais de 13, 9 mil empregos diretos e 69 mil empregos indiretos, devido a região localizar 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e 750 indústria de pré-moldados, o que é fundamental para o desenvolvimento da região. Em contratempo, todo esse crescimento tem gerado uma grande pressão sobre a vegetação nativa, uma vez que as indústrias de calcinação ainda utilizam a lenha para fabricação de gesso, o que tem causado uma recorrente quantidade de desmatamentos. (ALBUQUERQUE, 2002)

Em conformidade com o Sumário Mineral 2018, concedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (2018), as importações de gipsita (Tabela 3), gesso e seus derivados são compostas por produtos manufaturados, tais como: chapas, placas, painéis, ladrilhos e semelhantes, e representam cerca de 84, 8% do valor total das importações. Sendo 46% deste valor total pertencente ao México, o que classifica-o como o maior fornecedor de produtos manufaturados do Brasil, em seguida temos a China com 22%, a Alemanha com 11%, os Estados Unidos da América com 5% e Hong Kong com 4%. Quanto ao consumo interno, o Brasil possui um valor bem abaixo da média dos países industrializados, estando esse consumo, principalmente, direcionado ao setor de construção civil. O consumo per capita anual de gesso no Brasil equivale aproximadamente 11Kg

Tabela 3 – Principais estatísticas – Brasil.

DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	2015 ^(p)	2016 ^(r)	2017 ^(p)
Produção	Gipsita (ROM)	(t)	3.161.856	2.674.154	2.133.208
Importação	Bens primários	(t)	167.326	208.466	157.698
		(103 US\$-FOB)	2.140	2.859	2.103
	Manufaturados	(t)	53.180	36.782	49.216
		(103 US\$-FOB)	13.843	9.175	11.697
Exportação	Bens primários	(t)	2	0	81
		(103 US\$-FOB)	15	8	10
	Manufaturados	(t)	28.753	29.920	34.754
		(103 US\$-FOB)	2.024	1.805	2.069
Consumo aparente (1)	Gipsita (ROM)	(t)	3.353.607	2.889.481	2.285.287
Preço dos manufaturados	Imp./Exp. (2)	(US\$/t)	260,31/70,39	249,44/60,33	237,67/60,31

Fonte: ANM/SRDM, MIDC/SECEX.

⁽¹⁾ Bens primários: produção + importação – exportação; ⁽²⁾ preço médio anual dos faturados – importação/exportação; ^(p) dados preliminares possíveis de modificação; ^(r) revisado

Em relação as exportações feitas pelo Brasil (Tabela 3), o DNPM (2018) informa que elas representam um pouco mais de 1,6% da produção nacional, onde 60% dos produtos manufaturados são destinados ao Paraguai, 14% a Bolívia, 6% a Colômbia, mais 6% ao Equador e por fim 4% ao Uruguai.

2.1.3 Propriedades físicas e mecânica da gipsita

A gipsita pode apresentar três variedades principais de aparição: A primeira delas acontece quando a formação de cristais monoclinicos, que apresentam aparência de tubos ou prismas com cores translúcidas. A esse grupo singular se dá o nome de Selenitas. Subsequentemente, temos outro grupo cognominado Gipsitas Fibrosas, como o próprio nome exprime, ele provém do surgimento de fibras paralelas no seu corpo, além de abranger aspectos de brilho sedoso e cera, e cores claras. Por fim temos os Alabastros, caracterizados pela sua forma maciça com cores claras. (SOBRINHO, *et al.*, 2001)

As propriedades físicas da gipsita como cor, brilho e a morfologia da granulometria variam muita entre as espécies de gipsitas, enquanto dureza, densidade relativa, hábito e clivagem são características precisas do mineral, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Propriedades físicas da gipsita.

PROPRIEDADES FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS
Cor	Variável, podendo ser incolor, branca, cinza e outras (dependendo das impurezas).
Brilho	Vítreo, nacarado, sedoso.
Dureza (Escala de Mohs)	2
Densidade relativa	2,3
Hábito	Prismático
Clivagem	Em quatro direções.
Morfologia da granulometria dos cristais	Variável de acordo com as condições e ambientes de formação.

Fonte: CETEM, 2005.

2.1.3.1 Gipsitas encontradas na região de Araripe

A denominação do mineral deriva muito de região para região, e no maior polo econômico de gesso do Brasil são encontradas espécies de gipsita, tais como: Cocadinha (Figura 3), apresenta aparência estratificada; Johnson (Figura 4), espécie com estrutura semelhantes a “nódulos”, com coloração do branco ao creme; Alabastro (Figura 5); Selenita (Figura 6) (BORGES, *et al.*, 2002):

Figura 3 - Gipsita conhecida como Cocadinha.



Fonte: Revista Holos, 2012.

Figura 4 – Gipsita conhecida como Johnson.



Fonte: Revista Holos, 2012.

Figura 5 – Gipsita conhecida como Alabastro.



Fonte: Revista Holos, 2012.

Figura 6 – Gipsita conhecida como Selenita.

Fonte: Revista Holos, 2012.

Também são encontradas gipsitas chamadas de: Rapadura, uma variedade que apresenta filmes milimétricos de argila verde e aspectos estratificados; Estrelinha, espécie com cristais radiados em forma de estrela; Boró, uma mistura de Alabastro com argila. (BORGES, et al., 2002)

As composições químicas da gipsita também variam muito de região para região. E o Polo de Araripe apresenta valores significativos, conforme a tabela 4. (PERES, BENACHOUR, SANTOS, 2008)

Tabela 4 - Composição Química média para os depósitos de Gipsita do Araripe.

DETERMINAÇÕES	VALORES (%)
Umidade (a 60°C)	0,08
Água combinada (a 200° C)	19,58
Perda de fogo (a 1000° C)	1,62
Resíduos insolúveis	0,28
Sílica (em SO ₂)	0,32
Ferro a Alumínio	0,20
Cálcio (em CaO)	32,43
Magnésio (em MgO)	0,31
Sulfato (em SO ₃)	45,04
Cloreto (em NaCl)	0,15
Teor de Gipsita	93,65

Fonte: Peres, Benachour, Santos (2008)

2.1.4 Geologia da gipsita

A gipsita pode se originar através de reações entre o calcário e vapores de enxofre, o que é mais comum encontra em regiões vulcânicas. (BALTAR, BASTOS, LUZ, 2005)

De acordo com Velho, *et al.* (1998), o mineral tem origem evaporítica, quando ocorre um processo de precipitação do sulfato de cálcio, a partir de soluções aquosas concentradas e condições físicas favoráveis, tais como clima quente e seco (Figura7).

Figura 7 – Seção evaporítica.



Fonte: Google Imagens, 2020.

Segundo Nogueira, *et al* (2012) o mineral pode se formar também pela degradação de rochas matrizes, o que ocorre devido ao intemperismo sobre elas. Geralmente são encontrados em dunas, composto por sílica e alguns argilominerais.

2.2 GESSO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 Processo de extração da gipsita à formação do gesso

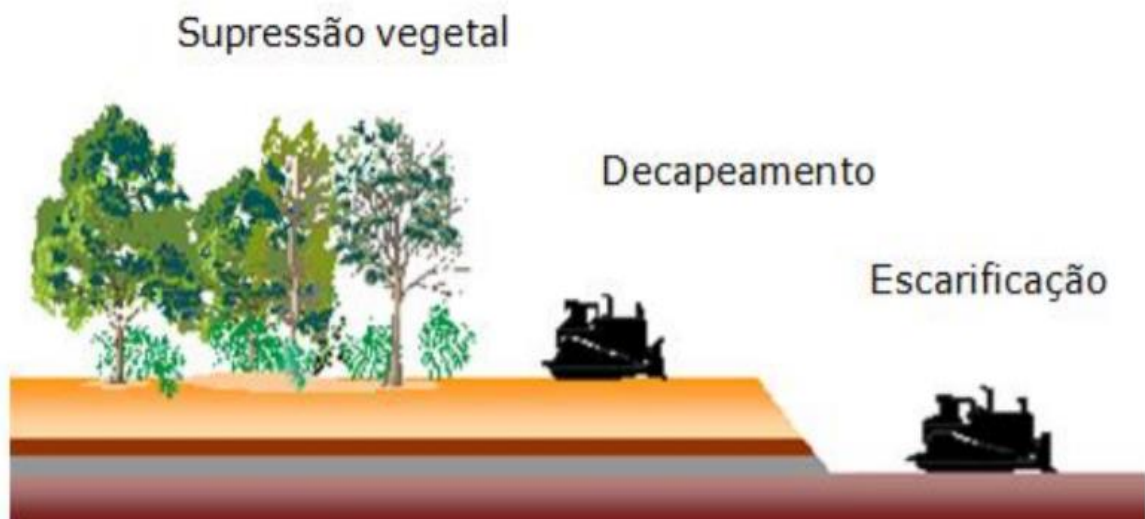
Evidentemente, antes de se aproveitar de um recurso mineral, são necessários realizar pesquisas, uma etapa em que é averiguado a viabilidade econômica e técnica da reserve a ser

explorada. Depois da limpeza do terreno e instalação da empresa mineradora inicia-se a o processo de extração da gipsita (ARAUJO, MARTINS, 2012)

2.2.1.1 Extração da gipsita

A extração da gipsita pode ocorrer em céu aberto, onde para a obtenção do mineral é usado explosivos ou um processo chamado escarificação, conforme mostra a figura 8. Também pode acontecer no subterrâneo, através de escavações com escavadeiras ou brocas. (NOGUEIRA, *et al.*, 2012).

Figura 8 – Mineração.



Fonte: Rodovalho e Tomi, 2014.

Mas primeiro deve se identificar a lavra de terra em que se encontra o material, logo em seguida processa-se o decapeamento (DE FARIAS, 2009), onde são retiradas as camadas de terras que cobram o minério. Essas camadas podem chegar a 20 metros de profundidade, como ocorre nas reservas de gipsitas em Araripe (RIBEIRO, *et al.*, 2006), e devem ser deixadas de lado para o fechamento da mina de gipsita e replantio da vegetação que ocupava o lugar.

No Polo Gesso de Araripe-PE a extração do minério ocorre por meio de explosivos e o uso de equipamentos convencionais de minerações, tal como perfuratrizes. (RIBEIRO, *et al.*, 2006)

Figura 9 – Uso de explosive no Polo Gesseiro de Araripe.



Fonte: CETEM, 2008.

Figura 10 – Processo de mineração no Polo Gesseiro de Araripe -PE.



Vegetação

Decapemaento:
Retirada da
camada de terra
depositada sobre
a rocha para
exposição do
minério

Gipsita

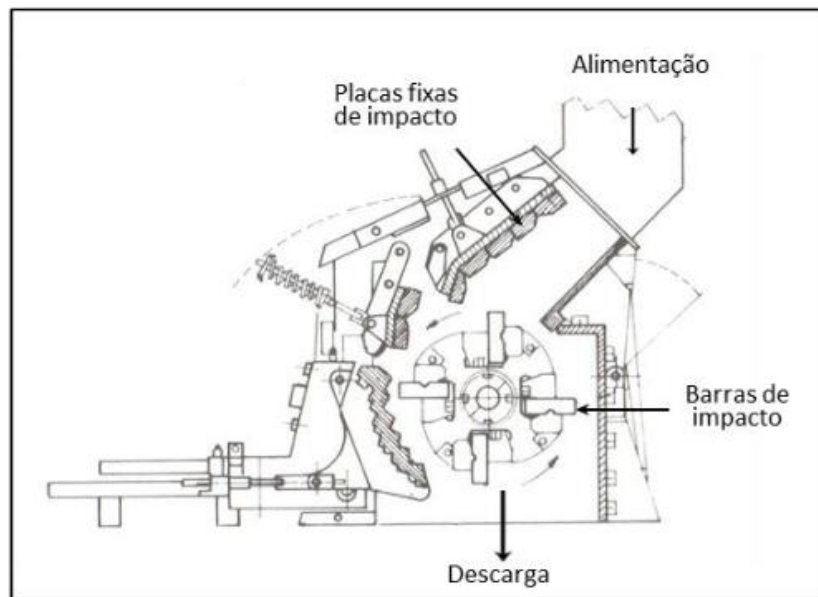
Fonte: Aprimorado SINDUSGESSO, 2013.

2.2.1.2 Britagem das rochas de gipsitas

Depois que se explode a região em que o minério se encontra na mina em partes maiores, as máquinas britadeiras começam a realizar a fragmentação das pedras deixando elas menores, para a facilitação do transporte, e é durante esse processo que separam as gipsitas de baixa qualidade das gipsitas de melhores qualidades. (MUNHOZ, RENÓFIO, 2007).

O material, depois de extraído das minas, é direcionado a moinhos de impacto (Figura 11) e de mandíbulas (RIBEIRO, *et al.*, 2006), no qual ocorrerá a primeira britagem do elemento, a fim de diminuir mais ainda sua granulometria. Em seguida, ocorre a segunda britagem, onde o material tem que ter reduzido o seu diâmetro a 100mm. Isso facilitará o transporte do mesmo, por meio de esteiras, até o campo em que sucederá o processo de moagem. (GAMA, *et al.*, 2015)

Figura 11 – Moinho de impacto, responsável pelas britagens primárias e secundárias.



Fonte: Oblad, *et al.*, 1980.

2.2.1.3 Processo de moagem e peneiramento dos fragmentos de gipsitas

Conforme Gama, *et al* (2015), na moagem, os fragmentos que passaram pela britagem secundária, têm a granulometria alterada para 25 milímetros. Em seguida eles são direcionados a peneiras vibratórias, onde obterão granulação máxima para avançarem ao processo de calcinação. Precedentemente, eles são enviados para um procedimento de secagem, uma vez que ainda apresentam umidade em volta dos 10%.

Figura 12 – Processo de moagem.



Fonte: Gesso Integra, 2020.

2.2.1.4 Calcinação

O processo mais importante para a produção de gesso é a calcinação, que ocorre quando a gipsita sofre uma desidratação, em fornos rotativos que possuem uma temperatura que varia de 140°C a 160°C. Permitindo que 75% da água de cristalização que compõem o material seja retirada, transformando então a gipsita em gesso hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). (BARBOSA, FERRAZ, SANTOS, 2014).

Figura 13 – Câmara de combustão de um forno rotativo.



Fonte: CETEM, 2008.

2.2.1.5 Armazenamento

Depois que a gipsita é transformada em gesso, ocorre o armazenamento do mesmo, em lugares secos e fechados, como por exemplo, em silos, onde haverá a estabilização dos elementos do material. Essa tática aumenta a qualidade do gesso, além de deixá-lo mais homogêneo. Por fim, ele é ensacado em sacos específicos contra a umidade, para que não haja comprometimento do material. E em seguida é distribuído para fábricas de pré-moldados, obras e construtoras. (GAMA, *et al.*, 2015)

Figura 14 – Armazenagem de gesso.



Fonte: Google Imagens, 2020.

2.2.2 Propriedades físicas, químicas e mecânicas do gesso

O gesso é um material de pó branco com granulometria fina e apresenta propriedades intrínsecas. Características que permitam que ele seja muito utilizado no setor da construção civil. (CANUT, 2006). E no Brasil, o seu uso exige algumas normas, que são apresentadas na tabela.

Tabela 5 – Exigências químicas do gesso para a construção civil

DETERMINAÇÕES QUÍMICAS	LIMITES (%)
Água livre	máx. 1,3
Água de cristalização	4,2 a 6,2
Óxido de cálcio (CaO)	min. 38,0
Anidrido sulfúrico (SO ₃)	min. 53,0

Fonte: ABNT NBR 13207, 2017.

Figura 15 – Gesso em pó



Fonte: Google Imagens, 2020.

As propriedades que o gesso apresenta e são motivos do seu uso elevado na construção civil são: trabalhabilidade, aderência, dureza, resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, e resistência ao fogo.

2.2.2.1 Trabalhabilidade

Kruger *et al.* (2013) definem a trabalhabilidade como a facilidade em manusear, transportar e aplicar uma argamassa ou concreto. O que também se aplica para o gesso, já que

ele é considerado um material moldável, o que viabiliza tanto o seu uso na construção civil, tal como a fabricação de blocos, revestimentos, adereços, adornos, entre muitos outros.

2.2.2.2 Aderência

Aderência é a resistência ao arrancamento da argamassa endurecida do substrato. A mesma pode sofrer interferências pela condição superficial do substrato, pela capacidade de retenção de água, entre outros. O gesso possui ótima aglutinação aos substratos, tais como tijolos, pedras e ferros, em virtude de ele possuir propriedades como pega rápida. Porém devido sua solubilidade plausível, é recomendado usá-lo somente em áreas internas. (SANTOS, 2008)

2.2.2.3 Dureza

A dureza de um material é a resistência que ele apresenta à penetração de um objeto ou ao risco que um objeto pode causar em sua superfície. (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008). E de acordo com Savi (2012) a dureza qualifica o material quanto a trabalhabilidade, resistência e durabilidade.

2.2.2.4 Resistência mecânica

A resistência mecânica é uma propriedade do material analisada através de ensaios de resistências à tração, flexão, compressão e dureza. É um parâmetro dos esforços a que um material pode ser submetido sem que sofra ruptura, divisão. (CINCOTTO *et al.*, 1988 apud SAVI, 2012).

2.2.2.5 Isolamento térmico e acústico

O gesso possui tanto isolamento térmico, quanto acústico. Por ser um material mais denso e pesado, ele evita a passagem de som. Já o isolamento térmico funciona porque o gesso apresenta propriedades higrotérmicas, um termo técnico-científico para um fenômeno que ajuda a regular a umidade do ambiente, ou seja, quando o ambiente tem muita umidade, o gesso ajuda absorvendo parte dessa umidade; e se o ambiente é pouco úmido, o gesso ajuda transferindo para ele parte da umidade que possui. (KARNI; KARNI, 1995).

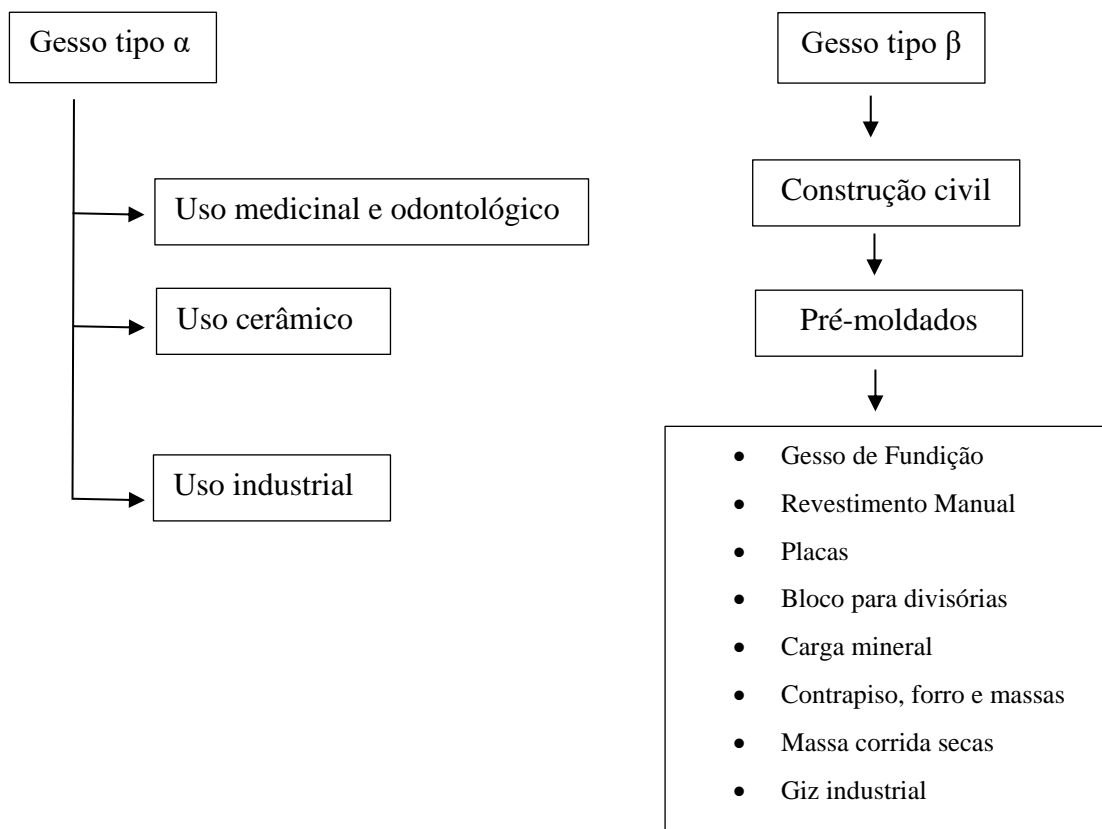
2.2.2.6 Resistência ao fogo

A resistência do gesso ao fogo, ocorre porque ele possui em sua composição química cristais com água. E quando o material entra em contato com o fogo, ele libera essa água, consumindo parte do calor e controlando o aumento da temperatura. (KARNI; KARNI, 1995). E vale ressaltar que a capacidade do gesso de resistir ao fogo está, naturalmente, relacionada a espessura da sua camada. (BATISTA, NAKAMURA, 2018)

2.2.3 Tipologia do gesso e suas aplicações

Segundo Sobrinho *et al.* (2001), dois tipos de hemidrato, também chamado de gesso, é formado durante o processo de calcinação, consequência da variação de temperatura e pressão em que o material está sujeito, com isso, também haverá mudanças nas suas propriedades físicas e mecânicas.

Figura 16 – Cadeia produtiva do gesso



2.2.3.1 Hemi-hidrato α

Formado quando a calcinação ocorre sob pressão de vapor de água saturante. (CINCOTTO *et al.*, 1988). Portanto sua resistência mecânica aumenta e sua consistência diminui, permitindo uma trabalhabilidade da pasta com uma menor relação água/gesso, ou seja, menor será o tempo de pega. (BALTAR, BASTOS, BORGES, 2004).

O material apresenta custo elevado e é mais utilizado como gesso hospitalar. (CINCOTTO *et al.*, 1988) Suas principais aplicações são: (DA COSTA OLIVEIRA *et al.*, 2012)

- Ortopédicas, nas imobilizações em geral.
- Em moldes para peças cerâmicas.
- Em moldes para jóias.
- Odontológicas, em restaurações e na moldagem de blocos e elementos ortodônticos.

Figura 17 – Gesso hospitalar



Fonte: Google Imagens, 2020.

Figura 18 – Gesso para uso odontológico



Fonte: Google Imagens, 2020.

2.2.3.2 Hemi-hidrato β

Constituído pela calcinação que ocorre à seco, com pressão baixa e uma temperatura que varia de 140°C a 160°C. Possui custo econômico e é o gesso que é empregado no setor de construção civil. (CINCOTTO *et al.*, 1988). Suas principais aplicações são: (DA COSTA OLIVEIRA *et al.*, 2012)

- Fundição – fabricação de elementos pré-moldados como placas para forro, elementos decorativos como sancas e pedestais, blocos divisórios e placas acartonadas.
- Gesso para revestimento projetado, com pega rápida.
- Argamassas para assentamento.
- Cola de gesso, tanto para alvenaria de blocos, como para fixação de elementos decorativos e acartonados, quando usados em revestimento.
- Gesso para revestimento manual, com um tempo de pega maior.

Figura 19 – Pré-moldados de gesso: Forro de gesso



Fonte: Google Imagens, 2020.

Figura 20 – Revestimento 3D de gesso



Fonte: Google Imagens, 2020.

Figura 21 – Gesso cola



Fonte: Google Imagens, 2020.

2.3 RECICLAGEM DO RESÍDUO DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.3.1 Normatização do gesso no brasil

A normatização do gesso para o seu uso no setor de construção civil, está associada à resultados de testes relativos referentes a suas propriedades físicas e mecânicas.(COSTA, 2013).

2.3.1.1 ABNT NBR 13207:2017 - Gesso para construção civil – Requisitos

A Norma fixa as condições exigíveis para o recebimento do gesso a ser utilizado em fundição e revestimento. Nela está incluído outros documentos complementares:

- **NBR 12127 - Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas do pó - Método de ensaio**
- **NBR 12128 - Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas da pasta - Método de ensaio**
- **NBR 12129 - Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas - Método de ensaio**

- **NBR 12130 - Gesso para construção - Determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico - Método de ensaio**

Tabela 6 – Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil

DETERMINAÇÕES FÍSICAS E MECÂNICAS	UNIDADES	LIMITES
Resistência a compressão (NBR 12129)	Mpa	>8,40
Dureza (NBR 12129)	N/mm ₂	>30,00
Massa unitária (NBR 12127)	Kg/m ₃	>700,00

Fonte: ABNT NBR 13207, 2017.

Tabela 7 – Exigências físicas do gesso para construção civil

CLASSIFICAÇÃO DO GESSO	TEMPO DE PEGA (min) (NBR 12128)		MÓDULO DE FINURA (NBR 12127)
	Início	Fim	
Gesso fino para revestimento	> 10	> 45	< 1,10
Gesso grosso para revestimento	> 10	> 45	> 1,10
Gesso fino para fundição	4 - 10	20 - 45	< 1,10
Gesso grosso para fundição	4 - 10	20 - 45	> 1,10

Fonte: ABNT NBR 13207, 2017.

2.3.2 Classificação do gesso – CONAMA

A RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil classifica o gesso como classe C, e nessa resolução o gesso não possui tecnologia ou aplicações economicamente viáveis para reciclar. Porém em 2011 a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall em parceria com as indústrias de cimento, desenvolveram longos estudos que comprovaram o aproveitamento do resíduo de gesso no setor agrícola e industrial cimentício. Em seguida ocorre uma mudança na sua classificação, a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 431, DE 24 DE MAIO DE 2011 altera o art. 3º da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo uma nova classificação para o gesso, atribuindo o a classe B. Concluindo que, o gesso possui soluções passíveis de reciclagem e recuperação.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos conforme o CONAMA nº 307 e nº 431

CLASSES	INTEGRANTES PREDOMINANTES CONSIDERADOS NA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA
A	Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeira e GESSO
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação.
D	Resíduos perigosos como tinta, solventes, óleos e amianto (contaminados).

Fonte: Brasil (2002;2011)

Tabela 8 - Composição gravimétrica e a classificação do RCD segundo o CONAMA Nº 307 e Nº 431

MATERIAL	%	CLASSE	% POR CLASSE
Argamassa e concreto	32	A	88
Material cerâmico	31		
Solo natural	25		
Madeira	4	B	11
Metal	2,5		
Plásticos/PVC	2,2		
Papel/Papelão	0,3		
Vidro	1		
Gesso	1		
Matéria orgânica	1	-	1

Fonte: Brasil (2002;2011)

2.3.3 Resíduos de gesso e meio ambiente

Como foi dito, o gesso é um dos materiais de construção civil mais procurado nos últimos tempos, pela sua praticidade e agilidade de aplicação, porém ele vem gerando números de resíduos muito altos, devido ao seu desperdício, e afetando diretamente o meio ambiente. Comparando-o com outros resíduos de materiais, como a cal e o cimento, o gesso apresenta pouco impacto ambiental, uma vez que durante a sua calcinação ele libera somente vapor de água, enquanto a cal e o cimento, liberam gás carbônico. Mesmo assim, não se deve ser

insuficiente a questão de que os resíduos de gesso, vêm sim, fazendo mal ao meio ambiente. Estima-se que o desperdício de gesso em construções é 45% maior que a sua aplicação, enquanto indústrias dissipam 30%, na fabricação de elementos que usam a matéria prima, tais como: placas de gesso. (DIAS, 1994)

Quando o gesso é destinado a aterros sanitários e lixões, ele acaba entrando em contato com a umidade e condições anaeróbicas, com baixo pH, e sob ação de bactérias reductoras de sulfatos, ele acaba formando gás sulfídrico (H_2S), que possui odor muito forte, tóxico e inflamável (Environment Agency, 2002, CIWMB, 2003 *apud* JOHN; CINCOTTO, 2003). De acordo com CIWMB (2003) esta é a razão pela qual os Estados Unidos têm banido o material de vários aterros sanitários. Este problema é admitido pela Gypsum Association 37 norte-americana no artigo Treatment and Disposal of Gypsum Board Waste (Industry Technical Paper) de janeiro de 1991 (Marvin, 2000).

2.3.4 Processo de reciclagem do gesso

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall, em parceria com Sinduscon-SP – Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo, lançaram uma cartilha sobre a reciclagem de resíduos de gesso da construção civil. A publicação descreve, passo a passo, toda a ação de coleta e armazenagem do gesso que deve ser feita para preparar o material para a reciclagem. Além disso, a cartilha esclarece sobre o processo de transporte do material e, também, de destinação, como é visto abaixo.

2.3.4.1 Coleta dos resíduos de gesso

O gesso é um material bastante pulverulento, por isso ele deve ser separado de outros materiais como madeira, metais, papéis, plástico, restos de alvenaria (tijolos, blocos, argamassa) e lixo orgânico. Portanto nos canteiros de obras deve-se existir um local reservado apenas para o armazenamento de resíduos de gesso.

Figura 22 – Separação dos resíduos de gesso



Fonte: Google Imagens, 2020.

2.3.4.2 Armazenagem dos resíduos de gesso

Deve ser feito em local seco e coberto, para que os resíduos não tenham contato com a umidade. Na maioria das vezes essa armazenagem é feita em baia com piso concretado ou em caçamba.

Figura 23 - Armazenagem de resíduos de gesso em local seco e coberto



Fonte: Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall, 2009.

2.3.4.3 Transporte de resíduos de gesso

Esse transporte deve obedecer às regras estabelecidas pelo órgão municipal responsável pelo meio ambiente e/ou limpeza pública. É necessário que os transportadores estejam cadastrados nesses órgãos, para que todo o processo ocorra de forma correta e segura, seguindo todo o protocolo desenvolvido pelos responsáveis.

2.3.4.4 Destinação dos resíduos de gesso

O material é direcionado a Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs). São estabelecimentos licenciados pelas prefeituras dos municípios, destinados ao recebimento de resíduos da construção civil (RCC) e resíduos da construção e demolição (RCD). Nele ocorre a triagem e a homogeneização do material, através de processos mecânicos. Por fim os resíduos readquirem as características químicas da gipsita, a matéria prima do gesso, e podem ser utilizados novamente na cadeia produtiva.

Figura 24 - Área de Transbordo e Triagem



Fonte: ABRECON, 2020

2.3.5 Alternativas de reaproveitamento de resíduos de gesso

Segundo a Regional Telhas (2019) a quantidade de resíduos de construção civil gerado por fornecedores e empresas construtoras, está cada dia maior, e antes de apresentar alternativas para o reaproveitamento de resíduos de gesso, abaixo a práticas que se realizadas antes da geração de resíduos, é possível reduzi-los. Elas são aplicadas para todos os resíduos oriundos da construção civil.

1. **Capacitar as equipes:** Fornecer palestras de capacitação, dando conhecimento sobre os impactos que a diminuição de resíduos pode acarretar na construção civil. Assim, os colaboradores poderão criar conscientização e desperdiçar menos materiais, como o gesso, e providenciar o destino final certo dos resíduos.
2. **Rever processos logísticos:** É necessário destacar a logística reversa, responsável por garantir o retorno de insumo para a cadeia produtiva. E aplicar esse material depois de reciclado em montagem de obras temporárias, como canteiros de obras, estande de vendas, entre outros. O que possibilita uma redução nos custos.
3. **Encorajar criação de ideias:** Incentivar a equipe e funcionários a darem sugestões e ideias para reduzir a quantidade de resíduos de materiais de construção civil, através de premiações por exemplo.
4. **Investir em layouts produtivos:** Os canteiros de obra podem e devem contar com layouts produtivos e bem planejados. São responsáveis por auxiliar a comunicação entre os profissionais de cada setor e diminuir a geração de resíduos. Conseqüentemente diminuirá o impacto ambiental, haverá aumento na produtividade dos colaboradores e melhoria na segurança da obra.
5. **Aumento da fiscalização:** Aumento da fiscalização, tanto por órgão municipais, quanto pelas próprias indústrias geradoras de resíduos.

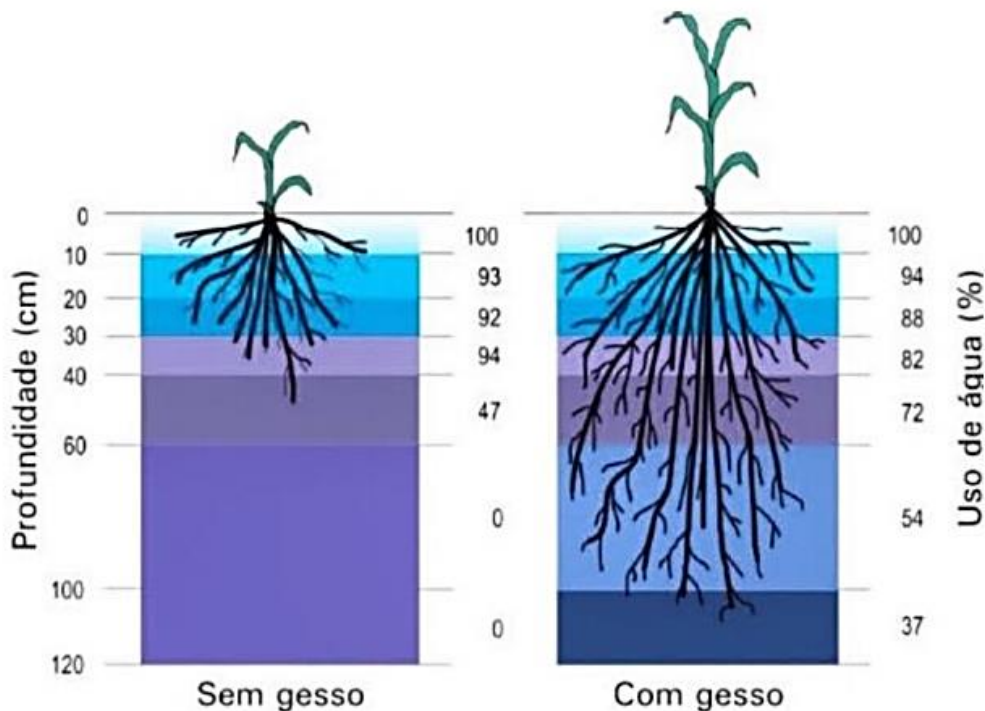
Ainda de acordo com Regional Telhas (2019), essas práticas e estratégias sustentáveis de otimização e redução de resíduos da construção, contribuiriam para redução de custos e consequente aumento de lucro das empresas, e com toda a certeza, diminuiria os riscos que os resíduos proporcionam ao meio ambiente.

2.3.5.1 Gesso na agricultura

Segundo a Associação Brasileira de Drywall (2012), o gesso pode ser aplicado de quatro formas diferentes na agricultura: fertilizante, corretivo de solos sódico, condicionador de superfície e condicionador de esterco.

Quando o gesso entra em contato com o solo, ele promove reações químicas que aumentam os teores de cálcio e magnésio e diminuem a toxidez do alumínio, não apenas na camada superficial, como faz o calcário, mas consegue esse efeito também nas camadas mais profundas, devido a sua alta solubilidade e propriedades químicas. Ele também influi de forma favorável na condutividade hidráulica, melhorando a infiltração, a capacidade de retenção de água e penetração das raízes. (DE OLIVEIRA; POLISSENI, 2013).

Figura 25 - Distribuição das raízes no solo em porcentagem do volume e uso da água, em solo sem e com a aplicação de gesso.



Fonte: EMBRAPA, 2010.

2.3.5.2 Resíduos de gesso da construção civil para nutrição do solo no Mato Grosso

MRV Engenharia e a Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Empaer) firmaram uma parceria que objetiva viabilizar o reaproveitamento de resíduos de gesso da construção civil na agricultura. Este terá como função: agir como corretor de nutrientes do solo no cultivo de algumas espécies de arroz.

O procedimento se inicia com aplicação de adubos, fósforo, nitrogênio, calcário entre outros nutrientes no solo, em seguida uma parte é empregado o gesso agrícola e em outra os resíduos de gesso, ambos contendo granulometria diferentes. Por fim é feita uma comparação entre os dois solos, e conclui-se durante a pesquisa que o solo em que tem a participação de resíduos de gesso estão tendo resultados promissores.

De acordo com a pesquisadora e doutora em fertilidade Maria Luiza Perez Villar, “o objetivo da pesquisa é diminuir o custo e aumentar a produção da agricultura e a qualidade dos produtos”. O gesso agrícola tradicional utilizado para enriquecer o solo da agricultura do estado do Mato Grosso, tem um custo muito alto para os produtores da região, já que são produzidos e transportados de outros estados. Por isso a alternativa de reaproveitamento do gesso da construção civil em solos é uma alternativa econômica e sustentável, tanto para agricultores quanto construtoras.

Figura 26 – Solo dividido em aplicação com gesso agrícola tradicional e aplicação com resíduos de gesso



Fonte: MRV engenharia, 2015.

2.3.5.3 Produção de placas de forro com a reciclagem do gesso

Uma pesquisa feita na Universidade Estadual de Maringá-PR, conclui que é possível produzir placas de forro com gesso reciclado, já que este último possui resistências físicas e mecânica, e cor compatível com o gesso puro comercial, entretanto ela apresenta aspecto viscoso e uma maior trabalhabilidade, em vista disso, é aconselhável que essas placas de forro sejam produzidas por indústrias de grande porte, já que possuam equipamentos e materiais apropriados, ou indústrias que fabricam placas grandes, como painéis de parede. (SAVI, 2012)

A respeito das indústrias de pequeno porte é necessário ser feito aprimoramentos nos equipamentos e processos, como exemplo: os misturadores que são estabelecidos para o gesso comercial, são ineficazes para a mistura do gesso puro reciclado, pois possui baixa densidade aparente, o que dificulta com que o gesso se misture com a água. Também é crucial o uso de mesas de moldagem grandes, para que a pasta de gesso reciclado seja bem distribuída, já que apresenta maior trabalhabilidade. Enfim, o aconselhável mesmo é que se produza uma pasta mista (gesso puro comercial + gesso reciclado), que se utiliza um percentual de 25% de gesso reciclado, aprimorando a trabalhabilidade e os aspectos físicos e mecânicos próximos ao do gesso puro comercial. (SAVI, 2012)

Figura 27 - Aspecto das placas de gesso com 48 horas - gesso reciclado (esquerda) e gesso comercial (direita)



Fonte: Savi, 2012.

2.3.5.4 Reaproveitamento do resíduo de gesso na execução de revestimento interno de vedação vertical

Alunos da Associação Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído – Porto Alegre realizaram uma técnica de execução de revestimento com o aproveitamento de resíduos de gesso, dividida em sete etapas. (SCHMITZ *et al.*, 2010)

- 1. Condições de início dos serviços:** Foi feito uma limpeza e um nivelamento no substrato, no caso a alvenaria, em que a pasta de gesso seria inserida.
- 2. Aproveitamento do resíduo de gesso através da proteção do piso:** Antes de prepara a pasta foi feito um cobrimento no piso, para impedir que o resíduo gerado na execução do revestimento se misture com outros resíduos, e também para a preservação do próprio piso.
- 3. Definição da superfície através das referências geométricas:** Foi feito o assentamento das taliscas.
- 4. Preparação do resíduo de gesso:** Primeiro foi necessário deixar o resíduo de gesso secar por, no mínimo, 8 dias, para que possa ser britado, com moinho ou piloador manual, e diminuir o tamanho do resíduo até que ele passe por uma peneira de 1,2 mm de abertura de malha. Levando em consideração a quantidade de gesso a ser utilizado, deve-se separar 5% em massa do resíduo, com relação à massa de gesso a ser aplicada.
- 5. Preparação da pasta de gesso para execução do revestimento:** É feito a pasta normalmente com água e gesso, até que adquira uma consistência apropriada para ser aplicada ao substrato. Em seguida se aplica metade dos resíduos de gesso seco a 1/3 da pasta, mistura e aplica ao substrato. O processo é feito mais uma vez, e o restante da pasta sem resíduo continua sem alteração, pois ele facilitará o acabamento na sua aplicação final.
- 6. Aplicação da argamassa de gesso:** A argamassa é aplicada, sarrafeada, até ter uma superfície lisa e homogênea.
- 7. Acabamento final:** Os acabamentos são feitos com a última parte da pasta que não teve aplicação de resíduos de gesso.

Por fim, conclui-se que a reciclagem do resíduo gerado durante a execução do revestimento de gesso na própria obra mostrou-se viável, pois elimina as disposições incorretas e impede que outros resíduos se misturem a esse material. É importante ter um controle de produção para garantir a proporção e a granulometria do resíduo a ser utilizado no revestimento,

e cuidado ao adicionar os resíduos de gesso em pó a pasta, para que o acabamento do revestimento dê qualidade ao produto final.(SCHMITZ *et al.*, 2010)

Figura 28 - Ilustração de etapas da técnica de execução de revestimento com o aproveitamento de resíduos de gesso



(a) Proteção do piso



(b) Acondicionamento do resíduo



(c) Preparação do resíduo



(d) Acondicionamento do resíduo britado



(e) Resíduo acondicionado para a mistura



(f) Mistura do resíduo com o gesso natural

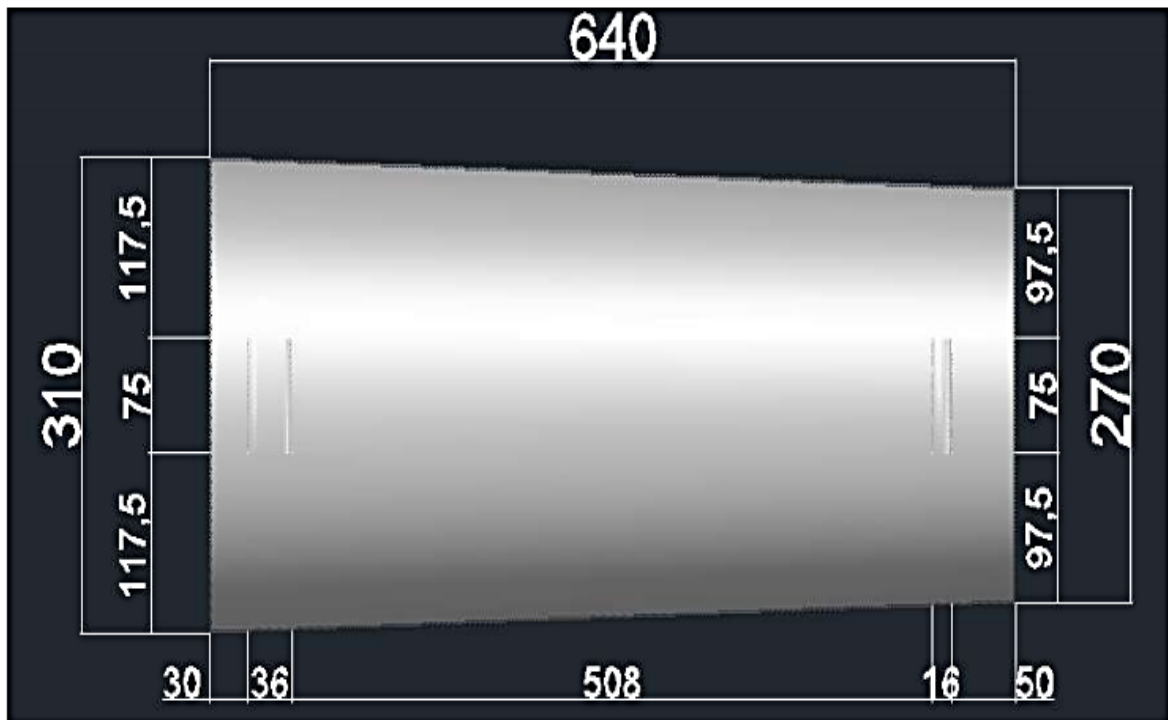
Fonte: Schmitz *et al.*, 2010.

2.3.5.5 Desenvolvimento de telha ecológica a partir de resíduo de gesso da construção

Teske (2014) da Universidade Federal do Paraná, desenvolveu uma telha ecológica de modelo Colonial Gigante, com cobertura de PET com implantação de resíduo de gesso em pó, denominando-a como GePET.

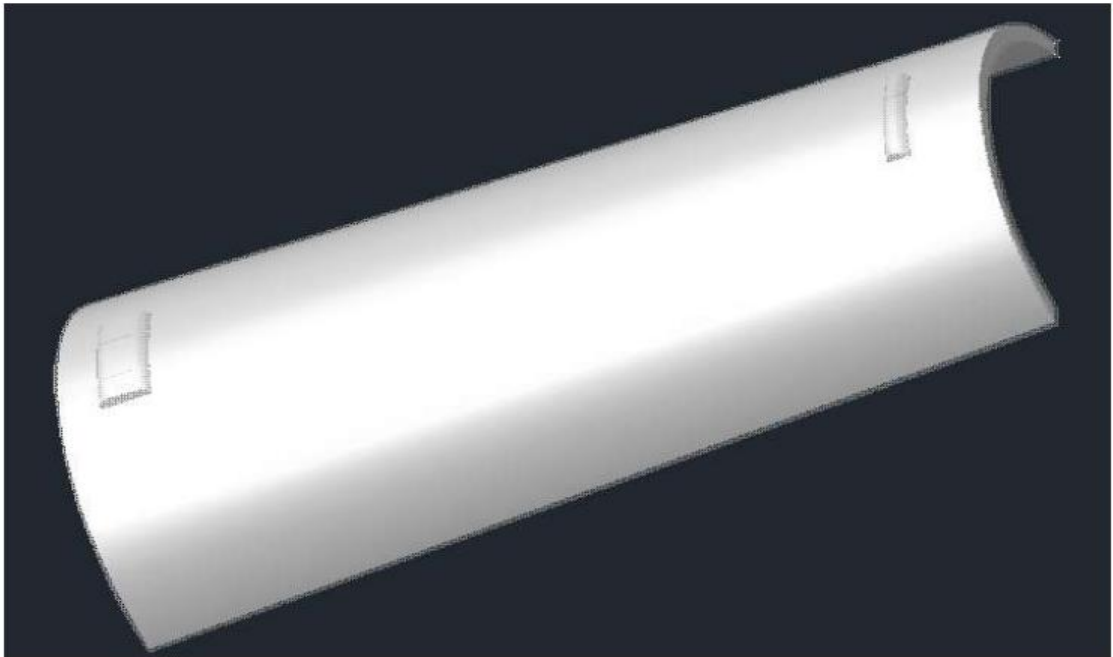
Fora realizadas análises laboratoriais com resíduos de gesso provindos de uma obra, que constaram umidade de 14,5% em massa e 0,802 g/cm³ de massa específica aparente e 2,45 g/cm³ de massa específica unitária. Dados que foram essenciais para evidenciar que a telha ecológica teria aproximadamente uma massa de 3,5Kg e suas dimensões em milímetros (Figura 29). (TESKE, 2014)

Figura 29 - Detalhe das dimensões do apoio da telha GePET.



Fonte: Teske, 2014.

Figura 30 - Modelo 3D da telha GePET



Fonte: Teske, 2014.

Por fim conclui-se que a telha é totalmente ecológica, já que é feita com resíduos; causa conforto térmico, pois apresenta cor branca; maior durabilidade; facilidade de instalação; manutenção facilitada; menor massa que a telha cerâmica comum; formais mais regulares, entre outros. Todavia, seu valor econômico é alto, R\$720,00 por metro quadrado. Uma grande desvantagem, pois o valor da telha cerâmica comum representa apenas 5% do valor da telha GePET por metro quadrado. (TESKE, 2014)

Ao final da pesquisa, foram apresentadas sugestões para futuras pesquisas. (TESKE, 2014)

- Avaliar a diminuição do preço da comercialização de telhas de resíduo de gesso, verificando se há ou não viabilidade da comercialização da telha GePET.
- Fabricar uma massa de resina acrílica com gesso, sendo estas prensadas e moldadas em formas para serem realizados diversos teste como de resistência e umidade. E por final aplicá-la a telha.
- Estudar a incorporação do gesso na matriz do resíduo de PET.

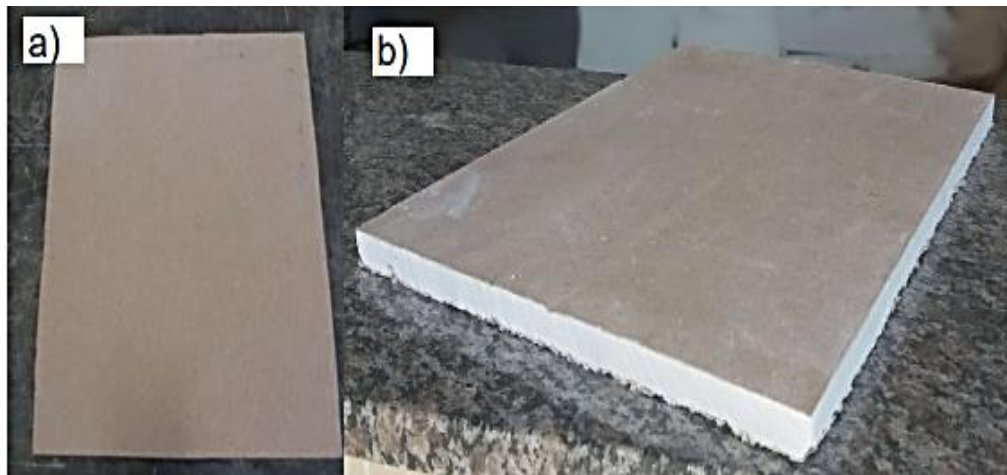
2.3.5.6 Desenvolvimento de chapas de gesso acartonado a partir de seus resíduos

Erbs (2020) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, obteve resultados promissores ao fabricar novas chapas de gesso acartonado usando somente materiais recicláveis: resíduos de gesso provindo do interior de chapas de gesso acartonado e papéis cartão de revestimento.

O procedimento para obtenção do material reciclável foi realizado com pesquisas laboratoriais e concluiu-se que é possível reidratar e calcinar os resíduos de gesso, por fim realizar moldação de corpos de prova. Assim comprovando a reversibilidade das reações. (ERBS, 2020)

Por fim, acredita-se que os resíduos de gesso são uma fonte de matéria-prima valiosa e que proporciona a admissão de modelos de economia circular. (ERBS, 2020)

Figura 31 – Chapa de gesso acartonado reciclada de dimensões 30 x 40 cm sendo a) vista superior e b) perspectiva



Fonte: Erbs, 2020.

2.3.5.7 Resíduos de gesso usado na indústria cimenteira

Na indústria cimentícia, o gesso reciclado pode ser adicionado em cerca de 2% a 5% ao cimento, durante a moagem do clínquer. O material atuará como retardador de pega, permitindo ao cimento maior trabalhabilidade e um tempo de endurecimento mais longo. Isso é possível pois mesmo depois de reciclado, o gesso consegue retomar suas propriedades físicas e mecânicas. Antes de ser aplicado ao clínquer, os resíduos de gesso passam por um triturador, onde ocorre uma moagem, que permite que o material obtenha uma granulometria bem fina.

Este deve ser armazenado em lugares fechados e secos. (PEREIRA, 1973; BALTAR; BASTOS; LUZ, 2005).

Figura 32 - Estoque de resíduos de gesso em indústria cimenteira

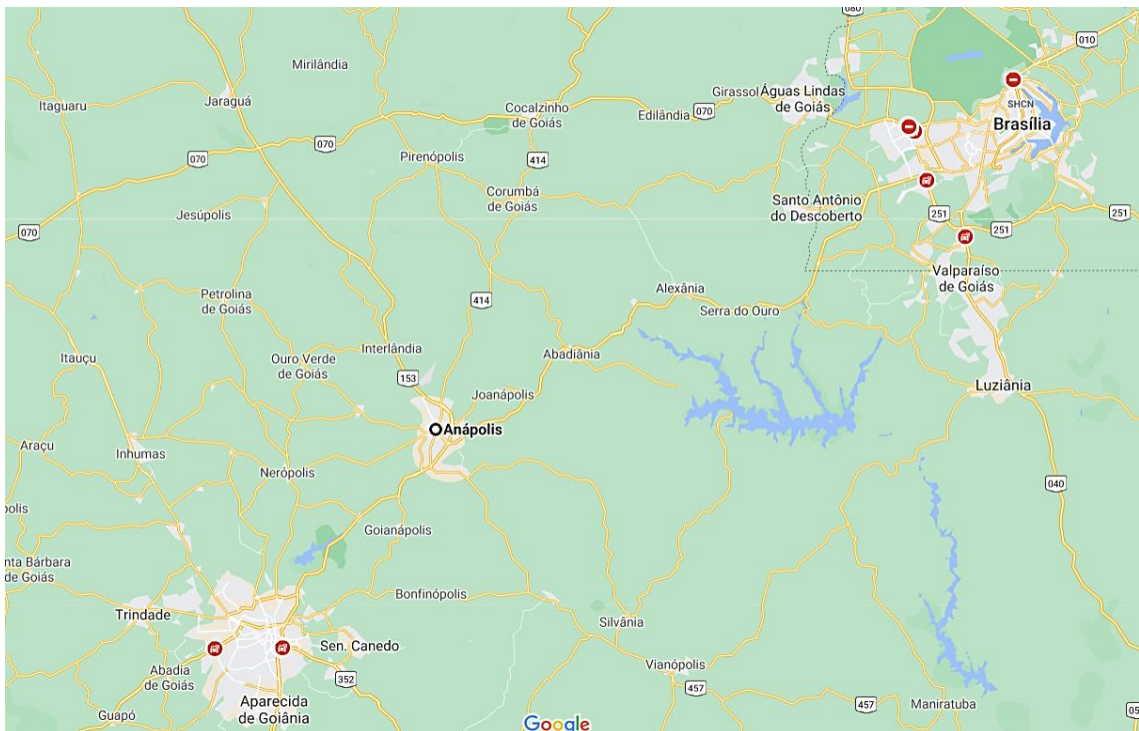


Fonte: Google Imagens, 2020.

3 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GESSO EM ANÁPOLIS-GO

Esta pesquisa foi aplicada em Anápolis, município brasileiro do interior do estado de Goiás, Região Centro-Oeste do país. Possui cerca de 392.000 habitantes e é considerada o segundo maior polo farmoquímico do Brasil. (IBGE;2020)

Figura 33 – Localização de Anápolis



Fonte: Google Maps

O município conta com a LEI ORDINÁRIA Nº 3418, DE 25 DE NOVEMBRO DE 2009: "Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil para o município de Anápolis, e dá outras providências.", para administrar o processo de destinação de resíduos provindos da construção civil. Abrange a Resolução Conama Nº 307, que classifica os resíduos de construção civil em: recicláveis, recicláveis para outras destinações, não recicláveis e perigosos.

Uma entrevista foi realizada com um responsável da Secretaria do Meio Ambiente de Anápolis, a respeito da destinação final dos resíduos de gesso oriundos da construção civil, e o mesmo manteve uma postura correspondente ao Art. 6º da Lei Ordinária 3418 "Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão ser elaborados e implementados pelos

geradores, públicos ou privados, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos especificados nesta Lei, e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.”. Em outras palavras, é de total responsabilidade a destinação final dos resíduos de gesso das empresas fornecedoras e das empresas de construção civil, as construtoras. Sendo assim a secretaria do Meio Ambiente ficando responsável somente pela fiscalização, Art. 5º.

Ao serem questionados sobre o destino final dos resíduos de gesso, todos os quatro fornecedores entrevistados, em Anápolis, informaram contratar uma empresa terceirizada de coleta. Somente dois afirmaram que o destino final dos resíduos é o aterro sanitário, ação que vai contra o Art. 3º da Lei ordinária 3418: “Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota-fora, em encostas, cursos d'água, lotes vagos e demais destinações inadequadas.”. Visto que o gesso ao entrar em contato com a umidade e condições anaeróbicas, com baixo pH, e sob ação de bactérias redutoras de sulfatos, se torna um material tóxico e inflamável.

Quadro 3– Entrevista concedida aos fornecedores de gesso em Anápolis sobre a destinação final dos resíduos de gesso

FORNECEDORES	DESTINO DOS RESÍDUOS DE GESSO EM ANÁPOLIS
Fornecedor 1	Aterro Sanitário
Fornecedor 2	Aterro Sanitário
Fornecedor 3	Não soube responder
Fornecedor 4	Não soube responder

Fonte: Autores, 2020.

O mesmo procedimento foi realizado com cinco construtoras locais. Nas quais duas alegaram ser o aterro sanitário o destino final dos resíduos de gesso, uma informou que acredita ser o lixão, por fim, mais duas comunicaram não saber. Todas utilizam serviços terceirizados de coleta e fazem uso de caçambas de entulho para recolhimento de todos os resíduos formados durante o processo de construção. Destaca-se o fato de os resíduos de gesso não receberem o tratamento adequado de coleta, melhor dizendo, não a separação dos resíduos conforme a sua classificação do CONAMA.

Quadro 4 - Entrevista concedida as construtoras locais sobre a destinação final dos resíduos de gesso oriundo de suas obras.

CONSTRUTORAS	DESTINO DOS RESÍDUOS DE GESSO EM ANAPOLIS
Construtora 1	Aterro Sanitário
Construtora 2	Aterro Sanitário
Construtora 3	Lixão
Construtora 4	Não soube responder
Construtora 5	Não soube responder

Fonte: Autores, 2020.

Figura 34 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 1)



Fonte: Autores, 2020.

Figura 35 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 2)



Fonte: Autores, 2020.

Figura 36 – Destino dos resíduos de gesso nas obras (Construtora 4)



Fonte: Autores, 2020.

Como foi dito previamente, o órgão municipal é o responsável pela fiscalização, que se mostrou bem precária, já que fornecedores e construtoras que fazem uso do gesso e geram resíduos de gesso efetuam seu depósito de forma indevida, e não mostram a preocupação necessária ao destino final do mesmo.

A empresa terceirizada de coleta, ao ser procurada e perguntada sobre o destino final dos resíduos de gesso teve um posicionamento de negligência, dando a entender que o próprio também é feito de forma equivocada.

3.1 ALTERNATIVA PARA O REAPROVEITMANETO DE RESÍDUOS DE GESSO EM ANÁPOLIS-GO

A pesquisa sobre a situação atual do gerenciamento de resíduos de gesso em Anápolis, mostrou que o sistema é deficiente e precário em diversos aspectos, e é necessária uma evolução. A princípio é preciso aprimorar atividades estratégicas para que a gerenciamento de resíduos de gesso seja feita de maneira correta, de acordo com os itens abaixo:

1. Capacitar a equipe da empresa fornecedora e geradora de resíduos de gesso, no qual a investimento no conhecimento dos profissionais sobre a importância do gerenciamento de resíduos de gesso, através de cursos e palestras;
2. Investir em layout inteligente no canteiro de obras, o que evita perdas no transporte do depósito ao local de uso;
3. Criação de projetos de gerenciamento de resíduos de gesso;
4. Aumento da fiscalização, tanto feita pelo órgão municipal, quanto pelas próprias empresas fornecedoras e construtoras.

O aterro sanitário de Anápolis tem sido o principal caminho final dos resíduos de gesso, sendo descartado sem reaproveitamento algum e tem trazido malefício ao meio ambiente. Entretanto o gesso é classificado como reutilizável pelo CONAMA. Portanto devido ao despejo inadequado e a grande quantidade de resíduos de gesso gerado, o estudo de caso tem como finalização apresentar uma alternativa de reaproveitamento desses resíduos em Anápolis.

O município de Anápolis teve um crescimento de 50% na agricultura e segundo o IBGE (2020) é líder na produção de banana, tangerina e abacate. Todavia, mesmo com esse crescimento, a região sempre apresentará uma variedade de solo predominante denominada latossolo. Este são solos minerai e homogêneo, normalmente são profundos e bem drenados. E a característica principal, que entra em questão, é o fato dele apresentar acidez, o que demanda um manejo adequado na sua correção e adubação, com uso de fertilizante.

Como foi dito o gesso pode ser usado como fertilizante, uma vez que ao entrar em contato com o solo, ele promove reações químicas que aumentam os teores de cálcio e magnésio e diminuem a toxidez do alumínio e acidez, não apenas na camada superficial, como faz o calcário, mas consegue esse efeito também nas camadas mais profundas, devido a sua alta solubilidade e propriedades químicas.

Concluindo que a melhor alternativa para o reaproveitamento de resíduos de gesso em Anápolis seria seu uso na agricultura, que já se encontra em um grande crescimento. O uso de resíduos de gesso como fertilizante não só melhoraria o solo para plantio, como evitaria a degradação da qualidade do solo e a poluição das fontes de água e da atmosfera, fatores causados pelo mal gerenciamento de resíduos de gesso.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reaproveitamento de resíduos de gesso é de fato importante para a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável. Classificado como reciclável, pela Resolução N°307 do CONAMA, os resíduos de gesso passam por um processo de tratamento que vai desde a sua coleta ao seu transporte final, destinado a reutilização. Entretanto o grande equívoco é o fato desse gerenciamento de resíduos de gesso na construção civil ser um sistema deficiente e precário no Brasil, o que torna com que a destinação final dos resíduos seja feita muitas das vezes de forma incorreta, como em aterros sanitários e lixões. Por fim acarretando na contaminação do solo e lençóis freáticos.

Sabe-se que o gesso é um dos materiais mais utilizados hoje em dia na construção civil, devido suas propriedades físicas e mecânicas, como a trabalhabilidade. O que permite uma diversificação no seu manuseamento, e com a grande quantidade de resíduos de gesso gerados, o trabalho apresentou sugestões para a redução desses resíduos e alternativas de reaproveitamento. A pesquisa aborda especificamente a situação do município de Anápolis sobre o gerenciamento de resíduos de gesso, aonde construtoras, fornecedores e o órgão municipal mostraram uma postura de negligência ao serem questionados sobre o destino final do material, dando a entender que esses resíduos são direcionados ao aterro sanitário de Anápolis.

A alternativa que sobressaiu e que pode ser uma proposta para os resíduos de gesso em Anápolis, é aproveitá-los no setor agrícola. A cidade é composta por latossolos e a principal função do gesso é fertilizar esses solos e conseqüentemente desenvolver a produção agrícola, assim promovendo um aumento maior na economia do município que já se encontra em alta, pois a região é uma das líderes na produção de frutas, tais como abacate e banana.

Apesar das dificuldades de encontrar respostas concretas por meio das empresas geradoras dos resíduos e do órgão municipal, conclui-se que Anápolis precisa urgentemente de um sistema para gerenciar os resíduos de gesso. O município é um polo farmoquímico e agroindustrial, com uma economia elevada, e é necessário de imediato criar um sistema apropriado que dê um destino certo, não só para os resíduos de gesso, mas para todos os resíduos da construção civil. Uma vez que o meio ambiente não será o único a ser prejudicado, mas sim toda a sociedade, já que ela faz o uso dos recursos naturais para seu desenvolvimento e evolução, então é mais que indispensável que haja equilíbrio e preservação das ações humanas com o ecossistema.

Sugestão para trabalhos futuros seria uma análise mais precisa a respeito do reaproveitamento de resíduos de gesso no setor agrícola no município de Anápolis e uma pesquisa para criação de novas ações que evitem o desperdício do material durante o seu processo de uso.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. de L. **Diagnóstico ambiental e questões estratégicas: Uma análise considerando o polo gesso do Sertão do Araripe-estado de Pernambuco.** Acervo Digital. Universidade Federal do Paraná, v. 1, 2002.

ALENCAR, Luciana Hazin; DE MIRANDA MOTA, Caroline Maria; ALENCAR, Marcelo Hazin. **The problem of disposing of plaster waste from building sites: problem structuring based on value focus thinking methodology.** Waste management, v. 31, n. 12, p. 2512-2521, 2011.

ARAÚJO, S. M. S.; MARTINS, L. A. M.. **A indústria extrativa mineral do pólo gesso do Araripe e seus impactos sócio -ambientais.** Revista de Geografia (Recife), v. 29, p. 91-112, 2012.

ARAÚJO, Sergio Murilo Santos de et al. **O Pólo Gesso do Araripe: unidades geo-ambientais e impactos da mineração.** 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12127: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas do pó.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12128: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12129: Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12130: Gesso para construção – Determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207: Gesso para construção.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Resíduos de gesso na Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2009.

BALTAR, Carlos Adolpho Magalhães; BASTOS, Flávio de Freitas; LUZ, Adão Benvindo. **Rochas e minerais industriais**. Gipsita, CETEM, Rio de Janeiro, p. 449-470, 2005.

BARBOSA, A. A.; FERRAZ, A. V.; SANTOS, G. A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso obtido do pólo do Araripe**. Cerâmica, v. 60, n. 356, p. 501-508, 2014.

BATISTA, Aline Cristina; NAKAMURA, Fernanda Satiko. **Viabilidade técnica da utilização de diferentes proporções de gesso e fosfogesso como material de construção**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BORGES, L. E. P. et al. **Caracterização mineralógica/cristalográfica da gipsita do Araripe**. In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia. 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2011.

BRASIL. Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 2002.

CANUT, Mariana Moreira Cavalcanti. Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção. 2006.

CINCOTTO, M. A.; AGOPYAN, V. e FLORINDO, M. C. **O gesso como material de construção. Parte 2**. Tecnologia das edificações, São Paulo, IPT-PINI, 1998^a, p57-60.

CINCOTTO, M. A.; AGOPYAN, V.; FLORINDO, M. C. **O gesso como material de construção. Parte 1**. Tecnologia das edificações, São Paulo, IPT-PINI, 1998^a, p53-56.

CIWMB (California Integrated Waste Management Board). **Drywall Recycling**. Disponível em: <<http://www.ciwmb.ca.gov/ConDemo/factsheets/Drywall.htm#Economics>>. Acesso em: 23 de Maio de 2020.

COSTA, Ceissa Campos. **Experiência e Perspectivas dos APL de Base Mineral do Brasil – Gesso**. 2016. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br/wpcontent/uploads/2016/10/Painel-I-Experi%C3%AAs-e-Perspectivas-dosAPL.pdf>>. Acesso em: 23 de Maio de 2020.

DA COSTA OLIVEIRA, Felisbela Maria et al. **Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe**. *Holos*, v. 5, p. 71-82, 2012.

DE FARIAS, JOSÉ OG. Ministério de Minas e Energia-MME Secretaria de Geologia. **Mineração e Transformação Mineral-SGM**, 2009.

DE OLIVEIRA, Thaís Mayra; POLISSENI, Antônio Eduardo. **RECICLAGEM DO GESSO: POTENCIAL DE APLICAÇÃO**. *Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis*, v. 8, n. 1, p. 40-45, 2013.

Departamento Nacional de Produção Mineral. **Gipsita - Sumário Mineral**, 2018.

Departamento Nacional de Produção Mineral. **Gipsita - Sumário Mineral**, 2009.

DIAS, A. M. N. **Gesso de construção; caracterização do pó, Pasta e Argamassa e Aplicação como Revestimento Interno**. São Paulo, Escola Politécnica, 1994.

Environment Agency Guidance on the Management of Landfill. **Gás Bristol**, p. 172, 2002.

ERBS, Alexandre et al. **Desenvolvimento de chapas de gesso acartonado exclusivamente a partir de seus resíduos**. 2020.

GAMA, Samara Cíntia Alves et al. **Análise do gerenciamento dos resíduos de gesso da construção civil no município de João Pessoa-PB**. 2015.

GISSO MONEA. **História do gesso**. Disponível em: <<http://gessomonea.com.br/page2.html>>. Acesso em: 15 de Maio de 2020.

GOURDIN, William Hugh; KINGERY, W. David. **The beginnings of pyrotechnology: Neolithic and Egyptian lime plaster.** Journal of Field Archaeology, v. 2, n. 1-2, p. 133-150, 1975.

JEULIN, D.; MONNAIE, P.; PÉRONNET, F. **Gypsum morphological analysis and modeling.** Cement and Concrete Composites, v. 23, n. 2-3, p. 299-311, 2001.

JOHN, Vanderley M.; CINCOTTO, Maria Alba. **Alternativas de gestão dos resíduos de gesso.** São Paulo, 2003.

KARNI, Joseph et al. **Gypsum in construction: origin and properties.** Materials and Structures, v. 28, n. 2, p. 92-100, 1995.

KRÜGER, Patrícia; DE SOUZA, Annelise Breus; KONOFAL, William Uczak. **Estudo da trabalhabilidade em argamassas e concretos com utilização de RCD.** 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2013.

MEDEIROS, Marcilio Sandro de; HURTADO-GUERRERO, José Camilo; SILVA, Lia Giraldo Augusto. **A saúde no contexto do polo gesseiro de Araripina-Pernambuco, Brasil.** Saúde e Sociedade, v. 19, p. 358-370, 2010.

MINDESS, Sidney; YOUNG, J. Francis; DARWIN, David. **Concrete Prentice-Hall.** Englewood Cliffs, NJ, v. 481, 1981.

MUNHOZ, F. C.; RENOFIO, A. **Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para a P+L.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia da Produção—**A Energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade.** Foz do Iguaçu, 2007.

MUNHOZ, Fabiana Costa. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa.** 2008.

NEVES, Marcos Fava; E CASTRO, Luciano Thomé. **Marketing e estratégia em agronegócios e alimentos.** Editora Atlas SA, 2000.

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do Concreto-5ª Edição.** Bookman Editora, 2015.

NOGUEIRA, Jesus Charles do Amaral et al. **Melhoria das propriedades do gesso com aditivo sintético e com látex de euphorbia tirucalli e de hevea brasiliensis para uso na construção de habitações de interesse social.** 2012.

PEREIRA, E. B. **Perfil Analítico da Gipsita.** Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional da Produção Mineral. Rio de Janeiro. Boletim, n. 15, 1973.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **Gesso: produção e utilização na construção civil–Sebrae.** 2008.

PERES, Luciano; BENACHOUR, Mohand; DOS SANTOS, Valdemir A. **O gesso: produção e utilização na construção civil.** Bagaço, 2001.

RIBEIRO, Abrahão Severo et al. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil.** 2006.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SANTOS, Valdemir Alexandre dos et al. **Análise cinética da reação de desidratação térmica da gipsita na obtenção do hemidrato beta.** 1996.

SAVI, Olindo. **Produção de placas de forro com a reciclagem de gesso.** 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.

SCHIESSL, Peter. **Durability of reinforced concrete structures.** Construction and Building Materials, v. 5, n. 10, p. 289-292, 1996.

SCHMITZ, Ítalo Benjamin et al. **Reaproveitamento do resíduo de gesso na execução de revestimento interno de vedação vertical.** Ambiente Construído, v. 10, n. 1, p. 103-119, 2010.

SILVA, J. B. et al. **Avaliação da Incorporação de Rejeitos de Gesso de Construção em Formulações de Massa Cerâmica.** 17 CBECIMat-Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2006.

SINDUSGESSO - Sindicato da Indústria do Gesso do Estado do Pernambuco. **Pólo Gesseiro**. Disponível em: <<https://www.sindusgesso.org.br/?s=polo+gesseiro+de+araripe>>. Acesso em: 15 de Maio 2020.

SOBRINHO, ACPL et al. **Balanco Mineral Brasileiro–Gipsita**. Acesso em, v. 20, 2017.

TESKE, Suzane. **Desenvolvimento de telha ecológica a partir de resíduo de gesso da construção**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

VELHO, J.; GOMES, C.; ROMARIZ, C. **Minerais industriais**. Universidade de Aveiro, p. 101-110, 1998.