

ESTUDO DO APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE GIPSITA NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA

Nigério dos Santos Sousa ¹
Jucimara Cardoso da Silva ²

RESUMO

Este trabalho estudou o aproveitamento do pó do mineral gipsita, uma vez que esse resíduo é descartado no meio ambiente, essa pesquisa buscou o aproveitamento desse material para a produção de argamassa de revestimento. As amostras estudadas foram coletadas na Empresa Companhia Brasileira de Mineração, localizada no Polo Gesseiro do Araripe, na cidade de Araripina-PE. Após uma etapa de classificação, as amostras foram caracterizadas por DRX e FRX. Foram confeccionadas duas argamassas no traço (1:1:6 e 1:2:6), respectivamente, cimento, resíduo e areia e duas argamassas no traço (1:2:4 e 1:2:5) para o cimento, resíduo e caulim. Em seguida, foram realizados ensaios com as argamassas para determinação de propriedades como massa específica, resistência à compressão, absorção de água e tempo de cura seguindo as normas regulamentadoras para argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos NBR (13276,13281,13279). Os resultados foram avaliados através de comparações com argamassas convencionais nos traços (1:1:6 e 1:2:8) de cimento, cal, areia. Os resultados de resistência à compressão simples, mostraram que as argamassas com resíduo de gipsita, obtiveram resistências superiores a 0,30 MPa, valor semelhante das argamassas convencionais e mostrando-se em conformidade com a NBR 13279. O tempo de cura foi regular para todas as argamassas de resíduo, pois, ficaram na faixa de 150 min. Observou-se uma redução média de 30% do custo de produção em relação à argamassa convencional, comprovando a possibilidade do uso do resíduo para fabricação de argamassa de revestimento de paredes e tetos.

Palavras-chave: Resíduo; Aproveitamento; Gipsita; Argamassa.

INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque mundial em reservas de gipsita, com um potencial de produção estimado em 1.452.198.000 toneladas, dos quais cerca de 90% estão concentradas nos estados da Bahia (44%), Pará (31%) e Pernambuco (18%), sendo o restante distribuído, em ordem decrescente, entre o Maranhão, Ceará, Piauí, Tocantins e Amazonas (IPA,2014). A porção das reservas que apresenta melhores condições de aproveitamento econômico está situada na região do Araripe, na fronteira dos Estados do Piauí, Ceará e Pernambuco, com destaque para as reservas de Pernambuco.

¹ Mestrando do Curso de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, nigeriocbm@gmail.com;

² Graduando pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, jucimara.engenhariacivil@gmail.com;

O polo gesso do Araripe no estado de Pernambuco, onde quase 90% da produção nacional de gesso está concentrada é formado pelos municípios de Araripina, Trindade, Ouricuri, Bodocó e Ipubi. No Polo Gesso são gerados 13,9 mil empregos diretos e 69 mil indiretos, resultantes da atuação de 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e cerca de 750 indústrias de pré-moldados, que geram um faturamento anual na ordem de R\$ 1,4 bilhões/ano (IPA, 2014).

O modo de extração da gipsita no Polo Gesso é feito por lavra a céu aberto com bancadas. Após a realização do desmonte, nem toda a rocha de gipsita fica com granulometria adequada para realização das etapas subsequentes de beneficiamento, sendo necessárias etapas de fogo secundários e utilização de martelos pneumáticos acoplados em escavadeiras. Por ser um mineral de baixa dureza, durante o processo de diminuição da granulometria, a gipsita libera grande quantidade de partículas pequenas (pó). Essas partículas são estocadas em locais próximos a zona de lavra como mostra a Figura 1.

Figura 1: (A) e (B) Depósitos de resíduo de gipsita na Companhia Brasileira de Mineração.
Local: Araripina –PE.

(A)



(B)



Fonte: Autoria própria.

Os prejuízos que a deposição do resíduo da gipsita vem causando ao meio ambiente são imensos, isso ocorre devido os depósitos acontecerem de forma irregular, na maioria das vezes de forma aleatória no entorno da mineração. Dentre os prejuízos que esse material pode causar podemos citar o desmatamento, poluição visual e a contaminação das águas das chuvas armazenadas em barreiros, açudes, riachos e córregos, pois quando chove ocorre o carreamento desse resíduo pelas águas, tornando-as salobras, e por consequência imprópria para as atividades humanas e até mesmo para o consumo animal. Assim, devido à grande quantidade de material descartado no meio ambiente, essa pesquisa tem como objetivo,

estudar a viabilidade do uso do resíduo de gipsita como insumo da argamassa empregada na construção civil, com foco na argamassa para revestimento.

METODOLOGIA

O resíduo de gipsita foi cedido pela Empresa Companhia Brasileira de Mineração. Essa empresa fica localizada no Sítio Ponta da Serra, distrito de Gergelim, município de Araripina-PE. Essa amostra foi classificada nas malhas de 80 a 100 # (Mesh), e caracterizada por uma análise química de fluorescência de raios-x (FRX) e determinação dos minerais presentes na amostra por difração de raios-x (DRX).

Em seguida foi realizada uma análise dos materiais que seriam utilizados juntamente com o resíduo de gipsita para compor a argamassa, como também, as proporções utilizadas. As argamassas de forma geral são constituídas por cimento, cal, areia, caulim e aditivos, então chegou-se à conclusão que inicialmente seriam moldados corpos de prova com cimento CP I (Cimento Portland Comum) como material ligante, e corpos de prova com gesso como material ligante. O resíduo foi utilizado em cada composição e foi variando o traço de areia e caulim como ilustrado na Tabela 1. Os traços utilizados foram dados em massa.

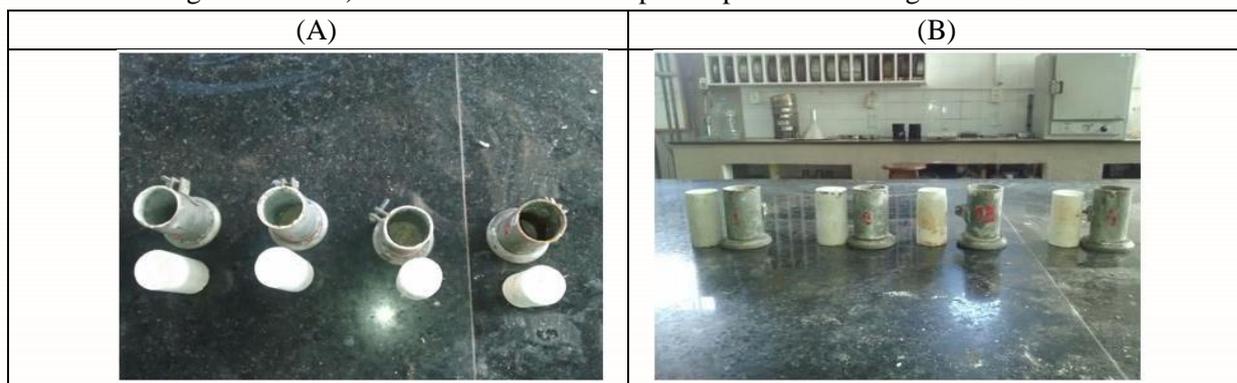
Tabela 1: Composição e traço inicial das argamassas.

Molde	Cimento	Gesso	Resíduo	Areia	Caulim	Traço
A1	x		x	x		1:1:6
A2	x		x		x	1:2:4
A3		x	x		x	1:1:4
A4		x	x	x		2:2:4

Fonte: Autoria própria.

A Figura 2 a seguir, mostra os moldes utilizados e os corpos de prova após um período de cura seca de 28 dias. Os moldes usados têm 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura.

Figura 2: A e B) Moldes utilizados e corpos de prova com secagem de 28 dias.



Fonte: Autoria própria.

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão simples, após um tempo de secagem de 28 dias, como regulamenta a NBR 13279, e a partir dos valores de resistência obtidos ao serem rompidos, foi possível verificar a viabilidade das composições. Dessa forma, selecionou-se as composições que tiveram maiores valores de resistência à compressão simples. A partir destas composições, foram elaborados diferentes traços, objetivando a determinação do traço mais econômico e que esteja em conformidade com os limites de resistência da norma regulamentadora.

As composições selecionadas foram as que continham cimento como material ligante. Estas composições são identificadas como A 1 e A 2 na Tabela 1, apresentada anteriormente. Após a seleção, foram moldados quatro novos corpos de prova, sendo dois da argamassa tipo A 1 (moldes 1 e 8 da Tabela 2) e dois da argamassa tipo A 2 (moldes 4 e 13 da Tabela 2). Os traços e composições definidos são ilustrados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Composição para os corpos de prova e traço definidos.

Molde	Cimento	Resíduo	Areia	Caulim	Traço
1	x	x	x		1:1:6
8	x	x	x		1:2:6
4	x	x		x	1:2:4
13	x	x		x	1:2:5

Fonte: Autoria própria.

○ **ENSAIOS REALIZADOS**

Após selecionar as composições pelo teste de compressão e definir os traços a serem utilizados na argamassa, foram selecionados os principais ensaios que devem ser realizados para produção da argamassa de revestimento que são: Ensaio de trabalhabilidade; Ensaio de tempo de pega; Ensaio de massa específica seca; Ensaio de absorção de água por imersão e Ensaio de compressão simples.

○ **Ensaio de trabalhabilidade**

O Primeiro ensaio realizado foi o teste da trabalhabilidade ou ensaio de consistência. Esse ensaio visou a determinação da quantidade ideal de água a ser utilizada na argamassa, de modo que sua trabalhabilidade seja a melhor possível, ou seja, que a argamassa fixe bem na colher de pedreiro, deslize sem dificuldade e agarre bem nas superfícies verticais das paredes. O teste consiste em moldar a argamassa em um recipiente em forma de tronco de cone e colocar sobre uma mesa de impacto denominada de Mesa Flow. Após o ensaio, é

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

realizada a medição do diâmetro da argamassa, esse diâmetro deve estar de acordo com o intervalo ≥ 245 mm e 265 mm \leq , como regulamenta a NBR 13276.

○ **Ensaio de tempo de pega**

É o tempo para o início de endurecimento da argamassa quando está misturada com água. Após ser misturada a argamassa ficou em repouso por 15 min e depois ser agitada e aplicada. Foram feitas porções de cada composição de argamassa e cronometrado o tempo de endurecimento.

○ **Ensaio de massa específica seca e absorção de água por imersão**

Os ensaios de massa específica e absorção de água, visaram determinar a massa específica e o grau de absorção de água da argamassa no estado seco. Desta forma, foi moldado corpos de prova de cada argamassa e em seguida, submetido a um período 28 dias para cura seca. Após o tempo de secagem, foi calculado a massa específica de cada corpo de prova. Para o teste de absorção de água por imersão, mergulharam-se os corpos de prova com secagem de 28 dias, em um recipiente com água, deixando-os imersos por um período de 24 horas. Em sequência, foram retirados do recipiente e calculado a sua nova massa. A Figura 3, demonstra a realização desses ensaios.

Figura 3: A) Imersão dos corpos de prova em água, B) Pesagem dos corpos de prova saturados.



Fonte: Autoria própria.

As equações para o cálculo da massa específica seca (1) e absorção de água por imersão (2) são:

$$ME = \frac{\text{Massa no estado seco}}{\text{Volume no estado seco}} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$AI = \frac{\text{Massa no estado saturado} - \text{Massa no estado seco}}{\text{massa no estado seco}} \quad \text{Eq. (2)}$$

(83) 3322.3222

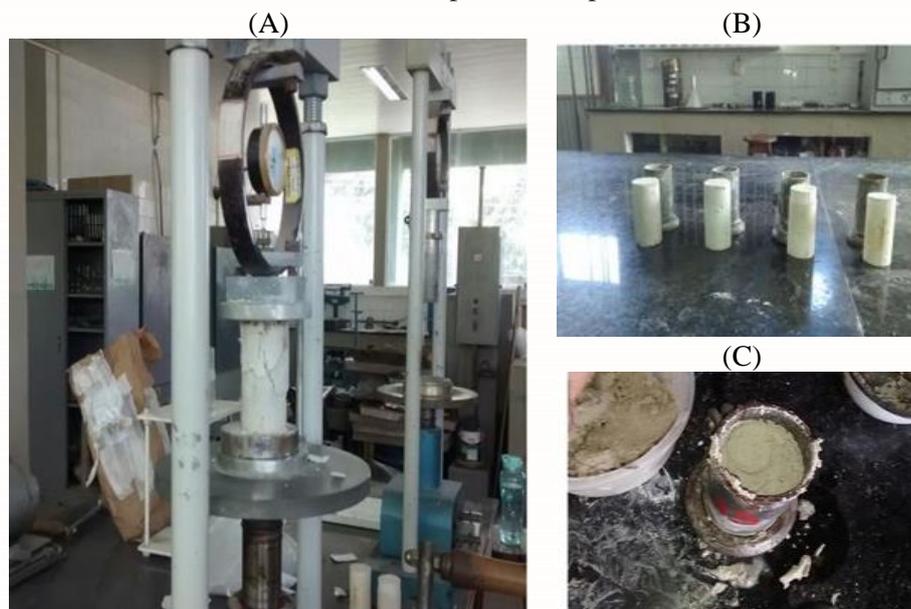
contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

○ **Resistência à compressão simples**

Após a moldagem dos corpos de prova (Figuras 4C e 4B), e realização dos ensaios de absorção de água e massa específica, o próximo ensaio realizado foi o teste de compressão simples, para determinação da resistência a compressão dos corpos de prova. O teste de compressão foi realizado no Laboratório de Engenharia de Pavimentos da UFCG. A máquina utilizada foi o modelo PAVITEST, da Contenco Indústria e Comercio LTDA. O ensaio foi realizado após um tempo de cura de 28 dias, conforme solicitado pela NBR 13279.

Figura 4: A) Moldagem dos corpos de prova. B) Corpos de prova com tempo de cura de 28 dias. C) Teste de compressão simples.

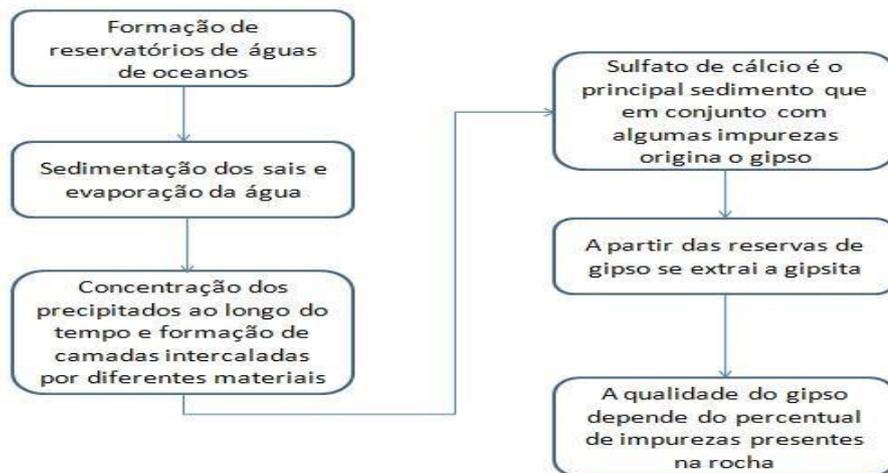


Fonte: Autoria própria

DESENVOLVIMENTO

O resumo do processo de formação dos depósitos de gipsita pode ser demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Formação dos depósitos de gipsita



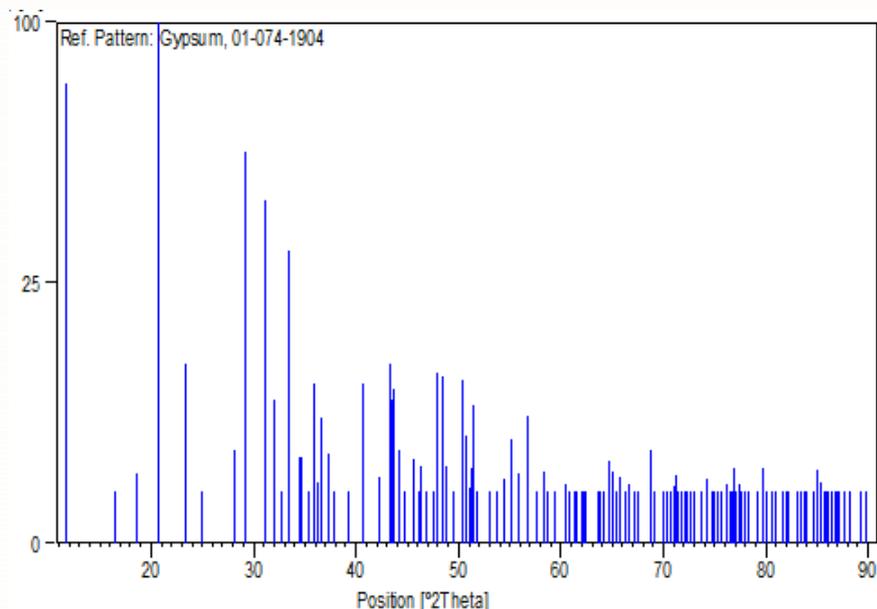
Fonte: COSTA, 2013.

RESULTADOS

- **Difração de raios-x**

Pela análise de difração de raios-x, foi comprovado que o resíduo é constituído puramente por gipsita, como mostra o difratograma apresentado abaixo. A análise dos dados de difração foi realizada através do software X'Pert HighScore Plus.

Figura 6: Difratograma da amostra



Fonte: Autoria própria

- **Fluorescência de raios-x**

A análise química através da fluorescência de raios-x, demonstrou que o resíduo é constituído basicamente por óxido sulfúrico e óxido de cálcio, com pequenas quantidades de sílica, fosforo e alumínio.

Figura 7: Análise química da amostra

Quantitative Result

Analyte	Result	Std.Dev.	Proc.-Calc.	Line	Int.(cps/uA)
S03	48.484 %	(0.048)	Quan-FP	S Ka	47.7464
Ca0	44.150 %	(0.050)	Quan-FP	CaKa	36.3539
Si02	3.152 %	(0.023)	Quan-FP	SiKa	1.2288
P205	2.102 %	(0.019)	Quan-FP	P Ka	1.1673
Al203	1.127 %	(0.026)	Quan-FP	AlKa	0.1716

Fonte: Autoria própria

- **Teste de Trabalhabilidade**

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, comparados aos resultados exigidos pela NBR 13276, pois, estão muito próximos do intervalo ≥ 245 mm e 265 mm \leq solicitado pela norma. A Tabela 3 a seguir, detalha os resultados obtidos com o ensaio de trabalhabilidade.

Tabela 3: Resultado dos testes de trabalhabilidade.

Molde	Cimento	Resíduo	Areia	Caulim	Traço	Trabalhabilidade (mm)	Água (g)
1	x	x	x		1:1:6	210	75
8	x	x	x		1:2:6	170	120
4	x	x		x	1:2:4	240	300
13	x	x		x	1:2:5	235	275

Fonte: Autoria própria.

- **Ensaio de tempo de pega**

Como mostra a Tabela 4, o resultado do tempo de pega de cada traço de argamassa é considerado aceitável, pois, a média dos resultados está dentro dos parâmetros, que fica em torno de 150 min. O aumento do tempo de pega na argamassa dos moldes 8, 4 e 13 pode ser influenciado pelo aumento da quantidade do resíduo de gipsita, pois, a gipsita já é um material utilizado na fabricação de cimento com função de prolongar o tempo de pega.

Tabela 4: Resultado do teste de tempo de pega.

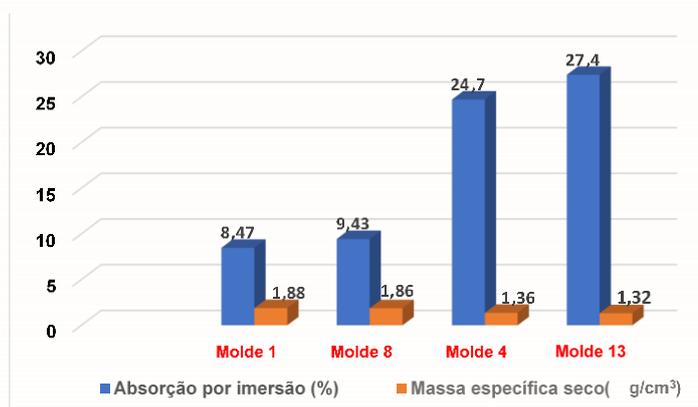
Molde	Cimento	Resíduo	Areia	Caulim	Traço	Tempo de pega (horas)
1	x	x	x		1:1:6	02:00:00
8	x	x	x		1:2:6	02:20:00
4	x	x		x	1:2:4	02:40:00
13	x	x		x	1:2:5	02:25:00

Fonte: Autoria própria.

○ **Massa específica seca e absorção de água por imersão**

As argamassas dos moldes 1 e 8 tiveram uma baixa absorção de água e massa específica adequada, se comparado com argamassas tradicionais que possuem uma absorção de água no intervalo de 15% a 20% e massa específica de 1,5 g/cm³ a 2,0 g/cm³. As argamassas dos moldes 4 e 13 tiveram uma absorção de água maior e uma massa específica menor, esse resultado foi influenciado provavelmente, pelo uso do caulim na sua composição. Na Figura 8, pode ser observado os resultados do ensaio de massa específica seca e absorção de água por imersão.

Figura 8: Resultado dos testes de absorção e massa específica seca



Fonte: Autoria própria.

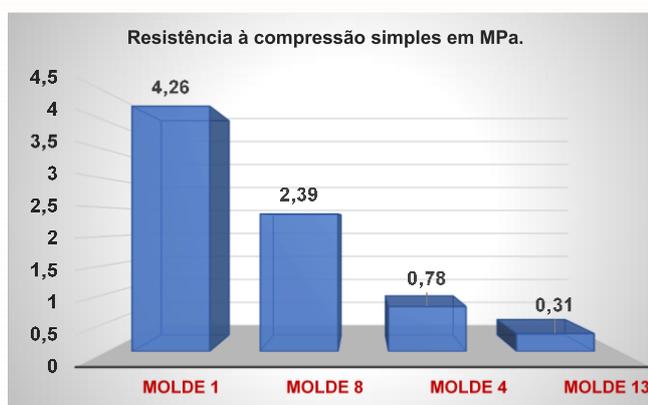
○ **Resistência à compressão simples**

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois, todos os corpos de prova apresentaram resistência à compressão superior a 0,30 MPa, sendo que, a resistência mínima requisitada pela NBR 13279, corresponde a 0,1 MPa. As argamassas dos moldes 1 e 8

apresentaram uma resistência muito grande, com possibilidade de ajustar os traços e poder utilizar mais resíduo ou areia, o que reduziria seu custo de produção.

As argamassas dos moldes 4 e 13 apresentaram uma resistência aceitável, pois, estão dentro dos limites da norma, porém, a possibilidade de ajuste nos traços da composição visando aumento da quantidade de resíduo ou caulim, possivelmente não será possível. A baixa resistência obtida nas argamassas dos moldes 4 e 13 pode estar relacionada ao uso do caulim nas suas composições. Os resultados podem ser observados no Figura 9 a seguir.

Figura 9: Resultado do teste de compressão aos 28 dias de cura



Fonte: Autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo mostraram que o resíduo da lavra de gipsita pode ser utilizado como um dos componentes para fabricação de argamassa de revestimento de paredes e tetos. O ensaio de resistência à compressão simples constatou que a resistência das argamassas com resíduo aos 28 dias de cura, está dentro dos limites submetidos pela NBR 13279, pois, todas as argamassas tiveram resistência superior a 0,3 MPa, sendo que, o valor mínimo requisitado pela norma é 0,1 MPa.

A possibilidade do uso do resíduo como insumo para produzir a argamassa, traz como principal vantagem o fato de proporcionar um destino adequado para esse material, reduzindo os impactos ambientais e podendo se tornar uma fonte de renda e trabalho.

A viabilidade do uso do resíduo na fabricação da argamassa pode ser confirmada, porém, ainda existe a necessidade de realização de mais testes e pesquisas mais aprofundadas, principalmente sobre os efeitos do sulfato de cálcio no cimento com o passar do tempo da aplicação da argamassa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos-determinação da resistência à compressão.** NBR 13279. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos-Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.** NBR 13278, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica.** NBR 9778, Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** NBR 13276, Rio de Janeiro, 2002.

BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F.F.; LUZ, A.B. **Diagnóstico do polo gesso de Pernambuco com ênfase na produção de gipsita para fabricação de cimento.** Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Engenharia de Minas. 2003. Disponível em:< <http://maxgesso.com.br/download/Gipsita%20ufpe.PDF>>. Acesso em maio de 2018.

BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F.F.; LUZ, A.B. **Rochas e Minerais industriais: usos e especificações.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005, p452.

COSTA, Juliana Elionara Bezerra. **Análise comparativa entre as propriedades do gesso obtido de resíduo proveniente dos cristalizadores da produção de sal e gessos comerciais.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2013, p23.

IPA. Instituto Agrônomo De Pernambuco. **POTENCIALIDADES DO POLO GESSEIRO DO ARARIPE.** 2014. Disponível em:< <http://www.ipa.br/novo/arquivos/paginas/1-Palestra%20-%201.pdf>>. Acesso em julho de 2018.

LYRA SOBRINHO, A.C.P.; AMARAL, A.J.R. e DANTAS, J.O.C. **Gipsita.** Sumário Mineral DNPM, 2004, p80-81.

MENOR, E.A.; AMARAL, A.J.R. e SOUSA, V.C. **Projeto Gipsita: Relatório Preliminar.** Recife, DNMM, Projeto Gipsita, Relatório Técnico. Etapa I, 1995, p42.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e transformação mineral.** 2009, p8.

