

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO GESSO RECICLADO  
PRODUZIDO EM ESCALA PILOTO**

Lara Cristina Fernandes Moura (\*), Carlos Hugo Carvalho Silva, Leonardo Holanda Lima, Lamarka Lopes Pereira, Márcia Thelma Rios Donato Marino

\*BIOCICLA Reciclagem Ambiental LTDA. E-mail: laramoura.cicla@gmail.com.

**RESUMO**

O crescimento da população e os progressos da indústria e da urbanização contribuem para o aumento da geração de resíduos, dentre eles o gesso. Por modificação da Resolução do CONAMA nº 307 o gesso passou a ser categoria B, resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados, dessa maneira, a reciclagem dos resíduos de gesso passou a ser obrigatória como também necessária e viável. Visando minimizar o impacto ambiental, este trabalho tem como objetivo avaliar as características técnicas do gesso reciclado produzido em escala piloto, para reinserção na cadeia produtiva da construção civil. O processo estudado consistiu em moer e calcinar dois diferentes tipos de resíduos e caracterizar tanto fisicamente quanto quimicamente, visando à comparação dos resultados com as características do gesso comercial tabelados nas NBRs específicas para as características do gesso. Também mostra a quantidade de geração de resíduos de gesso e suas disposições finais. As análises das propriedades físicas, químicas e mecânicas das amostras de gesso reciclado produzido na BIOCICLA mostraram que os requisitos e critérios preconizados na NBR 13207 foram praticamente atendidos e o gesso reciclado produzido tem um grande potencial para se inserir novamente na cadeia produtiva da construção civil, pois suas características foram praticamente atendidas com pequenos desvios que com as devidas correções sugeridas ao longo do trabalho poderão ser melhoradas. A reciclagem do gesso trará um grande benefício para o meio ambiente, pois, o mesmo diminuirá sua extração na fonte e diminuição do descarte inadequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reciclagem de gesso, Reciclagem RCC, Análises físico-químicas, Calcinação.

**ABSTRACT**

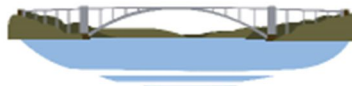
Population growth and the progress of industry and urbanization contribute to increased waste generation, among them gypsum. By modifying CONAMA Resolution N°. 307, plaster became Category B, waste that can be recycled or reused, thus, the recycling of gypsum waste became mandatory as well as necessary and viable. In order to minimize the environmental impact, this work aims to evaluate the technical characteristics of the recycled plaster produced on a pilot scale, for reinsertion into the productive chain of civil construction. The studied process consisted in grinding and calcining two different types of residues and characterizing both physically and chemically, aiming at the comparison of the results with the characteristics of the commercial plaster plated in the NBRs specific for the characteristics of the plaster. It also shows the amount of gypsum waste generation and its final provisions. The analysis of the physical, chemical and mechanical properties of the recycled gypsum samples produced at BIOCICLA showed that the requirements and criteria recommended in NBR 13207 were practically fulfilled and the recycled gypsum produced has great potential to be inserted again in the productive chain of the civil construction, because their characteristics were practically met with small deviations that with the correct corrections suggested throughout the work could be improved. The recycling of the plaster will bring a great benefit to the environment, as it will reduce its extraction at source and decrease of the inappropriate disposal.

**KEY WORDS:** Plaster recycling, Recycling RCC, Physico-chemical analyzes, Calcination.

**INTRODUÇÃO**

Os problemas ambientais enfrentados, no mundo moderno, são resultados de uma busca inconsequente por comodidade, conforto material e avanços tecnológicos, porém, essa busca tem um alto custo, que é o uso inadequado dos recursos naturais e a agressão ao meio ambiente. Então, percebe-se hoje que há uma preocupação e interesse em produtos e serviços desenvolvidos por meio de processos construtivos e industriais voltados para um consumo limpo dos recursos naturais. É necessário se adaptar a um modelo de desenvolvimento econômico capaz de atender as necessidades atuais, sem comprometer as necessidades futuras.

Contudo, o crescimento da população e os progressos da indústria e da urbanização contribuem para o aumento da geração de resíduos. Dessa maneira, o desenvolvimento, no ramo da construção civil, provoca o crescimento do consumo de energia e de matéria-prima e leva à geração de resíduos, causando impacto ao meio ambiente.



Para minimizar os impactos ambientais causados por esses excessos de consumo a Resolução nº 307, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002), estabelece que os geradores de resíduos, na construção civil, devem ser responsáveis por esses. Dessa forma, a reciclagem insere-se como uma atitude necessária, pois, além de se conscientizarem sobre os aspectos relativos à questão ambiental, os geradores de resíduos estão sujeitos a sanções judiciais, no caso do não cumprimento da lei.

Dentre os materiais da construção civil que podem ser reciclados, o gesso apresenta problemas na sua utilização e um grande desperdício que é estimado em 45% de todo o material utilizado (HABITARE, 2007), enquanto os fabricantes de gesso em pó estimam perdas em torno de 30% da massa do gesso utilizado em obras. O armazenamento e descarte do gesso requerem cuidados especiais. Os resíduos do gesso, quando colocados em aterros em contato com a água, favorecem a produção de fungos, podem contaminar o lençol freático e produzir gás sulfídrico (JOHN; CINCOTTO, 2003).

O gesso era classificado como de Classe C, pela resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que equivalem aqueles materiais que não podem ser reciclados ou recuperados, onde os mesmos deveriam ser encaminhados para Áreas de Transbordo e Triagem (ATT's) ou para aterros sanitário, porém, a resolução nº 469/2015 também do CONAMA, alterou essa classificação e o gesso passou a ser de Classe B, que são os resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados. Dessa maneira, a reciclagem dos resíduos de gesso passou a ser obrigatória, como também necessária e viável, já que o produto reciclado consegue manter as mesmas propriedades físicas e mecânicas de seu formato comercial.

Portanto, para que o resíduo de gesso volte ao seu formato comercial, a reciclagem deve ser feita a partir da moagem, em que passará por moinhos trituradores para assim ficar com granulometria especificada em norma e após isso passar pela calcinação, onde haverá o aquecimento prolongado desse material. Logo após a calcinação, o material deverá ser armazenado em locais que não tenham contato com umidade.

## OBJETIVOS

O objetivo principal do referente trabalho foi fazer a avaliação das características técnicas do gesso reciclado produzido em escala piloto, para determinação da sua capacidade de reciclagem. Os objetivos específicos delinear-se por: descrever a geração e destino dos resíduos do gesso do município de Fortaleza, analisar as propriedades físicas, químicas e mecânicas das amostras de gesso reciclado produzido na BIOCICLA, comparar as propriedades físicas, químicas e mecânicas das amostras de gesso reciclado produzido na BIOCICLA com as normas do gesso comercial.

## METODOLOGIA

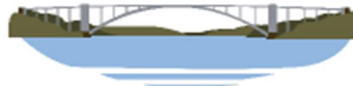
Esta pesquisa é classificada como qualitativa, de caráter exploratório e analítico, foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas, de campo e laboratoriais. A etapa de campo consistiu na busca de informações dos locais de disposição dos resíduos de gesso no município de Fortaleza, sobre a destinação atual, nos órgãos fiscalizadores do município. Esta etapa também compreendeu a coleta de amostras na empresa BIOCICLA que ocorreram no período de 28 de agosto a 7 de setembro de 2018, com o acompanhamento da equipe de produção da empresa.

A produção do Gesso Reciclado, em escala piloto, foi realizada nas instalações da MEKATRONIC, empresa desenvolvedora de tecnologia e automação industrial, em Recife-PE.

Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório Avançado de Tecnologias e Inovação de Materiais (LATIM) unidade da MELO ENGENHARIA que funciona nas dependências do Instituto Tecnologia de Pernambuco (ITEP) através da parceria em Laboratórios Multiusuários. Os ensaios realizados para a determinação das características dos materiais foram embasados nas normas técnicas ABNT pertinentes:

- ABNT NBR 13207:2017 Gesso para construção civil — Requisitos;
- ABNT NBR 12129:2017 Gesso para construção civil — Determinação das propriedades mecânicas;
- ABNT NBR 12128:2017 Gesso para construção civil — Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso;
- ABNT NBR 12127:2017 Gesso para construção civil — Determinação das propriedades físicas do pó.

Para a realização deste estudo foram utilizados resíduos de gesso da construção civil, mostrados na Figura 1, oriundo da execução de vedações verticais com blocos e revestimentos com pasta de gesso na obra do VERANO PARADISO da OR no Paiva – PE.



**Figura 1: Resíduos de gesso utilizados na produção do Gesso Reciclado fornecidos pela MM Gesso. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.**

Os resíduos, divididos em amostra A1 e A2, com cerca de 20 kg cada, foram moídos e calcinados na planta piloto da MEKATRONIK, com capacidade de produção de 25kg/hora de gesso reciclado. As amostras foram estocadas em sacos de papel devidamente fechados. Para caracterização do gesso reciclado para revestimento foram realizados os ensaios de determinação do teor da água de cristalização, curva de endurecimento, resistência mecânica à compressão, granulometria, massa unitária, dureza e impurezas. Através da curva de endurecimento foi determinado também o tempo de pega inicial e final da pasta de gesso. Depois da realização dos ensaios para cada amostra, os resultados foram analisados e comparados.

As amostras de gesso reciclado produzido em escala piloto foram analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos: granulometria, massa unitária, tempo de pega, água de cristalização e impurezas; e quanto aos parâmetros mecânicos: dureza e resistência à compressão.

### Granulometria

A determinação da granulometria foi realizada com uma peneira de abertura 0,210mm e fundo de peneira, sendo a agitação manual a partir de um método modificado da NBR 12127/2017 com auxílio de pincel conforme mostrado na figura 2.



**Figura 2: Peneira + fundo com material e pincel. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.**

Dessa forma, segundo a NBR 13207/2017 o material passante na peneira deve ser acima de 90%.

### Massa Unitária

Para determinar a massa unitária do gesso reciclado foi utilizado um aparelho para determinação da massa unitária, que consiste basicamente em o resíduo passar por um funil cônico até o recipiente de medida, conforme figura 3.

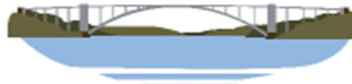


Figura 3: Aparelho para determinação da massa unitária. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Dessa forma, segundo a NBR 13207/2017 será feito o cálculo pela fórmula: (1)

$$Mu = \frac{M}{V} \times 1000(1)$$

Onde:

Mu = massa unitária, em quilograma por metro cúbico

M = massa do gesso, em gramas

V = volume do recipiente, em centímetro cúbico

Assim, a massa unitária, com base na norma, deve ser maior que  $\geq 600 \text{ Kg/m}^3$ .

#### Tempo de Pega ou curva de endurecimento

A curva de endurecimento do gesso, apesar de não prevista nas normas brasileiras, dá uma indicação mais significativa do comportamento da pasta (mistura gesso/água) e ainda indica os tempos de início e fim de pega. Para a formação das pastas utilizadas nesse experimento foi utilizada uma relação água/pó, conhecida como consistência, uma grandeza adimensional no valor de 0,70, para assim fazer a pesagem da massa de água e da massa de gesso. Essa mesma consistência foi utilizada para todos os ensaios e experimentos que necessitaram de formação de pasta. Após isso, o tempo de pega foi feito pela utilização do aparelho Vicat, conforme figura 4.

O aparelho Vicat se baseia na perfuração de uma agulha na pasta de gesso, onde essa perfuração vai acontecendo de minuto em minuto contados a partir da mistura do gesso com a água para assim determinar o tempo de pega inicial e o final. O tempo de pega inicial se dá no momento em que a pasta começa a endurecer, e o final no momento que a agulha não consegue mais perfurar o gesso já endurecido.

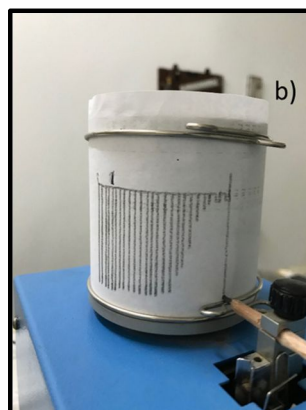
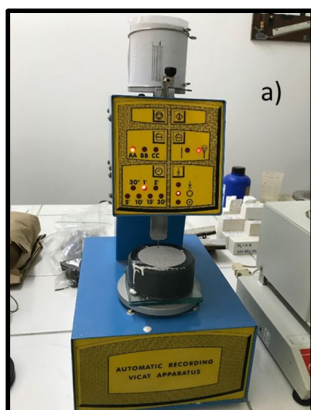


Figura 4: Aparelho Vicat: a) penetração; b) dispositivo onde ficam as marcações realizadas pelo aparelho. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.



O tempo de pega inicial e final é estabelecido pela norma NBR 13207/2017.

### Água de Cristalização

Cerca de 2 gramas da amostra foi utilizada na determinação do teor percentual de água de cristalização remanescente a uma temperatura de 200°C por 40 minutos utilizando a termo balança da GEHAKA programável e automática, mostrada na figura 5, com gravação de perda de peso em função do tempo já que a temperatura está sendo mantida constante.

O teor da água de cristalização foi calculado para os resíduos de gesso A1 e A2 e antes e depois da calcinação.



Figura 5: Analisador de umidade por infravermelho (GEHAKA) Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

O teor da água de cristalização é estabelecido pela norma NBR 13207/2017.

### Impurezas

Para determinar os teores em percentual de impurezas contidas nos resíduos foi realizado o cálculo com base nas perdas de massa estimadas a partir da água de cristalização encontrada para cada resíduo.

Pinheiro (2011), afirma que o gesso hidratado comercial ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) de peso molecular 172g tem em sua estrutura 20,93% de água. A partir dessa afirmativa, compreende-se que qualquer valor inferior a 20,93% de água na amostra representa algum tipo de impureza presente que diminui sua hidratação.

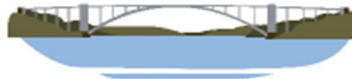
Para o cálculo do teor de impurezas subtraiu-se a porcentagem (%) de umidade encontrada na amostra de gesso reciclado em análise, do teor da água de cristalização na molécula de gesso hidratado comercial que é de 20,93%.

### Dureza

Para determinar a dureza do gesso reciclado foram utilizadas barrinhas pré-moldadas de 4x4x16 cm, que foram secas em uma estufa com 60 °C, conforme figura 6.



Figura 6: Estufa utilizada para secagem das amostras. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.



Para execução da força foi utilizada um durômetro conforme mostrado na figura 7. Com uma escala de 0 a 100 SHORE C.



Figura 7: Durômetro. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Vale salientar que a NBR 13207 preconiza o valor de  $\geq 20,0$  N/mm<sup>2</sup>, entretanto por não dispormos de equipamentos específicos para o ensaio, adotamos o valor na norma européia EN 12859.

### Resistência Mecânica à Compressão

Para determinar a resistência mecânica à compressão do gesso reciclado foram utilizadas barrinhas pré-moldadas de 4x4x16 cm, que depois de secas, foram cortadas em corpos de prova cúbicos de 64cm<sup>3</sup>, conforme figura 8.

Para aplicação da força compressiva foi utilizada uma prensa manual conforme mostrado na figura 9. Com uma escala de 0 a 12 toneladas.

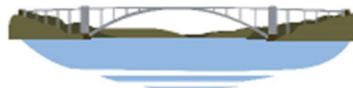


Figura 8: Sequência de produção e ensaio de compressão nas barrinhas. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.



Figura 9: Prensa manual. Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Para o cálculo da resistência a compressão utilizou-se 3 barrinhas como corpo de prova e a resistência feita a partir da média aritmética das três barrinhas.



As amostras de gesso reciclado produzidos em escala piloto na BIOCICLA serão comparadas em relação às propriedades físico-químicas e mecânicas, com base nos parâmetros das normas vigentes. Para esta comparação foram utilizadas as diferenças entre as consistências, o tempo de pega e resistência mecânica do gesso reciclado e do gesso comercial, através dos resultados obtidos nas análises físico-químicas e mecânicas.

## RESULTADOS

No município de Fortaleza - CE a geração anual de resíduo de gesso, estimada a partir dos dados coletados no período de 01 a 30/06/2018, aponta para uma geração de 6,17% de resíduos de gesso, que equivale a 15.120 m<sup>3</sup> (Fortaleza, 2018).

Ainda segundo os dados do Sistema de Coletas Online (Fortaleza, 2018), essa grande quantidade de resíduos da construção civil é destinada para diversos locais, sendo um deles o aterro de inertes das empresas USIR e TOPCAR, ressalta-se que essas duas empresas detêm a maior porcentagem de recebimento, chegando a aproximadamente 30%, recebem estes resíduos também as usinas de reciclagem USIFOR e RECICLO, e também ocorre a destinação para o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia - ASMOC.

A seguir serão descritos os resultados encontrados para as análises feitas:

### Granulometria

É uma análise utilizada para a classificação de partículas quanto ao tamanho. Esta propriedade afeta diretamente no tempo de pega do Gesso Reciclado (Tabela 1).

**Tabela 1. Resultados da granulometria.**

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

Amostra	Percentual Passante em # 0,210mm (%)	Comentários
GR A1	88,0	Abaixo da faixa da NBR
GR A2	88,1	Abaixo da faixa da NBR
Gesso Natural de revestimento	≥ 90%	NBR 13207 - Gesso para construção civil – Requisitos

\*GR – Gesso Reciclado

Pode-se observar (Tabela 1) que as duas amostras ficaram abaixo do valor preconizado pela NBR, que é  $\geq 90\%$ , de material Passante em # 0,210mm (%), apresentando A1 88% e A2 88,1%, isso pode ter ocorrido devido ao fato do gesso comercial ser moído mais vezes e o reciclado produzido nesta pesquisa em escala piloto, foi moído apenas uma vez, interferindo assim na passagem pela peneira. Após as análises, os resultados obtidos mostraram a necessidade de diminuição da granulometria do composto, nesse sentido, para que o custo não seja aumentado em escala industrial.

### Massa unitária

A massa unitária é diretamente ligada a granulometria do composto, pois quanto menor forem os grãos, maior será a MU. É uma característica que afeta diretamente nas propriedades do gesso, pois permite uma obtenção de maior volume de pasta, ocasionando mais rendimento. A Tabela 2 expõem os resultados da massa unitária.

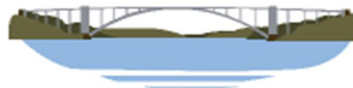
**Tabela 2. Resultados da massa unitária.**

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

Amostra	Massa Unitária (Kg/m <sup>3</sup> )	Comentários
GR A1	646 Kg/m <sup>3</sup>	Dentro da faixa da NBR
GR A2	372 Kg/m <sup>3</sup>	Abaixo da faixa da NBR
Média	509 Kg/m <sup>3</sup>	Abaixo da faixa da NBR
Gesso Natural de revestimento	≥ 600 Kg/m <sup>3</sup>	NBR 13207 - Gesso para construção civil – Requisitos

\*GR – Gesso Reciclado

O valor da massa unitária exigido pela NBR 13207/2017 é  $\geq 600$  Kg/m<sup>3</sup>, para as amostras de gesso reciclado analisadas nesse trabalho, pode-se observar (Tabela 2) que a amostra A1 apresentou 646 Kg/m<sup>3</sup>, mostrando valor compatível com a norma, já para A2 que apresentou 372 Kg/m<sup>3</sup> mostra-se abaixo do solicitado pela norma, e a média também não conseguiu atingir a especificação apresentando 509 Kg/m<sup>3</sup>, observa-se que para o melhoramento desses valores, na hora



da mistura dos resíduos será necessário elevar a quantidade de resíduos do tipo revestimento, já que o mesmo possui uma densidade mais elevada naturalmente.

### Tempo de Pega

O tempo de pega é determinado com base na relação água/gesso, no qual nesse trabalho essa relação foi de 0,7. O tempo de pega é influenciado pela quantidade de impurezas presente no gesso, onde estas podem diminuir a velocidade de pega (PINHEIRO, 2011). Os resultados obtidos para o tempo de pega da pasta de gesso reciclado estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3. Resultados encontrados nos ensaios de tempo de pega (min) do gesso reciclado para revestimento.**  
Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

Amostra	Tempo de Pega		Comentários
	inicial	final	
GR A1	13 min	31 min	Dentro da faixa da NBR
GR A2	27 min	42 min	Dentro da faixa da NBR
Gesso Natural de revestimento	≥ 10 min	≥ 35 min	NBR 13207 - Gesso para construção civil - Requisitos

\*GR – Gesso Reciclado

Observa-se que os resultados das amostras A1 e A2 apesar de diferentes, estão em conformidade com a NBR 13207/2017. A diferença entre os dois provavelmente está associada a diferença entre o percentual de água de cristalização, a granulometria e a massa unitária, verifica-se que todos os valores atendem as especificações indicadas na NBR.

### Água de Cristalização

A água de cristalização pode ser definida como a água que se encontra presente nos compostos cristalinos em determinadas proporções, no caso do gesso, um sulfato de cálcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Esta propriedade pode influenciar no tempo de pega, pois quanto maior for a porcentagem de água de cristalização presente, maior será o tempo de pega do composto. Os resultados obtidos para o percentual de água de cristalização remanescentes nas amostras calcinadas estão apresentados na Tabela 4. Foi calculada a porcentagem da água de cristalização dos resíduos de gesso antes de ser calcinado, onde esses valores foram de 18,82% de umidade para a amostra A1 e 19,40% de umidade para a amostra A2.

**Tabela 4. Resultado do teor de água de cristalização.**  
Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

Amostra	Água de cristalização (%)	Comentários
GR A1	5,86	Dentro da faixa da NBR
GR A2	6,11	Dentro da faixa da NBR
Gesso Natural de revestimento	4,2 a 6,2	NBR 13207 - Gesso para construção civil - Requisitos

\*GR – Gesso Reciclado

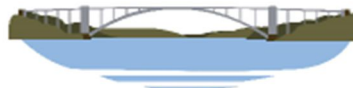
Pode-se observar para os dois experimentos realizados a água de cristalização manteve-se dentro da faixa preconizada pela NBR 13207/2017, que é entre 4,2 a 6,2%, apresentando A1 um teor de 5,86% e A2 teor de 6,11%. Verifica-se que o mesmo está mais próximo as especificações indicadas na NBR.

### Impurezas

Impurezas são substâncias dentro de um composto que se diferenciam da sua composição química original. As impurezas contidas no resíduo foram calculadas da seguinte forma: O peso molecular do gesso hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é de 172 g, esse valor sendo 20,93% de água. O teor de água de cristalização é a determinação de quanto de umidade aquele resíduo perdeu, dessa forma, sabendo que o gesso hidratado possui em sua estrutura 79,07% de sulfato de cálcio, o restante 20,93% de água, leva-se em consideração que alguma diferença que exista na porcentagem (%) de água está relacionada com as impurezas contidas.

Para esta determinação utilizou-se 2g de ambas as amostras A1 e A2. Dessa forma, considerando-se a pureza total das amostras as mesmas deveriam ter 0,42g de água em sua estrutura o equivalente a 20,93% para as 2g de amostra utilizadas no ensaio.





Porém, os teores de água de cristalização das duas amostras apresentaram teores menores do que o esperado, sugerindo-se que a diferença podem ser as impurezas advindas das etapas do gerenciamento desses resíduos. O teor de água de cristalização para a amostra A1 foi de 18,82%, assim a diferença de 20,93% (% de água do gesso puro) para 18,82% (% de água da amostra A1), logo, 2,11 % de diferença no teor de água serão consideradas as impurezas contidas em A1. O teor de água de cristalização da amostra A2 foi de 19,40%, assim a diferença será de 1,53% de impurezas contidas na amostra A2.

### Dureza

A dureza pode ser definida, segundo a NBR 12129/2017, como a profundidade de impressão que uma carga fixa exerce em um corpo de prova. O resultado obtido para a dureza da barrinha de gesso reciclado foi de aproximadamente 76 SHORE. O valor apontado na norma Europeia EN 12859, classificando o gesso como densidade média, é maior ou igual a 55 SHORE. A NBR 13207 preconiza o valor de  $\geq 20,0$  N/mm<sup>2</sup>, entretanto por não dispormos de equipamentos específicos para o ensaio conforme as normas brasileiras.

### Resistência Mecânica à Compressão

A resistência à compressão é definida pela NBR 12129/2017 como a carga de ruptura em relação à área superficial de um corpo de prova. É um indicador fundamental dos esforços a que pode ser submetido um material, sem que este venha a sofrer ruptura em sua estrutura. A Tabela 5 mostra os resultados desse parâmetro.

**Tabela 5. Resultado da Resistência Mecânica à compressão das barrinhas.**

Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

Corpo de prova	Carga	Resistência	Resistência
C1	1900 kg	118,7 kg/cm <sup>3</sup>	11,8 MPa
C2	2200 kg	137,5 kg/cm <sup>3</sup>	13,75 MPa
C3	2200 kg	137,5 kg/cm <sup>3</sup>	13,75 MPa
MÉDIA			13,1 MPa

Vale ressaltar que a NBR 13207/2017 aboliu o requisito de resistência a compressão, entretanto adotados esse requisito previsto na NBR 12129 como um referencial. O valor previsto para resistência a compressão na NBR 12129/2017 é  $\geq 8,4$  Mpa, observa-se que todos os corpos de prova ficaram acima desse valor, inclusive a média, que deu 13,1 Mpa, destacando que o gesso reciclado é resistente e o seu uso é realmente viável. Comparando os resultados das amostras desse estudo com a NBR específica verifica-se que o resultado desse trabalho se apresentou melhor.

### CONCLUSÕES

Os impactos ambientais gerados pelo gesso são: degradação ambiental gerada pela retirada do minério de gipsita, contaminação do solo e do lençol freático pois possui certo potencial tóxico capaz de liberar gases inflamáveis como o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), que possui odor característico de ovo podre, é tóxico e inflamável.

As análises das propriedades físicas, químicas e mecânicas das amostras de gesso reciclado produzido na BIOCICLA mostraram que os requisitos e critérios preconizados na NBR 13207/2017 foram praticamente atendidos e o gesso reciclado produzido tem um grande potencial para se inserir novamente na cadeia produtiva da construção civil, pois suas características foram praticamente atendidas com pequenos desvios que com as devidas correções sugeridas ao longo do trabalho poderão ser melhoradas.

Os resultados encontrados para as amostras analisadas em comparação com os autores estudados mostraram que a técnica aplicada é eficiente para a efetiva reciclagem do gesso, pois, todos os valores encontrados foram superiores aos demais estudos.

Sendo assim a reciclagem de gesso será de grande benefício tanto para o meio ambiente, pois, o mesmo diminuirá sua extração na fonte, diminuição do descarte inadequado, além do benefício econômico, pois, a aquisição do resíduo de gesso tem o custo menor do que o gesso *in natura*.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: Gesso para construção civil: determinação das propriedades físicas do pó. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.
2. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12128: Gesso para construção civil: determinação das propriedades físicas da pasta de gesso. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.
3. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: **Gesso para construção civil: determinação das propriedades mecânicas.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2017
4. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: **Gesso para construção civil: requisitos.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.
5. COMITÉ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO. **EN 12859:** Placas de gesso: Definições, requisitos e métodos de ensaio. 2 ed. Suíça, 2011.
6. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307. 2002.** Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> . Acesso em: 06 abr. 2018.
7. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 469. 2015.** Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> . Acesso em: 06 abr. 2018.
8. FORTALEZA, Prefeitura de. **Emissão e baixa dos Manifestos de Transporte de Resíduos eletrônico pelos transportadores e destinos de resíduos da construção civil devidamente licenciados: GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM FORTALEZA PERÍODO: 01.06.2018 A 30.06.2018.** Disponível em: <[https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/servicos/geracao\\_de\\_residuos\\_da\\_construcao\\_civil\\_em\\_fortaleza\\_junho\\_2018.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/servicos/geracao_de_residuos_da_construcao_civil_em_fortaleza_junho_2018.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2018.
9. HABITARE. **Habitare: resultados de impacto.** Habitare, 2007.
10. JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A O. **Alternativas De Gestão Dos Resíduos De Gesso.** Universidade de São Paulo - Escola Politécnica, p. 1-9, 2003.
11. PINHEIRO, S. M. DE M. **GESSO RECICLADO: AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES PARA USO EM COMPONENTES.** São Paulo. UNICAMP, 2011.