ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RESÍDUO DO PÓ DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA RECICLAGEM E PRODUÇAO DE PEÇAS DECORATIVAS

Cristian S. Nunes [1], Gessica C. Zambrano[1], Ângela Maria A. Costa[1], Ruthe C. Reis[1], Aleson M. Quaresma[1]

[1]Discente da Universidade Federal do Pará.
Rodovia BR 422 km 13 – Canteiro de Obras UHE - Vila Permanente, Tucuruí - PA, 68464-000.
Christian_tur@hotmail.com, hikari8149@gmail.com, Lanarte_angel@hotmail.com, Ruthe40@hotmail.com, ale.bquaresma@gmail.com

Abstract. The determination of the free water and water of crystallization, the contents of Calcium Oxide and Sulfuric Anhydride and the determination of the unit mass and grain size are some of the requirements in the norms ABNT NBR 12130: 2017 and ABNT NBR 12127: 2017, so that, soon after laboratory tests the gypsum dust residue from the construction industry can be reused. The present article aims to highlight the process of characterization of gypsum dust residue taking into account Physical-chemical attributes, in addition to reusing it to make decorative pieces. The results of the chemical and physical tests on the construction residue presented a good adaptation to the current norms, the decorative pieces obtained from the residue were viable.

Keywords: Gesso; Físico-químicos; Decoratives parts

Resumo. A determinação da água livre e água de cristalização, dos teores de Óxido de Cálcio e do Anidrido Sulfúrico e a determinação da massa unitária e de granulometria são alguns dos requisitos presentes nas normas ABNT NBR 12130:2017 e ABNT NBR 12127:2017, para que, logo após ensaios realizados em laboratório o resíduo do pó de gesso oriundo da construção civil possa ser reutilizado. O presente artigo tem como objetivo destacar o processo de caracterização do resíduo do pó de gesso levando em consideração atributos Físico-químicos, além de reutilizá-lo para fabricar peças decorativas. Os resultados dos ensaios químicos e físicos feitos no resíduo de construção apresentaram uma boa adequação as normas vigentes, as peças decorativas obtidas a partir do resíduo foram viáveis.

Palavras-chave: Gesso; Físico-químicos; Peças Decorativas

1. Introdução

O gesso em sua forma pura é denominado gpsita tem basicamente em sua composição química os seguintes elementos: Óxido de Cálcio CaO (32,5%), Anidrido Sulfúrico SO_3 (46,6%) e água H2O (20,9%) BALTAR et al. (2005), já em sua forma transformada ou o gesso propriamente dito outros elementos são incorporados ao mesmo como o Fósforo (P), Enxofre (S), Ferro (Fe), entre outros, BARSOSA et al. (2014). Segundo OLIVEIRA et. al (2012) a gipsita cristaliza- se no sistema monoclínico, apresenta a classe prismática, biaxial positivo. Ainda, segundo os autores, os termos "gipsita", "gipso" e "gesso" são usados frequentemente como sinônimos.

Os termos gipsita e gipso podem ser denominandos igualmente o mineral em estado natural, enquanto gesso indica o produto industrial calcinado a 160-180 °C, hemi-hidratado, mineralogicamente conhecido como bassanita ($CaSO_4.1/2H_2O$), após sua transformação o assim já denominado gesso o produto é utilizado em vários setores da vida cotidiana, como na hospitalar para realinhamento ósseo e na construção civil em diversas formas, uma delas é como decorativa.

A construção civil é um dos maiores causadores de transformações sócio-espaciais, pois o mesmo exige uma grande demanda no uso de mão de obra, financeira e de matérias-primas. Desse modo é de suma importância a realização de pesquisas voltadas a tornar o setor capaz de reduzir o desgaste ambiental causado e melhorar o tratamento empregado no armazenamento e reutilização dos resíduos gerados pelo mesmo.

Como a atividade econômica não é capaz de violar as leis da conservação da matéria e da energia, todos os produtos da sociedade transformam-se em resíduos. Estes resíduos são lançados no meio ambiente em todos os estágios da atividade econômica: extração, processamento, distribuição e consumo. Os efeitos sobre o meio ambiente, e consequentemente, sobre o homem vão dos danos temporários à completa extinção de recursos COELHO (1994). Para minimizar tais efeitos, muitas nações desenvolvidas têm traçadas estratégias para o tratamento dos resíduos e mais recentemente, para reduzi-los.

Depois da nova resolução de nº 469 do CONAMA de 29 de Julho de 2015, onde o gesso passa a integrar o grupo B dos materiais residuais da construção civil, que corresponde aos materiais recicláveis, o estudo do resíduo do pó de gesso vem contribuindo para a diminuição deste material. Usando um conceito global e atuando localmente, a ideia de

reciclagem do resíduo de gesso tornando-o novamente um material de valor agregado, vem colaborar para a diminuição da extração da matéria prima Gipsita, atuar no setor construtivo e sócio ambiental, além de preservar o meio ambiente. Os resíduos sólidos produzidos nas construções civis geralmente são descartados em aterros sanitários ou lixões clandestinos, sob responsabilidade algumas vezes das prefeituras, outras vezes das construtoras.

Cada obra deveria acondicionar os seus resíduos sólidos, normatizados pelas associações técnicas, contudo, muitas vezes isso não acontece. Verificou-se, que na cidade de Tucuruí, localizada no Sudeste do Pará, nenhum agente público ou do setor privado atua na gestão do resíduo do gesso e que devido ao aumento do consumo pela construção civil, o rejeito deste material tem sido um agravante paralelo ao crescimento do comercio da indústria gesseira local que não tem destinação adequada e também não conhecem nenhum método de reutilização para ser aplicado na região.

Não foram encontrados muitos estudos sobre o emprego desse material no desenvolvimento de peças decorativas, o que distingue para a revolução da pesquisa cujo objetivo geral é verificar a viabilidade técnica da reciclagem de resíduos de gesso encontrados na construção civil da cidade de Tucuruí-PA, analisar as propriedades físico- químicas como: determinar água livre e água de cristalização, os teores de Óxido de Cálcio e do Anidrido Sulfúrico e a determinação da massa unitária e de granulometria do mesmo e produzir peças decorativas após os resultados dos ensaios realizados.

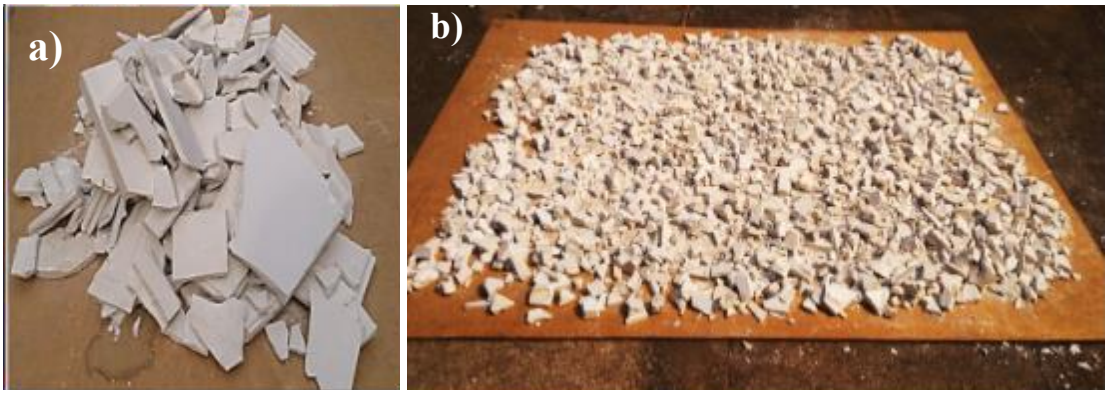
2. Material e métodos

Para a realização do experimento fez-se necessário a obtenção de resíduos de gesso oriundo da cidade de Tucuruí, o mesmo foi obtido da execução de aplicação de forro com peças pré-moldadas. Para a pesquisa foi adotada a sigla (GR) para o gesso reciclado. O 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 execução de forro. Vale ressaltar que a coleta foi realizada logo após o descarte evitando assim que o material se misturasse a outros produtos.

Com o material em laboratório optou-se por fazer uma triagem para separar impurezas que pudessem interferir nos resultados. Todo o resíduo recolhido foi grossamente triturado

com marreta e dele foram retirados materiais como: arames, fibras de sisal e gesso cola. A Figura 1 mostra o resultado desta triagem.

Figura 1 – a) Gesso coletado; b) Gesso após triagem.



Fonte: Autores (2018).

Os ensaios foram realizados em laboratório de química da UFPA Campus Tucuruí, para que o resíduo se adeque as norma ABNT NBR 12130:2017 e ABNT NBR 12127:2017, os reagentes usados foram de grau analítico e vidrarias como: Béquers, Erlemeyers e Buretas de variadas volumetrias.

Determinação da água livre: Tomou-se uma amostra de 50g e posteriormente foi levada à estufa na temperatura de 40°C durante 24 horas. O ensaio de determinação de água livre verifica a quantidade de água que a massa possui. Água de cristalização: Iniciou-se com a separação da amostra de 2g obtida no ensaio de água livre e levada a estufa à temperatura de 230ºC durante 24 horas, a amostra foi pesada e nomeada M2. Este ensaio determina a quantidade de água responsável para a cristalização da partícula.

Preparação da amostra: Foi preparada uma amostra de 0,5g e embebida em 70mL de Ácido Clorídrico e levada a estufa, em seguida digerida em banho-maria, a amostra foi filtrada e diluída para 250mL e armazenada. Teor de Óxido de Cálcio: Iniciou-se o ensaio coletando uma alíquota de 100mL do filtrado e adicionando 1mL de Ácido Nítrico reduzindo o volume para 200mL e aquecido, foi adicionada a solução de Cloreto de Amônio gotas de Vermelho de Metila e Hidróxido de Amônio ate que a coloração mude de vermelho pra amarelo, após deixada em banho-maria, filtrou- se e lavou-se com solução de Nitrato de Amônia, foram acrescidos 30mL de Oxalato de Amônio reduzindo o filtrado para 250mL deixando-o em banho-maria, filtrou-se e lavou- se adicionando logo em seguida solução de Ácido Sulfúrico (1+1) e 200mL de água, por fim titulou-se com solução de Permanganato de Potássio 0,1N até a mudança de coloração para rosa - claro.

Teor de Anidrido Sulfúrico: Foi tomada uma alíquota de 10mL do filtrado armazenado e reduzido pra 200mL em água, aquecido e enquanto quente adicionados 10mL de Cloreto de Bário deixado em repouso por 24 horas e filtrado o precipitado residual foi colocado em cadinho e calcinado em 900°C em Mufla, pesado e anotado como M3.

Ensaio de Granulometria: Uma amostra de 300g do material foi passada na peneira 2 mm, da amostra anterior foi retirado 210g para atingir massa constante em estufa à 40ºC. Em seguida uma nova amostra de 50g foi passada na peneira 0,29mm. Este ensaio classifica as partículas quanto ao tamanho segundo uma série de peneiras.

Ensaio de Massa Unitária: Os parâmetros tratam-se da relação entre a massa não compactada de material e o volume do recipiente. Inicialmente foi feito a tara do recipiente a ser utilizado, onde o mesmo foi colocado embaixo do funil adaptado com peneira 2mm. Posteriormente, amostras de 100g de resíduo foram colocadas para passar pelo conjunto até o enchimento do recipiente, na sequência fez-se o rasamento e pesagem do conjunto.

O ensaio da relação água/gesso é determinado quando a penetração na pasta alcança 3mm estabelecido pela norma. O ensaio de consistência normal fixa a relação água/gesso para que a pasta obtenha uma fluidez adequada para manipulação. Este ensaio foi realizado de acordo com a ABNT NBR 12128:2017a. A ABNT NBR 12128:2017b, estabelece como tempo de pega os tempos decorrido entre o início de pega e fim de pega a qual foram realizados os ensaios.

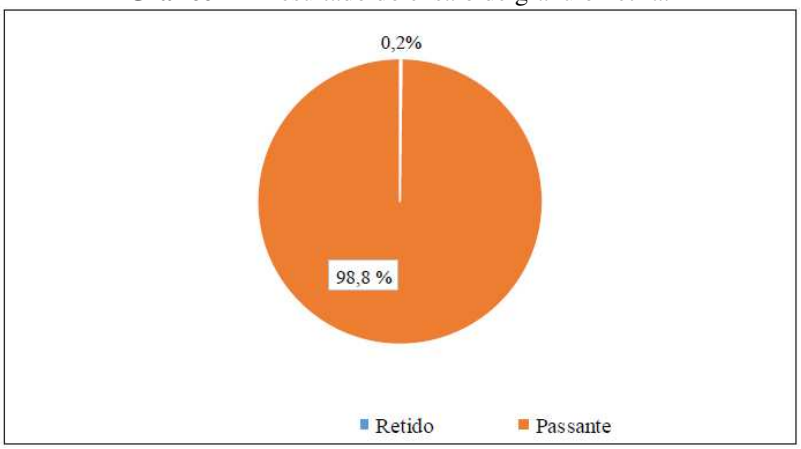
A pasta foi feita para produção de peças decorativas e colocadas em formas de EVA que foram lubrificadas com óleo desmoldante, até o tempo de pega. Após as peças foram deformadas para que, logo após, sejam moldadas para melhor acabamento.

3. Resultados e discurssão

Os parâmetros para os resultados da granulometria foram estabelecidos pelos itens da norma ABNT NBR 12127: 2017 que se refere ao gesso de fundição para a construção civil. Entretanto, vale ressaltar, que na referida norma apesar de citar a utilização de uma série de peneiras elas não aparecem durante os procedimentos descritos para o gesso de fundição. Contudo, os ensaios realizados atenderam especificamente a metodologia descrita na ABNT NBR 13207:2017, que estabelece parâmetros de aceitação do gesso de fundição para a construção civil, prevê como requisito o material de gesso passante na peneira 0,29mm seja ≥ 90%.

Estabelecidos os critérios, os resultados obtidos para a granulometria consistiram no peneiramento do resíduo na peneira de abertura nominal 0,29mm em duplicata, o material retido atendeu aos requisitos fixados, após término do peneiramento a massa retida teve um peso de 0,1g nas duas amostras ensaiadas. O Gráfico 01 exibe o resultado do ensaio. Conforme o Gráfico 01, o material passante pela peneira de abertura nominal de 0,29mm foi de 98,8 %, o material retido foi de 0,2%. Sendo assim, o material ensaiado atendeu a norma que estabelece a aceitação do gesso para fundição em grau de tamanho das partículas.

Gráfico 1 – Resultado do ensaio de granulometria.



Para determinação da massa unitária os procedimentos realizados com o resíduo de gesso foram de acordo com o que preconiza a ABNT NBR 12127: 2017b foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1. De acordo com o gráfico 1 e tabela 1 os ensaios de massa unitária e granulometria atenderam os parâmetros da ABNT NBR 13207:2017 pode 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.

Tabela 1 – Resultado do ensaio de massa unitária do resíduo de gesso.

MATERIAL	Mu (g/cm^3)	Mu exigido pela NBR 13207:2017
Resíduo de Gesso	910,47	Mu ≥ 600

Para CAVALCANTI et al.(2012) a caracterização do resíduo de gesso consistiu nos seguintes ensaios: massa unitária seguindo os parâmetros da norma (NBR MB 3468(ABNT, 1991)); já o ensaio granulométrico foi realizado por meio de granulometria a laser, com o equipamento Mastersizer Micro. Os resultado encontrados por CAVALCANTI et.al. (2012) apresentaram no resíduo de gesso estudado a massa unitária de 0,997g/ml. Para sua

granulometria, o equipamento Mastersizer Micro apontou uma concentração de 80% para os grãos com até 75µm, demonstrando neste estudo que os ensaios físicos no resíduo de gesso pode ser feito por outros métodos e atenderem outras normas, conforme mudança na quantidade de gesso analisado.

Cabe salientar que a nova versão da ABNT NBR 13207: 2017 que estipula parâmetros de aceitação do gesso para a construção civil já padroniza o gesso como sendo de origem comercial ou reciclado. Neste contexto, a NBR mencionada já considera gesso reciclado na base de suas exigências. Sendo possível assim, o descarte de ensaios comparativos.

De acordo com pesquisas de CARDOSO (2016), em seus ensaios de re-calcinação em diferentes temperaturas 100, 150 e 180 ° C, obteve-se uma massa unitária respectiva de 518,0237, 518,53 e 519,56 g/cm³. Vale ressaltar, que os resultados encontrados na presente pesquisa na temperatura de 140ºC, foram superiores aos obtidos por CARDOSO (2016).

Os ensaios físicos de granulometria e massa unitária foram realizados utilizando-se de 2Kg do resíduo de gesso, onde o mesmo foi coletado em canteiros de construção civil da cidade de Tucuruí-Pa, após secado ao sol por cerca de 48 horas.

De acordo com resultado da tabela 2, o teor de água livre está de acordo com a ABNT NBR 13207:2017 que estabelece para limite máximo de água livre 1,3 %. Para água de cristalização, a norma aplica os valores de 4,2 a 6,2%, entretanto os resultados obtidos marcaram 1,5% em 0,50g de gesso reciclado (GR). 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% que determina a NBR. Para teores de Anidrido Sulfúrico (SO_3) do resíduo de gesso foram encontrados neste trabalho, valores de 59% em 0,2g um valor acima do que determina a norma ABNT NBR 13207: 2017 que é de no mínimo 53%, uma vez que ficando em repouso a 900° em forno Mufla o mesmo atingiu massa constante e após os cálculos utilizando a massa encontrada foi determinada sua porcentagem.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios químicos do resíduo de gesso.

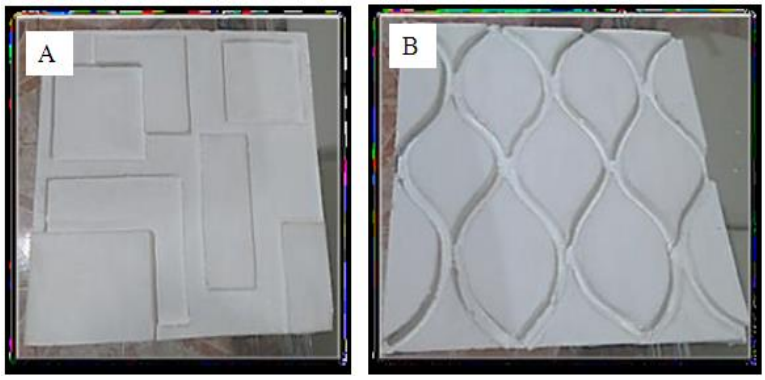
	Água livre	**Água de cristalização**	**Óxido de Cálcio (CaO)**	**Anidrido Sulfúrico (SO_3)**
Valor obtido (%)	0,43	1,5	23,84	59
Exigido pela NBR 12130:2017 (%)	Máx. 1,3	4,2 a 6,2	Mín. 38	Mín. 53

Esses valores dos ensaios químicos são dados que auxiliam na padronização do material ensaiado em termos da composição química do gesso. 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 250ºC, visto isso e utilizando da normatização o ensaio foi realizado sobre influencia acima de tal temperatura.

Para a produção das peças decorativas através da reciclagem de gesso, adotou-se a consistência normal de 0,51 da relação água/resíduo de gesso, sendo respeitados os tempos de pega de acordo com os ensaios realizados. Após o término do tempo de fim de pega as placas foram desformadas, apresentando o resultado mostrado na Figura 2. A imagem demonstra os resultados obtidos após a análise química do resíduo e que atenderam em grande parte a norma 12130 e mostra peças feitas com o resíduo**.** Observou-se que para ambas as peças houve um escurecimento causado pelo óleo desmoldante que foi passado nas fôrmas.

Figura 2 – Peças decorativas desformadas A e B.



Na peça A percebeu-se que pela baixa trabalhabilidade da pasta não foi totalmente desincorporados as bolhas de ar e que pelo grau de detalhes a placa não teve um acabamento uniforme, na peça B as fendas de detalhes do molde não tiveram uma profundidade que permitisse a placa resistir a esforços nas suas partes mais delgadas, que vieram a se romper. Percebeu-se ainda, que o tamanho adotado da placa comprometeu ainda mais a trabalhabilidade da pasta. Contudo, observou-se que as placas eram viáveis, cabendo alguns ajustes nos dimensionamentos das formas e nos detalhes imprimidos por elas.

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 resíduo atende na granulometria com mais de 90% de material passado na peneira de abertura nominal 0,29mm

e de massa unitária 910,47g/cm³. Nos ensaios químicos o resíduo 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 foi de 59%, já o resultado quanto ao teor de Óxido de Cálcio os resultados mostraram que a amostra ficou abaixo do mínimo especificado pela norma. O estudo mostrou que existe a possibilidade de usar o resíduo de gesso para a reciclagem e para a fabricação de peças para uso na construção civil e decoração de ambientes.

E dessa forma, atuar na diminuição dos impactos ambientais promovendo a ideia de sustentabilidade no município de Tucuruí, Sudeste do Pará. Considerando a importância de novos estudos com o resíduo de gesso da construção civil, tem-se como sugestões para trabalhos futuros a serem realizados na área: Fazer ensaios com a combinação do resíduo ao gesso não utilizado para a obtenção de novos resultados.

Estudar a reciclagem do gesso com vários níveis de consumo energético para a produção do resíduo em termos econômicos mais viáveis, Estudo da adição de aditivos ao resíduo que melhore a sua trabalhabilidade, Inserção do resíduo em sua forma diidratada em agricultura, para melhoramento do solo e qualidade de água em locais de estiagem, E por fim, a inserção do resíduo em outras atividades visando a contemplação da sustentabilidade e ajudando na problemática do RCD na construção civil.

5. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: gesso para construção – determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2017.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: gesso para construção civil – apresentação. Rio de Janeiro, 2017.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. Gipsita. CT2005-122-00. Rio de Janeiro: CETEM-Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 449-459 p.Comunicação Técnica. Disponível em:

http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1079/2/21.GIPSITA%20ok.pdf. Acesso em: 16 de Agosto de 2018.

A.A. A. Barbosa, A. V. Ferraz1, G. A. Santos (2014); Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso β obtido do pólo do Araripe. Artigo cientifíco. Grupo de Pesquisa em Materiais - GPEM, Instituto de Pesquisa em Ciência dos Materiais - IPCM. Universidade Federal do Vale do S. Francisco, Campus Juazeiro, BA, Brasil. Juazeiro –BA.503 p. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ce/v60n356/v60n356a07.pdf. Acesso em: 16 de Agosto de 2018.

CARDOSO, L. M. (2016), Influência das diferentes temperaturas de recalcinação nas propriedades da pasta de gesso reciclado. Universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do sul – unijui. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/12345679/4068/Lucina%20Machado%20Cardoso.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 de Agosto de 2018.

CAVALCANTI, R. A. A.; ALVES, B. C. A; ROMANO, R. C. O.; JOHN, V. M. ; PÓVOAS, Y. V. (2012). XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 29 a 31 Outubro 2012 - Juiz de Fora. 2579 p. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1310.pdf. Acesso em: 16 de Agosto de 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 29 de Julho de 2015. Disponívelem:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em: 12 de Agosto de 2018.