CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE GESSO DE DEMOLIÇÃO DO MUNICIPIO DE TUCURUÍ-PA

Ângela Maria Almeida Costa [(1)]; Ruthe Noemia Corrêa dos Reis [(2)]; Grazielle Tigre de Souza [(3)]

(1) Universidade Federal do Pará (UFPA) – angelacosta82@outlook.com; (2) UFPA- ruthe40@hotmail.com; (3) UFPA – grazielle_tigre@hotmail.com.

RESUMO

Os resíduos de obras ainda são vistos como grandes ameaçadores do meio ambiente. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal a busca pelo aproveitamento do resíduo da construção civil da cidade de Tucuruí-Pa, especificamente o resíduo de demolição de elementos de gesso, para tanto, buscou-se avaliar as características deste material e seu potencial reciclável. Para a presente pesquisa realizou-se a coleta de resíduos de placa de forro de gesso e posterior separação e beneficiamento deste material. Após o processo de recalcinação desenvolveu-se a caracterização do material quanto às propriedades físicas (granulometria e massa unitária) e propriedades químicas (água livre, água de cristalização, teor de óxido de cálcio e de anidrido sulfúrico) do gesso em forma de pó. Realizou-se ainda a análise das propriedades físicas da pasta (consistência normal e tempo de pega) e das propriedades mecânicas (dureza superficial e resistência à compressão) no estado endurecido. Os resultados obtidos atenderam em grande parte no que previa as normatizações, possibilitando avaliar de maneira positiva o material. Diante do exposto, certificou-se a viabilidade da reciclagem do gesso oriundos de demolições, sendo que, o material atende o que preconiza as Normas vigentes e pode ser reutilizado nas suas diversas aplicações na construção civil.

Palavras-chave: resíduo, impacto ambiental, caracterização.

CHARACTERIZATION OF THE DEMOLITION PLASTER WASTE OF THE MUNICIPALITY OF TUCURUÍ-PA

ABSTRACT

Work waste is still seen as a major threat to the environment. In this context, this work has as main objective the search for the use of the waste from the civil construction of the city of Tucuruí-Pa, specifically the residue of demolition of gypsum elements, for this purpose, it was sought to evaluate the characteristics of this material and its recyclable potential . For the present research was carried out the collection of residues of gypsum lining board and subsequent separation and processing of this material. After the calcining process the material characterization (granulometry and unit mass) and chemical properties (free water, water of crystallization, calcium oxide content and sulfuric anhydride) of the gypsum in the form of powder were developed. The physical properties of the paste (normal consistency and bonding time) and the mechanical properties (surface hardness and compressive strength) in the hardened state were also analyzed. The results obtained were largely in accordance with the normalization, allowing a positive evaluation of the material. In view of the above, the feasibility of the recycling of gypsum from demolitions was certified, and the material complies with the standards in force and can be reused in its various civil construction applications.

Keywords: waste, environmental impact, characterization.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com SILVA[1] *et al* (2006 *apud* LIMA FILHO,2010)na indústria da construção civil o controle de rejeitos e resíduos tem se tornado de fundamental importância na execução de uma obra, tendo em vista que a quantidade de entulho pode provocar sérios problemas ambientais , uma vez que grande parte dos resíduos é depositada de forma irregular, como em lixões clandestinos , margens de rios e córregos, ou em aterros baldios, sendo um dos principais responsáveis pelo esgotamento de áreas de aterros em cidades de médio e grande porte.

Depois da nova resolução de nº 431 do CONAMA [2] de 24 de maio de 2011, onde o gesso passa a integrar o grupo B dos materiais residuais da construção civil, que corresponde aos materiais recicláveis, o estudo deste resíduo vem contribuindo para a retirada deste material do meio ambiente. A ideia de reciclagem do gesso, vem colaborar diretamente para a diminuição da extração da matéria prima gipsita da natureza e atuar no cenário socioeconômico do setor construtivo.

Os problemas com os resíduos de gesso não estão localizados apenas nos grandes centros urbanos, onde a construção civil emprega esses produtos, começam nas empresas que fabricam os pré-moldados e geram toneladas desse entulho sem destinação própria, na maioria dos casos deixados à beira de estradas e rodovias federais e estaduais e no entorno das fabricas como entulho indesejado (RIBEIRO, 2011) [3].

Na região de Tucuruí todos os rejeitos da produção, tanto na utilização como material de fundição ou na aplicação de revestimento, são lançados nas estradas e vicinais e também descartadas em caçambas coletoras de entulhos na zona urbana e até mesmo nas vias públicas. Em consequência disso, o resíduo torna-se um agravante ao solo, lençóis freáticos e na paisagem urbana do município.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal buscar fortalecer a ideia de reciclagem dentro setor construtivo caracterizando este material para avaliar se as condições do gesso reciclados atendem o que preconiza a Norma ABNT NBR 12307:2017[4], onde o material já se encontra mencionado como alternativa para uso em igual valor ao gesso comercial. Espera-se com isso, a busca pelo conhecimento técnico do material para que os conceitos de reciclagem sejam melhor concebidos na cultura local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado na pesquisa foi o resíduo de gesso de demolição de forro. Os procedimentos experimentais se procederam no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará campus de Tucuruí. Sendo que todos os procedimentos adotados foram imprescindíveis para alcançar os objetivos propostos.

Inicialmente, fez-se necessário a coleta, trituração e reciclagem da amostra de resíduo de gesso (RG). Posteriormente, foram realizados os ensaios para caracterização do gesso reciclado, compreendendo: granulometria e massa unitária, água livre, água de cristalização, teor de óxido de cálcio e teor de anidrido sulfúrico. Por fim, procedeu-se o preparo da pasta e execução dos ensaios no estado fresco (consistência normal e tempo de pega), e estado endurecido (dureza superficial e resistência à compressão).

2.1 Coleta e beneficiamento do Resíduo de Gesso

O resíduo de gesso (RG) foi obtido a partir da coleta em uma determinada obra no município de Tucuruí –PA, onde a empresa responsável pelo serviço descartava os resíduos em caçambas estacionárias situadas próximo a obra. Todo o material utilizado foi proveniente de placas pré-moldadas de forro.

Vale ressaltar que a coleta foi realizada logo após o descarte evitando assim que o material se misturasse a outros produtos. Após a etapa de coleta do material, o mesmo foi levado para o laboratório da UFPA para a realização das próximas etapas previstas na pesquisa.

A trituração do material foi realizada em aparelho *Abrasão Los Angeles*, conforme figura 1.Para a limpeza do recipiente foi feito uma imprimação com 2kg de resíduos e 10 esferas com 100 rotações.

Figura 1- Aparelho Abrasão Los Angeles.



Na sequência, pós-limpeza do aparelho, duas amostras de 5kg foram submetidas ao trituramento com 1000 rotações em ambas, porém para a primeira amostra usou-se 10 esferas e na segunda 15, (Gouveia ,2013) [4].

A massa triturada em ambas amostras foi peneirada em peneira 2mm, segundo a Norma ABNT NBR 12127: 2017[5] - Determinação das propriedades físicas do pó - a qual determina que o material para os ensaios de granulometria e massa unitária tem que ter seus grãos menores que 2mm. Essa granulometria inicial de 2mm é a mesma requerida para o gesso comercial. O resultado deste procedimento possibilitou a escolha de uma opção que mais se adequasse quanto ao melhor processo de trituração, os resultados estão descritos na Tabela 1. Para este parâmetro foi adotado procedimento da amostra 2.

Tabela 1- Aproveitamento da trituração.

	Peso da amostra (g)	Nº de esferas	Nº de rotações	Material passado na peneira 2mm (g)
Amostra 1	5000	10	1000	2783,8
Amostra 2	5000	15	1000	4514,5

2.2 Re-calcinação

Do material obtido na amostra 2, foram separados 2kg, na sequencia esta amostra foi quarteada e levada para secar em estufa, conforme figura 2. A temperatura utilizada foi 140ºC, para um período de 24 horas.

Figura 2- amostra quarteada.



2.3 Determinação das propriedades físicas do pó

2.3.1 Determinação da granulometria

Para iniciar o ensaio foi preparada uma amostra de 300g do material e passado na peneira 2,0mm. Da amostra anterior foi retirado 210g para atingir massa constante em estufa à 40ºC. Em seguida uma nova amostra de 50g foi separada para passar na peneira 0,29mm, conforme preconiza a Norma ABNT NBR 12127: 2017.

2.3.2 Determinação da massa unitária

Esse parâmetro trata-se da relação entre a massa não compactada de material e o volume do recipiente. Para a determinação da massa unitária utilizou-se amostras de 100g de RG, essas foram colocadas para passar por um conjunto (funil mais recipiente) até o enchimento do recipiente, na sequência fez-se o rasamento e pesagem do conjunto. Este procedimento se repetiu para que uma média fosse feita entre os resultados. Essa amostra deve ser considerada válida caso a diferença entre as amostras não ultrapasse 5% desta média. Foram executados dois ensaios para que se cumprisse o que rege a norma, a Tabela 2 mostra os detalhes desta execução.

Tabela 2 - Preparação da amostra para ensaio de massa unitária.

Ensaio	Amostras (g)	Média (g)	Diferença	Verificação	Resultado
1	A 796,8	825,3	57 g	>5%	Não passou
	B 853,8				
2	A 842,4	858,1	31,4 g	<5%	Passou
	B 873,8				

2.4 Determinação das propriedades físicas da pasta

2.4.1 Determinação da consistência normal

O ensaio de consistência normal fixa a relação água/gesso para que a pasta obtenha uma fluidez adequada para manipulação. O procedimento atendeu o que preconiza a Norma ABNT NBR 12128: 2017[6] – Determinação das propriedades físicas da pasta – e iniciou-se com a preparação de uma amostra de 3000g de GR, em seguida preparou-se uma solução com 20g/L de citrato de sódio para usar com retardador. Posteriormente foram transferidos 10g desta solução um recipiente e adicionado 150g de água destilada. A massa de GR foi então misturada em diferentes quantidades

até obter a consistência determinada pela norma. A primeira amostra de pasta foi adotada na proporção de 0,6 água/GR. As massas obtidas foram transferidas para tronco de cone previamente lubrificado e a aferição das amostras foram feitas em aparelho *Vicat*. O ensaio da relação água/gesso é determinado quando a penetração na pasta alcança 30mm. Os tempos de início e fim de pega foram marcados em cronômetro ligado desde o momento que o gesso entra em contato com a água.

2.5 Determinação das propriedades mecânicas

2.5.1 Preparação da pasta e moldagem dos corpos de prova

A pasta preparada para a fundição dos corpos de prova para os ensaios mecânicos obedeceu aos requisitos utilizados na determinação da consistência normal, onde a relação água/GR foi de 0,51. Os corpos de prova foram feitos simultaneamente em molde com capacidade para 3 corpos de provas cúbicos de arestas com 50mm, de acordo com Norma ABNT NBR 12129:2017[7].

Para a preparação da amostra 3000g GR foram separada para a moldagem dos corpos de prova. O molde utilizado foi uma adaptação feita com madeira revestida com E.V.A. (Espuma Vinílica Acetinada) no intuito de atender os requisitos fixados em Norma, o molde adaptado é ilustrado na Figura 3.

Figura 3- molde adaptado e execução do ensaio.



2.5.2 Determinação da dureza superficial

Após o desmolde, os corpos de prova ficaram em ambiente de circulação normal à temperatura de 28 º C a 45º C, até o momento de massa constante e em seguida passaram para dessecador por 24h e foram submetidos ao ensaio imediatamente após a retirada de dessecador, para tanto foi utilizado uma prensa manual universal da marca *Solotest*.

Na obtenção da dureza superficial usou-se uma esfera de diâmetro 10mm sob a ação de uma carga inicial de 50 N e após 2 segundos aplicou-se a carga de 500N, mantendo esta carga sobre o corpo de prova por 15 segundos prosseguindo com a aferição da impressão.

2.5.3 Determinação da resistência à compressão

Com os mesmos corpos de prova do ensaio de dureza foram feitas as medições das resistências à compressão em aparelho de prensa de ensaio a compressão para argamassas da marca *Matest,* devidamente configurado para as dimensões dos corpos de prova conforme a figura 4.

Figura 4- Aparelho Matest configurado para o corpo de prova.



2.6 Determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.

2.6.1 Determinação da água livre

O ensaio de determinação de água livre verifica a quantidade de água que a massa possui que não interfere na cristalização da partícula, este procedimento está descrito na Norma ABNT NBR 12130:2017[8]. A água livre foi calculada, tomou-se uma amostra de 50g de GR e posteriormente foi levada à estufa na temperatura de 40°C até a massa constante.

2.6.2. Determinação da água de cristalização

Este ensaio determina a quantidade de água responsável para a cristalização da partícula de GR. O ensaio iniciou-se com a separação de uma amostra do obtida no ensaio de água livre de 2g e

levada a estufa à temperatura de 230ºC até a massa constante. Depois de atingir a massa constante a amostra foi pesada e nomeada M_2.

2.6.3. Determinação do óxido de cálcio

Tanto para a determinação do teor óxido de cálcio quanto para a determinação do teor anidrido sulfúrico foi preparada uma amostra tratada de GR e solução de ácido clorídrico (HCL) com água destilada. Este ensaio foi realizado por meio de titulação da amostra com uma solução de permanganato de potássio 0,1N ($KMnO_4$) a que foi preparada e colocada em repouso durante uma semana.

Da amostra de GR e ácido clorídrico (HCL) foi tomada uma alíquota de 100ml e adicionado 100ml de água destilada, gotas de ácido nítrico concentrado ($HNO_{3)}$ foram adicionados à solução e levada à aquecimento de 100ºC. Foram adicionados ainda nesta solução, as soluções de coreto de amônio (NH_4CL) e hidróxido de amônio concentrado (NH_4OH). A solução foi posta novamente em repouso em banho-maria e em seguida filtrada em ao processo de filtração lenta até a eliminação dos cloretos, o ensaio foi feito em duplicata.

A solução obtida foi reduzida para 250ml e regada com oxalato de amônio para a precipitação do cálcio e posta novamente para descansar em banho-maria por 1hora. Em seguida a solução passou por filtração lenta com uma sequência de 10 lavagens com água quente. Após este procedimento foram adicionados 20ml de ácido sulfúrico ($H_2SO_{4)}$ e completado com água até o volume de 200ml, estes procedimentos foram realizados em duplicata.

A titulação foi realizada com a solução de permanganato de potássio sobre a amostra resultante dos procedimentos, após a determinação do *Equivalente*, realizou-se então a determinação do óxido de cálcio.

2.6.4. Determinação do anidrido sulfúrico

Para este ensaio usou-se uma alíquota de 10 ml da solução de GR e ácido clorídrico (HCL) completado com água até o volume de 200ml e após aquecimento foi adicionado uma solução de cloreto de bário (100g/L), (10 ml). Após descansar por 24h a solução foi levada à mufla a 900ºC para atingir massa constante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

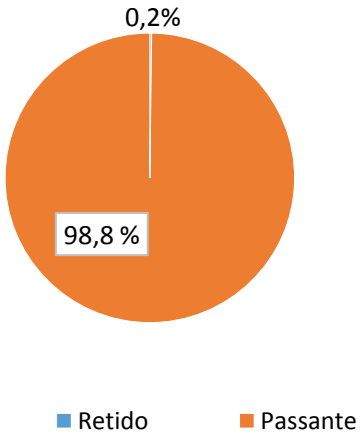
3.1 Propriedades físicas do gesso em forma de pó

3.1.1 Granulometria

Os ensaios realizados atenderam o que estabelece parâmetros de aceitação do gesso de fundição para a construção civil, prevê como requisito a material de gesso passante na peneira 0,29mm seja ≥ 90%.

Estabelecidos os critérios, os resultados obtidos para a granulometria consistiram no peneiramento do GR na peneira de abertura nominal 0,29mm em duplicata, o material retido atendeu aos requisitos fixados pois, após término do peneiramento a massa retida teve um peso de 0,1g nas duas amostras ensaiadas. O Gráfico 1 exibe o resultado do ensaio.

Gráfico 1 - Ensaio de granulometria.



3.1.2 Determinação da massa unitária

De acordo com os procedimentos de execução de ensaio com o resíduo de gesso, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Massa unitária do resíduo de gesso.

Material (g)	Mu(g/cm³)	Mu exigida
GR	910,47	Mu ≥ 600

De acordo com Tabela 3 a massa unitária obtida foi de 910,47 g/cm³, para ser considerada satisfatória a razão da massa e o volume do recipiente tem que ser ≥ 600 g/cm³. De acordo com o resultado a massa unitária do ensaio do gesso reciclado atendeu aos parâmetros exigidos.

3.2 Água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.

Os valores encontrados para os ensaios químicos para a determinação da água livre, determinação da água de cristalização, teores de óxido de cálcio e teores de anidrido sulfúrico do GR estão disposto na Tabela 4.

Tabela 4 - resultados dos ensaios químicos do GR.

	Água livre	Água de cristalização	Óxido de cálcio (CaO)	Anidrido sulfúrico (SO_3)
Valor obtido (%)	0,43	1,5	23,84	-
Exigido pela NBR 13207 (%)	Máx. 1,3	4,2 a 6,2	Mín. 38	Mín. 53

De acordo com resultado da Tabela 4, o teor de água livre e de água de cristalização estão de acordo ao estabelecido, para limite máximo de água livre 1,3 % e para água de cristalização entre os valores de 4,2 a 6,2%, os resultados marcaram respectivamente 0,43 % e 1,5%. Para os ensaios de teores de Óxido de Cálcio (CaO) o ensaio determinou um teor de 23,84 %, inferior ao valor de teor mínimo de 38%.

Não foram obtidos resultados para teores de anidrido sulfúrico (SO_3) neste trabalho, pois, para o resultado deste ensaio era necessário que a amostra ficasse em mufla até a massa constante, no entanto, o ensaio foi paralisado porque o aparelho não atingiu a temperatura exigida. E, embora os teores de óxido de cálcio não tenham alcançado o valor mínimo, observa-se por análise, que os valores para a água total do composto foram satisfatórios e que relativamente o valor da anidrita do composto analisado está superior a 90%.

Segundo Baltar *et al (2005) apud* Calvo (2003), a anidrita só assume outra forma sob temperaturas que variam de 180 a 250º C.

3.3 Determinação das propriedades físicas da pasta

3.3.1 Propriedades físicas da pasta para a consistência normal

A definição da consistência normal da pasta é um procedimento que determina a melhor relação água/gesso na qual se obtém uma fluidez da pasta adequada à manipulação. Os resultados estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Propriedades físicas da pasta para a consistência normal.

Relação água/gesso (g)	Aferição (mm)	Resultado	Exigido pela NBR
0,60	0,0	Não atende	3,00 mm
0,50	37	Não atende	
0,52	27,5	Não atende	
0,51	3,00	Atende	

De acordo com o resultado, a consistência que atendeu o valor normativo de 3mm no aparelho *Vicat* foi a de 0,51. Ressalta-se que, o aparelho *Vicat* utilizado não teve modificações (previstas pela norma) e possivelmente houve diferença na obtenção de um melhor resultado.

3.3.2 Propriedades físicas da pasta para os tempos de início e fim de pega

Com a pasta da consistência normal obtida foram realizados os ensaios de tempos de início e fim de pega. A figura 5 apresenta o esquema de calor de hidratação da pasta de gesso e os resultados deste ensaio está descrito na Tabela 6.

Figura 5- Esquema da curva de hidratação da pasta de gesso.

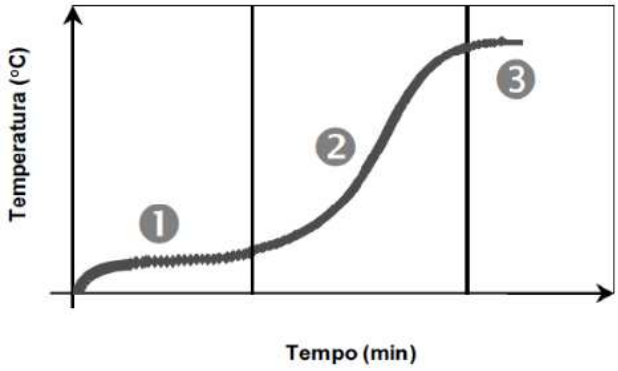


Tabela 6 - Resultado do ensaio de tempo de pega.

Consistência normal	Inicio de pega	Fim de pega	Exigido pela NBR	
0, 51	17’17’’	27’33’’	≤ 10	≤ 20

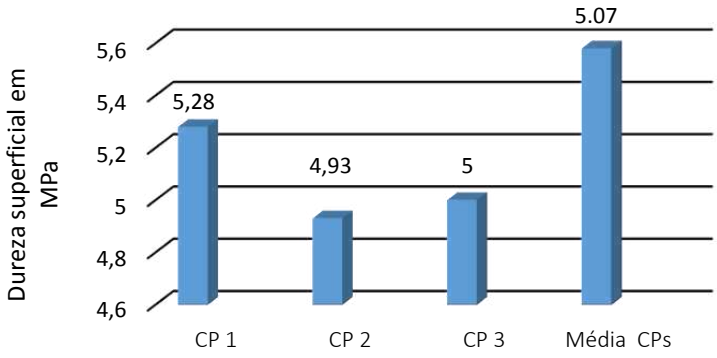
De acordo com o resultado, tanto para o tempo de início de pega quanto para o fim de pega a pasta não obteve o resultado esperado, sendo o tempo obtido para início de pega de 17’17’’ e para o fim de pega de 27’33’’. No entanto atende esses resultados atendem os parâmetros para o gesso de revestimento (sem aditivos) e gesso para revestimento (com aditivos).

3.4 Determinação das propriedades mecânicas

3.4.1 Propriedade da dureza

O ensaio foi determinado a partir da média de aferição em três corpos de prova de dimensões 50x50x50mm. Os resultados para a dureza superficial obtidas no ensaio estão no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Dureza superficial.



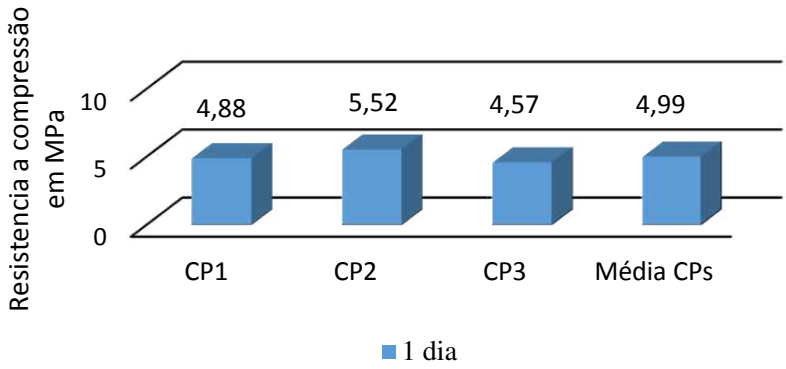
Conforme o Gráfico 2, foi obtido o resultado para a dureza superficial de 5,07 N/mm. O resultado não atendeu a NBR, entretanto, para o ensaio não foram estabelecidas datas de cura, a norma não estabelece, as aferições das propriedades mecânicas foram realizadas logo após terminado o processo isotérmico das amostras. Porém, baseado em literaturas podemos verificar que o material aumenta suas resistências mecânicas em várias datas posteriores.

3.4.2 Resistência a compressão

Os corpos de prova foram submetidos a prensa para a determinação da sua resistência a compressão, que define determinação da densidade aparente no gesso no momento de sua

ruptura. A ABNT NBR 13207:2017[9] não determina parâmetros para a idade de ruptura para ensaio de resistência a compressão, todavia os resultados obtidos foram analisados de acordo com as literaturas pesquisadas. O Gráfico 3 mostra os resultados obtidos para a idade de 1 dia.

Gráfico 3 - Resultados obtidos para a idade de 1 dia.



Como mostra o Gráfico 3, para a idade de 1 dia os corpos de prova tiveram uma média de resistência de 4,99 Mpa. Entretanto, para efeito de relação à estudos anteriores, verificou-se que os valores obtidos foram compatíveis com os resultados de alguns autores. Neste contexto, Apolinário (2015) [10], obteve para o gesso reciclado uma média de resistência a compressão de 5,05 Mpa.

4. CONCLUSÃO

O gesso reciclado produzido em laboratório foi ensaiado segundo as exigências normativas vigentes e pode-se observar que quanto aos requisitos do pó o GR atende na granulometria com mais de 90% de material passado na peneira de abertura nominal 0,29mm. A massa unitária obtida superou os parâmetros estabelecidos com o valor 910,47g/cm³, o GR atendeu ao estabelecido que é uma compactação ≥ 600g/cm³.

Nos ensaios químicos o GR atende nas determinações da água livre e de cristalização que chegaram ao resultado de 0,43% e 1,5% respectivamente. A verificação do teor de anidrido sulfúrico na amostra ensaiada não pôde ser concluída por inviabilidade energética do laboratório de química, já o resultado quanto ao teor de óxido de cálcio os resultados mostraram que a amostra de GR ficou abaixo do mínimo especificado pela norma.

Para a determinação da consistência normal foi observado que a pasta obtida com a relação 0,51 de água /GR comprometeu a trabalhabilidade. No entanto, a consistência obtida atende para a execução de revestimento. Para os tempos de cura, com a consistência obtida não foi possível atender os requisitos de início e fim de pega para gesso de fundição, mas atendeu para o gesso de revestimento com e sem aditivos.

Para os ensaios de resistência mecânica, quanto a dureza as amostras não atingiram o que especifica a norma, isso pode ter ocorrido devido ao fato de não ter havido datas posteriores de cura. Entretanto, como foi dito no capítulo respectivo, os estudos realizados comprovaram que em idades superiores a 1 dia o GR alcança os valores exigidos em norma. Da mesma forma em relação ao ensaio de resistência a compressão, onde o resultado obtido com o ensaio não atendeu ao que prescreve a norma, mas foi similar aos resultados obtidos por outros autores para a idade de 1 dia.

5. REFERÊNCIAS

1. LIMA FILHO, Hilário Jorge Bezerra de. **Tratamento dos resíduos de gesso da construção e da demolição- RCD para a produção de gesso.** 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
2. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 25 maio 2011.
3. RIBEIRO, Abrahão Severo. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil.** 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ufpb-ct, Universidade Federal de Pernambuco, João Pessoa, 2006.
4. GOUVEIA, Fernanda Pereira. **Efeito da adição de fíler gesso nas propriedades dos ligantes asfálticos e concretos asfálticos.** 2013. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12127**: Gesso para construção – determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2017.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12128**: gesso para construção – determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 2017.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12129**: gesso para construção – determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 2017.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12130**: gesso para construção – determinação da água livre e de cristalização e teores de oxido de cálcio e anidrido sulfúrico. Rio de Janeiro, 2017.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207**: gesso para construção civil – apresentação. Rio de Janeiro, 2017.

10. APOLINARIO, Giovani Mateus. **Reutilização do resíduo de gesso da construção civil.** 2015. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.