

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ – FAACZ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ERNANI PEREIRA NUNES SANTI
IRIELY MÔNICA DEMUNER
LARIZA ELÍDIA DE LIMA SIQUEIRA ROSA

**REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE GESSO PROVENIENTE DA
CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA PRODUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO**

Aracruz

2017

ERNANI PEREIRA NUNES SANTI
IRIELY MÔNICA DEMUNER
LARIZA ELÍDIA DE LIMA SIQUEIRA ROSA

**REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE GESSO PROVENIENTE DA
CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA PRODUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenadoria do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz – FAACZ, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Me. Uara Sarmenghi Cabral.

Aracruz

2017

ERNANI PEREIRA NUNES SANTI
IRIELY MÔNICA DEMUNER
LARIZA ELÍDIA DE LIMA SIQUEIRA ROSA

**REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE GESSO PROVENIENTE DA
CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA PRODUÇÃO DOTIJOLO ECOLÓGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenadoria do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz – FAACZ, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 05 de dezembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Me. Uara Sarmenghi Cabral (Orientadora)

Prof. Me. Mario Sérgio da Rocha Gomes (Examinador Interno)

Prof. Me. Harley Davison Gomes (Examinador Externo)

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Declaramos, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico científico, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e aos autores.

A DEUS que nos fortalece e encoraja a caminhar e aos nossos pais, que são nosso alicerce.

Agradecemos à nossa orientadora Prof. Me. Uara Sarmenghi Cabral, pela dedicação, paciência e condução no desenvolvimento de nosso Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

A construção civil tem grande importância para o desenvolvimento econômico e social do país, porém, traz como consequência a imensa geração de resíduos sólidos que na maioria das vezes não possuem uma política de reaproveitamento e são descartados de forma inadequada, com isso, para diminuir os impactos ambientais, um método eficaz é reinserir o resíduo da construção civil em um novo processo produtivo. O trabalho em questão tem como objetivo a inserção dos resíduos de gesso provenientes da construção civil na produção do tijolo ecológico para alvenarias de vedação. A partir do processo da separação, trituração e secagem do resíduo de gesso com as diferentes relações de temperatura e tempo fabricamos os tijolos e determinamos o índice de resistência à compressão, cujo melhor resultado foi de 4,12 MPa, onde o mesmo provou a viabilidade do reaproveitamento do resíduo de gesso para alvenarias de vedação.

Palavras-chave: Gesso, resíduos da construção civil, alvenaria, sustentabilidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Representação do processo de calcinação do grão da gipsita.	22
Figura 2 - Utilização da gipsita e do gesso.....	24
Figura 3 - Agitador de peneiras Solotest (a) e série de peneiras (b).....	30
Figura 4 - Molde com resíduo de gesso não compactado.....	36
Figura 5 - Corpos de prova	37
Figura 6 - Prensa hidráulica Marca Solotest com o corpo de prova.....	38

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Perdas de gesso da construção civil	25
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação temperatura/tempo para o processo de secagem.....	29
Tabela 2 - Dimensões do molde do tijolo ecológico	32
Tabela 3 – Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 140°C e 150min.....	34
Tabela 4– Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 200°C e 80min.....	35
Tabela 5– Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 220°C e 30min.....	35
Tabela 6 - Análise de resistência à compressão.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAGESSO - Associação Brasileira do Drywall

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DRYWALL - Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall

SINDUGESSO - Sindicato das Industrias de Gesso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Resíduos sólidos provenientes da construção civil	16
3.2 Sustentabilidade na construção civil	17
3.3 Construção em alvenaria de vedação.	18
3.4 Reutilização do resíduo de gesso	19
3.5 Tijolos produzidos a partir da inserção de resíduos.	19
3.5.1 Tijolo fabricado a partir de resíduo da borracha de pneus	20
3.5.2 Tijolo fabricado à partir de Papel Kraft	20
3.5.3 Tijolo de solo-cimento com resíduo de areia diatomácea.....	21
3.6 Processo de obtenção do gesso	21
3.7 Utilização da gipsita e do gesso	23
3.8 Resíduo de gesso	24
3.9 Reaproveitamento do resíduo de gesso.....	26
3.9.1 Coleta dos resíduos de gesso	26
3.9.2 Armazenamento dos resíduos de gesso	26
3.9.3 Transporte dos resíduos de gesso	26
3.9.4 Destinação dos resíduos de gesso	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 Secagem do resíduo de gesso.....	28
4.3 Preparações do pó do resíduo de gesso.....	29
4.3.1 Determinação da Granulometria e o Módulo de Finura.....	29
4.3.2 Determinação da massa unitária.....	31
4.4 Preparações da pasta do resíduo de gesso	31
4.5 Preparações dos tijolos	32
4.6 Determinação de resistência a compressão.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 Propriedades físicas do pó	34
5.1.1 Granulometria e módulo de finura	34

5.1.2 Massa Unitária	36
5.1.3 Análise de resistência à compressão	37
6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	39
6.1 Conclusão	39
6.2 Recomendações	40
7 REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem grande importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil. Devido aos avanços tecnológicos construtivos, a mesma tem sido responsável por uma imensa geração de empregos, movimentando a economia e possibilitando cada vez mais o bem estar de cada indivíduo.

Além dos benefícios proporcionados pela construção civil, este desenvolvimento também contribui para grande geração de resíduos sólidos, que na maioria dos casos são descartados de forma inadequada, acarretando assim em problemas ambientais, como a contaminação do solo, das águas e posteriormente de lençóis freáticos.

Para atenuar estes danos ao meio ambiente, O reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil (RCC) vem sendo utilizado como uma alternativa para reinserir o produto na cadeia produtiva, diminuindo a extração de recursos naturais e os impactos ambientais que o descarte causa. Dessa forma, pode-se dizer que esta é uma prática sustentável, pois além de levar em consideração benefícios ambientais, engloba ainda aspectos econômicos e sociais, visto que esse processo ainda proporciona geração de emprego, por exemplo.

O gesso que é um material extraído do mineral Gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), é um material tóxico que libera íons Ca^{2+} e $(\text{SO}_4)^{-2}$ que alteram a alcalinidade do solo. Através da decomposição deste resíduo, libera-se gás sulfídrico que contaminam o solo devido a matéria orgânica que reage com o sulfato (NASCIMENTO, 2010; OLIVEIRA, 2011).

O resíduo de gesso que é objeto de estudo nesse trabalho, segundo a Resolução 307/02 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002), é classificado como material de classe C, ou seja, resíduo que não é passível de reciclagem. A Resolução 431/11, após o desenvolvimento de novas tecnologias, o resíduo de gesso passou a ser reciclado, alterando-se de Classe de C para Classe B (CONAMA, 2011).

Para proporcionar o reaproveitamento do gesso, o presente trabalho busca produzir tijolo ecológico utilizando gesso proveniente de RCC, que através do processo térmico faz com que a gipsita desidrate e possua características semelhantes ao gesso comercial, este método é denominado secagem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Reaproveitar o resíduo de gesso oriundo da construção civil através do método de secagem, avaliando a melhor relação temperatura/tempo para a fabricação do tijolo ecológico para alvenaria de vedação em áreas secas.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a relação de temperatura/tempo ideal para fabricação do tijolo ecológico.
- Determinar o modo de finura e a massa unitária do pó do resíduo de gesso;
- Determinar o índice de resistência à compressão dos tijolos ecológicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Devido a crescente evolução da construção civil e a responsabilidade que as empresas precisam ter com o meio ambiente e com o descarte dos resíduos sólidos, buscam-se novas tecnologias a fim de reaproveitar o mesmo para que diminua a extração excessiva da matéria prima (BETSUYAKU, 2015).

3.1 Resíduos sólidos provenientes da construção civil

Segundo Pinheiro (2011) a construção civil é responsável por aproximadamente 40% dos resíduos gerados na economia das indústrias da construção civil, por 75% de todo o resíduo sólido e de 20% a 50% do consumo dos recursos naturais extraídos do meio ambiente.

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora 10004 (ABNT, 2004):

Os resíduos sólidos são resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível.

Ainda segundo a NBR 10004 (2004), as fontes geradoras dos resíduos sólidos são divididas em:

- Construção Civil: oriundos de obras, demolições e reformas, como cerâmica, argamassa, concreto, gesso, madeira e cal;
- Industrial: originam-se nas indústrias, como amônia, metal pesado, ácidos e solventes;
- Agrícola: resultantes em propriedades agrícolas, como fibras vegetais e embalagens de agrotóxicos.

- Urbano: provém das residências, áreas públicas e comércio, como restos de alimentos, papelão, plástico, pilha, vidro, bateria, pneus e podas;
- Serviços de Saúde: têm origem de hospitais, clínicas, postos de saúde e farmácias, como material cirúrgico, órgãos, membros, luvas, gases, algodão, fralda e medicamentos;

De acordo com a resolução do CONAMA nº 307/2002, define-se resíduos da construção civil como:

Provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

3.2 Sustentabilidade na construção civil

Uma das formas de sustentabilidade é conscientizar a população da importância de preservação do meio ambiente, mantendo um processo de produção eficiente com responsabilidade ambiental. Sustentabilidade é um processo pelo qual as empresas estão buscando implantar com o intuito de suprir suas necessidades financeiras, contribuindo para um desenvolvimento saudável do meio ambiente (RIBEIRO *et al.* 2016).

Os resíduos provenientes da construção civil trazem graves problemas se mal disposto ao meio ambiente, pois são gerados diariamente em quantidades elevadas devido ao crescente desenvolvimento populacional e aos avanços tecnológicos. Com isso, o meio ambiente sofre impacto negativo (RIBEIRO *et al.* 2016).

A extração excessiva dos recursos naturais exige que se promova uma otimização de práticas sustentáveis, e para isto, faz-se necessário à identificação dos setores responsáveis por intensificar os impactos ambientais. Assim, a construção civil que se encontra em desenvolvimento crescente, contribui fortemente para os problemas

ambientais, pela geração de grande volume de resíduo e pelo seu descarte inadequado. (LARUCCIA, 2014)

Segundo Baracuhy (2010 apud Lampert 2015) a construção civil é responsável por extrair aproximadamente 80% dos seus materiais da natureza e gera 80 milhões de toneladas de resíduo por ano. A partir da reutilização de embalagens, de produtos com defeito e de pós-consumo é possível reaproveitar esses materiais e reduzir o impacto ambiental, o que se pode chamar de logística reversa.

Laruccia (2014) e Ribeiro (2016) deixam claro em seus estudos que uma das possibilidades de ações sustentáveis no tratamento dos resíduos sólidos é a logística reversa desses materiais. Isso pode trazer benefícios para a construção civil e se houver a reutilização de materiais, ainda reduz o consumo de matéria prima e também o volume de resíduos descartados no meio ambiente. Essa prática sustentável beneficia o mesmo, a economia das empresas e também a sociedade.

3.3 Construção em alvenaria de vedação.

De acordo com Zulian *et al.* (2002) alvenaria é o sistema construtivo de muros e paredes, feitos a partir de tijolos cerâmicos, pedras, cerâmicas, blocos de concreto, assentados com ou sem um material de ligação.

A alvenaria tem o objetivo de promover a separação entre ambientes e além de conferir resistência à força dos ventos e a umidade, atua como isolamento acústico e térmico oferecendo segurança para os ocupantes da edificação (NASCIMENTO, 2004).

A alvenaria de vedação tem por objetivo suportar apenas seu peso próprio e algumas cargas no ambiente da edificação como prateleiras, armários e outros móveis, redes de dormir, dentre outros (THOMAZ *et al.* 2009).

Sobrinho *et al.* (2011) afirma que as vedações com blocos de gesso podem ser assentados com gesso cola e apresentam resistência superior comparado aos blocos cerâmicos. Além disso, por serem mais leves, a estrutura tem uma economia em torno de 15% das armaduras da superestrutura e 30% de concreto na fundação.

De acordo com Sobrinho *et al.* (2011):

Do ponto de vista da sustentabilidade a adoção de alvenarias de blocos de gesso conduzem a uma redução em torno de 16% na Energia interna incorporada dos materiais utilizados na estrutura, 63% da energia elétrica utilizada na mistura e transporte interno dos materiais e mais de 53% na água utilizada na construção dessas divisórias em relação às construídas com blocos cerâmicos argamassados.

3.4 Reutilização do resíduo de gesso

Fernandes (2013) através de seu estudo, objetivou reutilizar o resíduo de gesso no processo de fabricação de placas ou moldes para forro, buscando diminuir os impactos gerados pelo descarte inadequado e pela contaminação ao solo. Sua metodologia consistiu em coleta, trituração e secagem, cuja as amostras foram secas em três diferentes períodos de tempo (50, 80 e 120 minutos) e para cada tempo, três diferentes temperaturas (140, 170 e 200 °C). Para estas relações de tempo/temperaturas, todas as amostras apresentaram resistência à compressão inferior aos 8,4MPa exigidos pela NBR 13207/1994, porém, Fernandes (2013) afirma que os resultados nos testes de resistência à compressão obtidos nas temperaturas de 170 °C e 200 °C foram superiores aos do gesso comercial.

3.5 Tijolos produzidos a partir da inserção de resíduos.

O tijolo ecológico além de poder possuir resíduos em sua composição, não passa pelo processo de queima, tornando-o ambientalmente correto, pois evita o desmatamento, a liberação de gases tóxicos e ainda reduz o consumo de energia. Sua produção é de forma simples, pois necessita apenas da mistura de seus ingredientes, podendo ser moídos ou peneirados diretamente após a coleta, posteriormente posto em moldes e ao completar seu período de cura, deve ser desenformado e utilizado (ROSA *et al.* 2011; BETSUYAKU, 2015).

3.5.1 Tijolo fabricado a partir de resíduo da borracha de pneus

É possível produzir bloco inserindo resíduo de borracha de pneu em sua formulação. O resíduo deve ser triturado, passando por separação e peneiramento. Para a preparação do bloco os materiais devem ser homogeneizados nas seguintes proporções: 60% de pó de resíduos triturados da construção civil, 10% de resíduo da borracha de pneus, 15% de cimento, 15% de pó de brita e 450mL de água (ROSA *et al.* 2011).

Rosa *et al.* (2011) afirma que mesmo que sua pesquisa não esteja concluída e que os tijolos ainda não passaram pelos testes para verificar sua resistência, reaproveitar os resíduos, seja eles o de borracha ou da construção civil, é benéfico, pois com um novo destino e processo de fabricação, evita-se o acúmulo destes em ambiente inadequado.

3.5.2 Tijolo fabricado à partir de Papel Kraft

Outro material que podemos citar como exemplo para a fabricação de tijolos ecológicos é o Papel Kraft, componente dos sacos de cimento, que adicionado a terra argilosa, água, cimento e seiva de babosa, dão origem ao tijolo Krafterra. Para a produção deste, primeiramente foi feita a higienização dos sacos de cimentos. Em seguida, os mesmos foram deixados em repouso em água e triturados no liquidificador até formar uma poupa. Para finalizar, retirou-se o excesso de água livre e a polpa foi compactada com a mistura de cimento, terra argilosa e a seiva de babosa. Devido à falta de equipamentos para os testes de resistência à compressão, este trabalho utilizou os dados obtidos por Buson (REBOUÇAS *et al.* 2011).

Segundo Buson (2009) a inserção de fibras de papel Kraft provenientes de sacos de cimento em BTCs (bloco de tijolo comum) gerou um elemento com características relevantes à resistência ao fogo. Para os testes de compressão diagonal e simples, aplicou-se uma força sobre os vértices do bloco, na diagonal e outra força sobre a parede do material, respectivamente. O BTC mesmo sendo mais rígido partiu-se ao

ser exposto a força e o Krafterra apresentou maior ductibilidade, pois resistiu a mesma força.

"Enquanto mil blocos de solo-cimento custam R\$ 350,00, o Krafterra pode chegar a R\$100,00, ou seja, o tijolo é uma alternativa viável para construções populares" (BUSON, 2009).

3.5.3 Tijolo de solo-cimento com resíduo de areia diatomácea

A areia diatomácea provém de carapaças de seres vegetais unicelulares. A mesma é muito utilizada nas indústrias cervejeiras, trabalhando como um filtro que tem o objetivo de promover a clarificação e filtração da cerveja, assim, evitando que as impurezas orgânicas do processo de fermentação interfiram no produto final, com isso, tem sua vida útil reduzida devido ao entupimento de seus poros (BETSUYAKU, 2015).

Esse tijolo baseia-se na mistura de cimento, solo, água e o resíduo de areia diatomácea, esta primeiramente foi seca em um fogão industrial com o auxílio de uma chapa galvanizada, com o objetivo de retirar o excesso de líquidos, em seguida utilizou-se uma estufa durante 24 horas à uma temperatura de 100°C a fim de evaporar os líquidos restantes no material, posteriormente o mesmo foi moído e peneirado assim como o solo. Após a preparação destes, todos os materiais foram misturados com o auxílio de uma betoneira e a pasta obtida foi prensada e depois de 28 dias desenformada (BETSUYAKU, 2015).

Segundo Betsuyaku (2015), os tijolos apresentam uma resistência à compressão acima do exigido pela NBR 10833/1989, portanto o mesmo pode ser utilizado como alvenaria de vedação e afirma que a inserção do resíduo de areia diatomácea é viável economicamente e ambientalmente.

3.6 Processo de obtenção do gesso

Segundo Melo (2012), quando o minério de gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é aquecido de 20°C a 1400°C, surgem cinco fases distintas do sulfato de cálcio, e estas são;

1 - A gipsita é um sulfato de cálcio dihidratado em temperatura ambiente.

2 - Quando a gipsita alcança a temperatura de 60°C começa seu processo de desidratação, perdendo assim moléculas de água. O hidrato adquirido desta reação pode conter 0,15 e 0,66 moléculas de água, sendo um hidrato chamado hemidrato, com meia molécula de água.



GIPSITA

HEMIDRATO

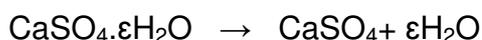
3 - Acima de 200°C o hemidrato perde grande parte de sua água tornando-se anidrita solúvel (anidrita III) (JOHN E CINCOTTO, 1988), com variação do ϵ de 0,11 a 0,06 moléculas de água.



HEMIDRATO

ANIDRITA III

4 - Acima de 400°C, a anidrita III passa a ser anidrita II (anidrita artificial).



ANIDRITA III ANIDRITA II

5 - Acima de 800°C o produto é semelhante a anidrita natural que encontra-se no minério de gipsita.

Segundo Moisset (1997 apud Pinheiro 2011) o processo de desidratação da gipsita é conforme a Figura 1.

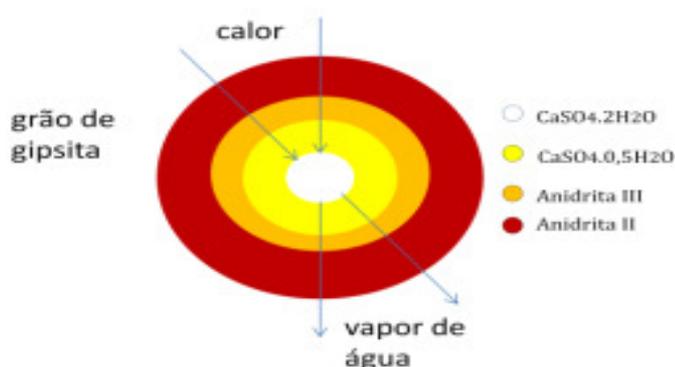


Figura 1 - Representação do processo de calcinação do grão da gipsita.

Fonte: Moisset (1997 apud Pinheiro 2011)

O processo de calcinação das fases do grão da gipsita ocorre à medida que vai recebendo calor e perdendo água (MOISSET 1997 apud PINHEIRO 2011).

3.7 Utilização da gipsita e do gesso

Conforme Velho *et al.* (1998 apud Luz *et al.* 2005) a gipsita pode ser utilizada na forma natural ou calcinada. A forma natural é bastante usada na agricultura e na fabricação de cimento *portland*. Na indústria cimenteira, durante a moagem, a gipsita é adicionada ao clínquer para retardar o tempo de pega do cimento. Na agricultura, a gipsita é utilizada como agente corretivo para os solos ácidos e como condicionador de solo, aumentando a aeração, drenagem e retenção da água.

Enquanto a forma calcinada, conhecida como gesso, encontra-se várias utilizações na construção civil e também como material ortopédico ou dental (MELO, 2012).

Melo (2012), identifica as diversas áreas de utilização do hemidrato (gesso): O gesso empregado na construção civil origina os diversos produtos: 1- Gesso para revestimento de paredes e tetos; 2 - Placas para rebaixamento de tetos; 3 - Chapas para *drywall*; 4 - Massa para tratamento de juntas de sistema *drywall*. Já na área de odontologia é muito utilizado na confecção de prótese e moldes ortodônticos. Na indústria cerâmica, o gesso é utilizado como moldes (PAPAROTTE e MACIEL, 2005).

De acordo com Junior *et al.* (2013) é possível inserir o resíduo de gesso nos furos dos blocos para melhorar as propriedades termo-acústica de blocos de vedação, ou seja, isolar sons e calor.

Silva (2008), reafirma a ideia de que o gesso tem sua maior aplicação na construção civil, pois é um produto que proporciona agilidade na aplicação, diminuindo os prazos na execução da obra, além de reduzir a sobrecargas da mesma e por consequência a um preço competitivo.

Como revestimento interno, o rápido endurecimento propicia agilidade na execução dos serviços. O gesso não necessita de outros materiais de acabamento, por

adquirir um acabamento final de excelência nas paredes e tetos de construções (CINCOTTO *et al.* 1985 apud SILVA, 2008).

A Figura 2 representa a utilização da gipsita e do gesso em diferentes áreas.

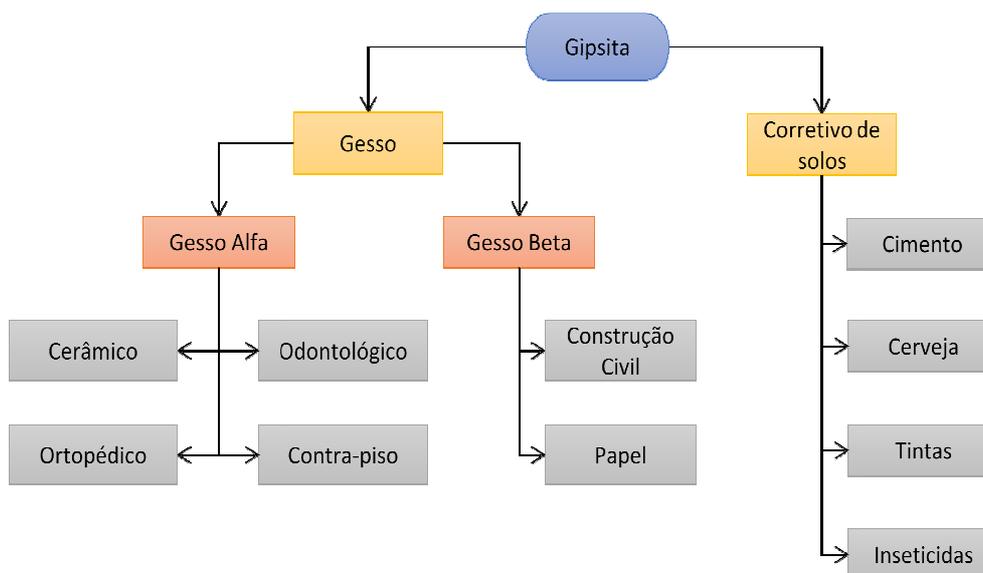


Figura 2 - Utilização da gipsita e do gesso.

Fonte: Adaptado Melo (2012).

A gipsita é utilizada através de dois seguimentos, como gesso e corretivo de solos. Este se divide em cimento, cerveja, tintas e inseticidas. O gesso por sua vez, divide-se em alfa e beta. O gesso alfa é utilizado em cerâmicos, contra-piso, ortopédico e odontológico, já o gesso beta é aplicado na construção civil e na fabricação de papel (MELO, 2012).

3.8 Resíduo de gesso

De acordo com Pinheiro (2011), o gesso representa cerca de 5% de todo o resíduo gerado pela construção civil, devido à expansão do segmento gesseiro nacional, apresentando uma taxa de crescimento anual de 8% e expectativas de crescimento é ainda maior pros próximos anos.

Segundo Sindicato das Industrias de Gesso (Sindugesso, 2005) e Associação Brasileira do Drywall (Abragesso, 2005) as perdas na construção civil são significativas, 88% do gesso aplicado como revestimento é responsável pela maior parte da geração dos resíduos de gesso na construção civil, estima-se que 8% do gesso acartonado é transformado em resíduo e 4% são oriundos dos pré-moldados, assim conforme Gráfico 1, gerando um desperdício de toneladas por ano.

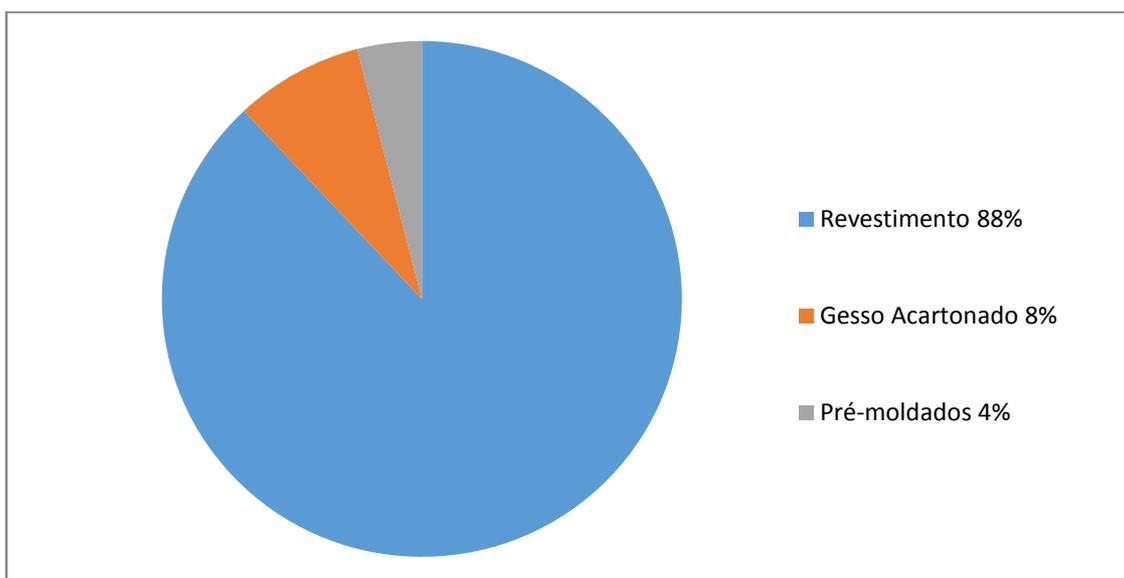


Gráfico 1 - Perdas de gesso da construção civil
Fonte: Adaptado Sindugesso e Abragesso, (2005)

Conforme John e Cincotto (2003), a pasta de gesso tem um endurecimento muito rápido, e este fator juntamente com uma mão de obra não qualificada, faz com que haja um desperdício muito grande do material, alcançando um percentual de 30% da pasta de gesso.

Para diminuir a geração dos resíduos de gesso no revestimento, faz-se necessário melhorar o tempo útil das pastas de gesso e também aumentar a quantidade da alvenaria que será revestida. Em relação ao desperdício no uso de gesso acartonado e na fabricação de pré-moldados, o essencial é aprimorar a tecnologia do produto, assim como, qualidade da mão de obra (MELO, 2012).

Porém, a geração do resíduo de gesso não é apenas na aplicação do mesmo, mas também, em seu processo de fabricação, desde a extração da gipsita até o produto

final. Fato que torna a necessidade de reciclagem ainda mais indispensável (MELO, 2012).

3.9 Reaproveitamento do resíduo de gesso

Segundo Melo (2012), é possível a utilização de resíduos reciclados através de novas etapas de moagem e calcinação do resíduo de gesso coletado. Porém, um ponto que dificulta o reaproveitamento do mesmo, é a existência de impurezas no material, como o papel, pintura, metais, madeira entre outros, sendo aceitável o limite máximo de 3% de impurezas.

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (DRYWALL, 2009), todos os resíduos de gesso devem ser coletados, armazenados, transportados e destinados conforme etapas abaixo.

3.9.1 Coleta dos resíduos de gesso

Os resíduos de gesso precisam ser armazenados em locais apropriados e separados dos demais materiais, como os metais, papéis, madeiras e restos de alvenaria para facilitar na coleta e manter a qualidade do resíduo antes de ser encaminhado para reciclagem. Com isso, é aconselhável o treinamento da mão de obra para melhoria do serviço (DRYWALL, 2009).

3.9.2 Armazenamento dos resíduos de gesso

A armazenagem do resíduo de gesso deve ser feita em ambiente seco e coberto para evitar qualquer contato com a água (DRYWALL, 2009).

3.9.3 Transporte dos resíduos de gesso

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2009) aponta que o transporte dos resíduos deve obedecer às regras estabelecidas pelo órgão

municipal responsável pelo meio ambiente, respeitando toda a documentação necessária. As pessoas responsáveis pelo transporte também devem ser cadastradas no órgão municipal responsável, permitindo-lhe circular.

3.9.4 Destinação dos resíduos de gesso

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2009), nos municípios brasileiros já existem Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs), que são responsáveis por receber os resíduos de gesso e após triar e homogeneizar os mesmos, são vendidos para setores responsáveis pela reciclagem.

A reciclagem dos resíduos de gesso torna-se impossibilitada caso não seja feita estas etapas de forma adequada (MELO, 2012). A mesma, por outro lado, é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesas em uma fonte de faturamento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia indicará as etapas a serem realizadas, desde a coleta do resíduo de gesso na empresa Gesso Quality localizada no bairro Santa Rosa no município de Aracruz, região norte do Espírito Santo até a realização dos ensaios feitos no laboratório Resistência dos Materiais e Solos da FAACZ - Faculdades Integradas de Aracruz. Após coletado, o resíduo foi triturado de forma manual, obtendo torrões com granulometria suficiente para ser introduzido no moinho de facas marca Adamo e posteriormente o mesmo foi seco com diferentes temperaturas e intervalos de tempos. A preparação do pó do resíduo de gesso foi realizado através da determinação do módulo de finura e da massa unitária do pó, e a preparação da pasta do resíduo de gesso foi feita respeitando a relação de 0,8 (água/gesso) conforme estudo realizado por Fernandes, (2013).

4.1 Secagem do resíduo de gesso

Após o processo de trituração, o resíduo foi colocado em bandejas e levado à estufa, marca Odontobras à uma temperatura de 50°C e a cada 5 minutos o material foi pesado para verificar se houve perda de água e num total de 25 minutos, percebendo que ao final desse tempo ocorreu a constância de massa, ou seja, quando o resíduo parou de perder água e sua massa permaneceu constante. Posteriormente para a secagem efetiva do resíduo o mesmo foi colocado em bandejas e seco com controle de tempo e temperatura maiores. Para a secagem do resíduo de gesso levou-se em consideração a pesquisa de Fernandes (2013), onde secou suas amostras em três diferentes períodos de tempo (50, 80 e 120 minutos) e para cada tempo, três diferentes temperaturas (140, 170 e 200°C) e nossas amostras foram secas conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Relação temperatura/tempo para o processo de secagem.

Amostras	Temperatura (°C)	Tempo (min)
A	140	150
B	200	80
C	220	30

Fonte: Próprio autor

As amostras do estudo foram secas à uma temperatura de 140°C em 150min, à 200°C em 80min e à 220°C em 30min, as quais foram escolhidas em torno do melhor resultado de Fernandes (2013).

Os parâmetros escolhidos foram para utilizar o maior tempo de secagem para uma temperatura menor, uma maior temperatura para um menor tempo, assim como um parâmetro mediano similar ao estudo feito por Fernandes (2013). Para cada combinação de temperatura/tempo foi testada apenas uma vez, não havendo variação dos parâmetros, devido ao curto período para a realização das amostras.

4.3 Preparações do pó do resíduo de gesso

Para que o pó do resíduo de gesso atenda as mesmas características físicas do gesso comercial, foi utilizado a NBR 12127/1991 como base para os métodos a seguir.

4.3.1 Determinação da Granulometria e o Módulo de Finura

Para determinar a granulometria do pó, foi utilizado um agitador de peneiras e uma série de peneiras conforme Figura 3.

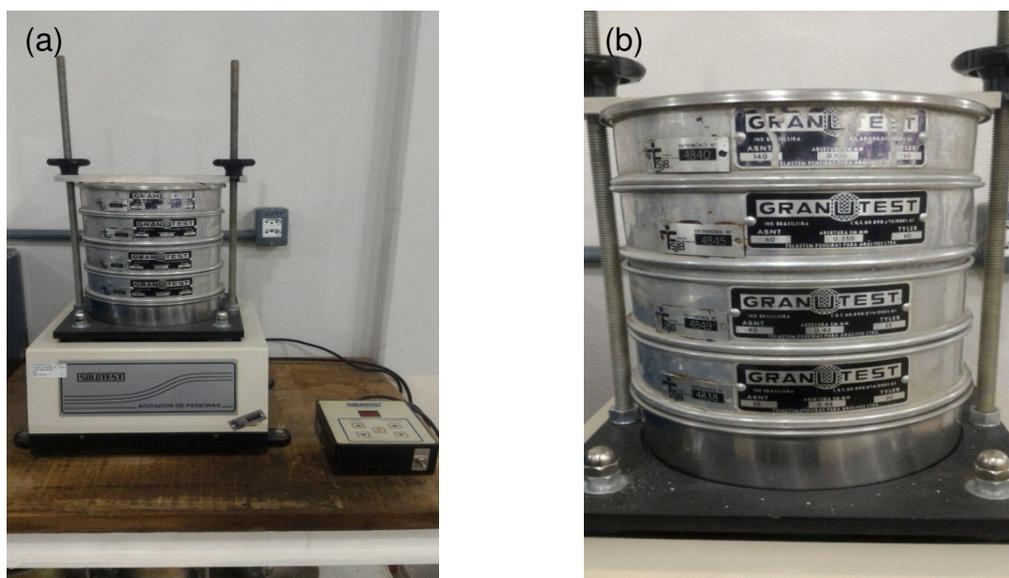


Figura 3 - Agitador de peneiras Solotest (a) e série de peneiras (b).
Fonte: Próprio autor

A Figura 3 representa o agitador de peneiras marca Solotest, onde o resíduo de gesso passou pelo processo de vibração durante um período de 8 minutos, cuja série de peneiras foram: 0,850mm, 0,420mm, 0,250mm e 0,106mm. A escolha destas foi baseada na NBR 12127/1991, buscando-se aproximar ao máximo das aberturas das peneiras desta norma.

O percentual de material retido nas peneiras é dado pela massa do resíduo retido na peneira pela massa total inicial, multiplicado por 100 conforme Equação 1.

$$R = \frac{m}{M} \times 100 \quad (1)$$

$R =$ material retido em %

$m =$ resíduo na peneira em gramas

$M =$ massa inicial em gramas

O módulo de finura é determinado pela somatória das porcentagens retidas acumuladas em cada peneira da série, dividido por 100 conforme Equação 2.

$$MF = \frac{\sum R_a}{100} \quad (2)$$

$MF = \text{módulo de finura}$

$\sum R_a = \text{somatório do percentual retido acumulado em cada peneira da série}$

4.3.2 Determinação da massa unitária

A massa unitária é a razão da massa do pó não compactada pelo volume do molde, e medido conforme a Equação 3.

$$Mu = \frac{Mg}{V} \quad (3)$$

$Mu = \text{Massa unitária em } \frac{kg}{m^3}$

$Mg = \text{Massa de resíduo de gesso em kg}$

$V = \text{Volume do molde } m^3$

4.4 Preparações da pasta do resíduo de gesso

Para a preparação da pasta foi utilizado como base a pesquisa de Fernandes (2013), onde o mesmo utilizou o fator 0,8 para a relação de massa de água/gesso.

$$\frac{Ma}{Mg} = 0,8 \quad (4)$$

$Ma = \text{Massa de água em kg}$

$Mg = \text{Massa de resíduo de gesso em kg}$

A massa de resíduo de gesso Mg foi obtida no item 4.3.2 e a massa de água Ma foi obtida através da relação acima.

De acordo com a NBR 12129/1991 a mistura dos materiais para preparação da pasta deve ser feita respeitando a sequência abaixo:

- 1° - Colocar a água em um recipiente impermeável;
- 2° - Polvilhar o resíduo de gesso sobre a água durante 1 minuto e deixar a mistura em repouso por mais 2 minutos;
- 3° - Mexer a mistura por 1 minuto de forma a deixá-la homogênea, desfazendo os grumos e liberando o aprisionamento das bolhas de ar.

4.5 Preparações dos tijolos

Segundo a NBR 8041/1983 o tijolo maciço deve conter as dimensões conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensões do molde do tijolo ecológico

Medidas	Valor (m)
Altura (m)	0,06
Largura (m)	0,09
Comprimento (m)	0,19
Volume (m ³)	0,001026

Fonte: NBR 8041/1983

O molde foi fabricado a partir de chapa metálica nas dimensões acima, em seguida foi aplicada uma camada de lubrificante para facilitar a desforma. Foi transferido a mistura obtida no item 4.4 rapidamente para o molde e bateu-se no mesmo com o auxílio de uma espátula a fim de evitar o aprisionamento de bolhas de ar.

A desforma foi feita respeitando o fim de pega da pasta, que foi notada após o término da fase exotérmica, posteriormente os tijolos foram colocados em prateleiras em temperatura ambiente mantendo-os distante de umidade.

4.6 Determinação de resistência a compressão

A NBR 12129/1991 baseia-se num molde pra compressão com dimensões 50x50x50mm, porém como o teste foi feito no laboratório da FAACZ, a prensa hidráulica elétrica marca Solotest que foi utilizada, exige que o molde possua dimensões nas quais a altura seja pelo menos o dobro da base, sendo assim o corpo de prova para o teste de resistência à compressão foi feito diretamente no tijolo obtido no item 4.5.

De acordo com a mesma norma os corpos de prova foram rompidos após o período de 5 dias, os quais receberam uma carga contínua de 250 a 750N/s até a ruptura do tijolo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização das amostras utilizou-se como suporte a NBR 12127/1991 onde foi determinado as propriedades físicas do pó, através dos ensaios de granulometria, módulo de finura e massa unitária. Com o auxílio da NBR 12129/1991 realizou-se o ensaio de resistência à compressão, comparando com os resultados da pesquisa de Fernandes (2013), a NBR13207/1994 e a NBR7170/1983.

5.1 Propriedades físicas do pó

5.1.1 Granulometria e módulo de finura

As Tabelas 3, 4 e 5 representam os resultados obtidos através do método da granulometria e do módulo de finura determinado pela equação 2 para o pó do resíduo de gesso. Observou-se que mesmo a partir dos 200 °C onde o material torna-se um hemidrato, a diferença no tamanho dos grãos foi insignificante, pois as porcentagens retidas nas peneiras para os tempos em estudo foram próximas.

Tabela 3 – Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 140 °C e 150min.

Abertura das Peneiras (mm)	Massa Retida (g)	(%) Retida	(%) Retida Acumulada	Módulo de Finura
0,850	60,056	11,78%	99,82%	0,998
0,420	350,061	68,64%	88,05%	0,880
0,250	84,622	16,59%	19,41%	0,194
0,106	11,934	2,34%	2,81%	0,028
Fundo	2,418	0,47%	0,47%	0,005
Total	509,091	99,82%		

Fonte: Próprio autor

No teste da granulometria para a temperatura de 140 °C e 150 minutos foram inseridas no conjunto de peneiras 510g, porem houve perda de 0,909g de resíduo de gesso, que é resultante da diferença entre a massa total inserida nas peneiras e a massa total retida nas mesmas. Esta perda é devido a retirada e o transporte do

material das peneiras para pesagem. Notou-se que na peneira de 0,420mm foi onde ficou retida a maior parte dos materiais 68,64%.

Tabela 4– Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 200°C e 80min.

Abertura das Peneiras (mm)	Massa Retida (g)	(%)Retida	(%) Retida Acumulada	Módulo de Finura
0,850	62,231	12,20%	99,84%	0,998
0,420	348,025	68,24%	87,64%	0,876
0,250	85,312	16,73%	19,40%	0,194
0,106	10,597	2,08%	2,67%	0,027
Fundo	3,013	0,59%	0,59%	0,006
Total	509,178	99,84%		

Fonte: Próprio autor

No teste da granulometria para a temperatura de 200°C e 80 minutos foram inseridas no conjunto de peneiras 510g, porem houve perda de 0,822g de resíduo de gesso, que é resultante da diferença entre a massa total inserida nas peneiras e a massa total retida nas mesmas. Esta perda é devido a retirada e o transporte do material das peneiras para pesagem. Constatou-se que na peneira de 0,420mm foi onde ficou retida a maior parte dos materiais 68,24%.

Tabela 5– Massa, porcentagem retida e módulo de finura para o resíduo seco à 220°C e 30min.

Abertura das Peneiras (mm)	Massa Retida (g)	(%)Retida	(%) Retida Acumulada	Módulo de Finura
0,850	61,368	12,03%	99,88%	0,999
0,420	349,911	68,61%	87,85%	0,878
0,250	84,992	16,67%	19,24%	0,192
0,106	11,236	2,20%	2,57%	0,026
Fundo	1,873	0,37%	0,37%	0,004
Total	509,380	99,88%		

Fonte: Próprio autor

No teste da granulometria para a temperatura de 220°C e 30 minutos foram inseridas no conjunto de peneiras 510g, porem houve perda de 0,620g de resíduo de gesso, que é resultante da diferença entre a massa total inserida nas peneiras e a massa total retida nas mesmas. Esta perda é devido a retirada e o transporte do

material das peneiras para pesagem. Observou-se que na peneira de 0,420mm foi onde ficou retida a maior parte dos materiais 68,61%.

O módulo de finura é importante para determinar a classificação do gesso e através dos testes executados, chegou-se a conclusão que o mesmo é considerado gesso fino para revestimento e fundição baseando-se na NBR 13207/1994.

5.1.2 Massa Unitária

A massa unitária encontrada pela Equação 3 foi de $497,076\text{kg/m}^3$, pois foi inserido $0,51\text{kg}$ de resíduo de gesso não compactado em um molde cujo volume é de $0,001026\text{m}^3$ conforme Figura 5. Entretanto, o resultado apresentou valor menor do que os 700kg/m^3 exigidos pela NBR 13207/1994, assim como o estudo feito por Fernandes (2013), que obteve massa específica de $454,07\text{kg/m}^3$, onde os resultados obtidos provam que ambos os estudos possuem amostras impróprias para a utilização em fundição e revestimento.



Figura 4 - Molde com resíduo de gesso não compactado.
Fonte: Próprio Autor

5.1.3 Análise de resistência à compressão

Na tabela 6 encontram-se os resultados obtidos através dos ensaios de resistência à compressão, e para a produção e ruptura dos corpos de prova foi usada a NBR 12129/1991.

Tabela 6 - Análise de resistência à compressão.

Amostras	Temperaturas/ Tempo	Corpo de prova 1	Corpo de prova 2
A	140°C - 150min	1,44	1,05
B	200°C – 80min	2,02	2,27
C	220 °C – 30min	3,18	4,12

Fonte: Próprio autor

Os corpos de prova utilizados para o teste de resistência à compressão foram confeccionados conforme os modelos apresentados na Figura 6.

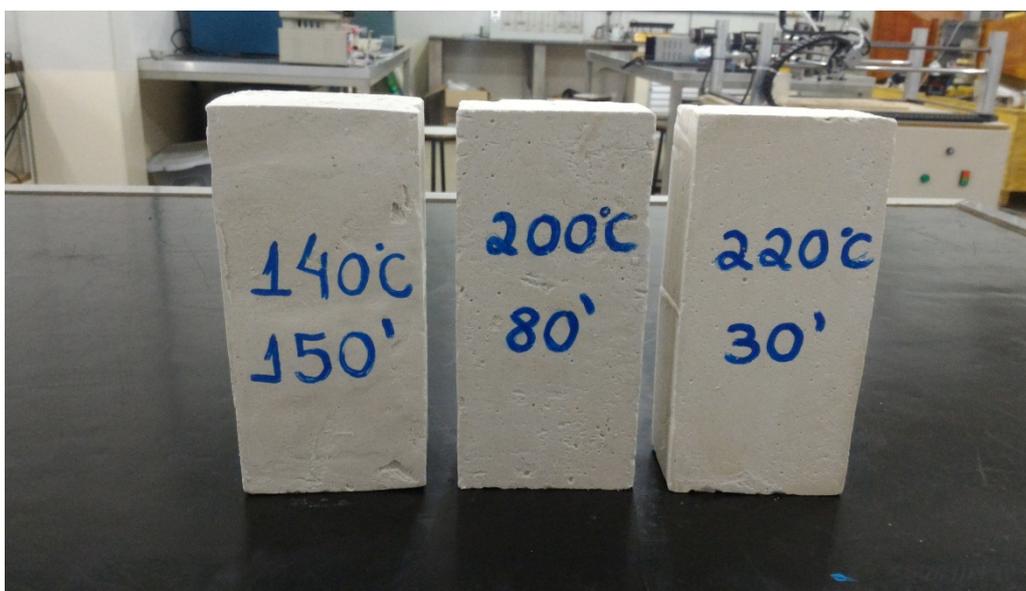


Figura 5 - Corpos de prova
Fonte: Próprio Autor

No estudo em questão foram fabricados dois corpos de prova para cada condição de temperatura-tempo, posteriormente os tijolos foram colocados em prateleiras em

temperatura ambiente mantendo-os distante de umidade e após 5 dias os mesmos foram rompidos conforme Figuras 7.



Figura 6 - Prensa hidráulica Marca Solotest com o corpo de prova
Fonte: Próprio autor

Para a análise dos testes de resistência à compressão, utilizamos como parâmetro a NBR7170/1983, a qual exige que os tijolos fabricados para alvenaria de vedação suportem 1,5 MPa. Observou-se que os corpos de prova para as Amostras A1 e A2, cuja as resistências foram 1,44MPa e 1,05MPa respectivamente, não atingiram os valores mínimos exigidos pela norma. Em contrapartida, os valores de resistência à compressão de 2,02MPa para B1 e 2,27Mpa para B2, apresentaram resultados satisfatórios, assim como, 3,18MPa para C1 e 4,12MPa para C2, onde o melhor índice de resistência à compressão foi obtido na Amostra C2.

Fernandes (2013) obteve um resultado de 5,88MPa para o corpo de prova seco na temperatura de 200°C e 50min, onde o parâmetro analisado foi o mais próximos à Amostra C2, os quais apresentaram resultados em conformidade com a NBR7170/1983.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusão

Conclui-se com este estudo que os métodos praticados no laboratório são satisfatórios, pois o processo colocado em proposta, nos permitiu a fabricação de corpos de prova maciço utilizando apenas resíduo de gesso.

Em todas as temperaturas avaliadas, foi possível a fabricação dos corpos de prova maciços sem que houvesse adicionado outro tipo de material que não fosse proveniente do resíduo de gesso.

Os resultados de resistência à compressão obtidos nos corpos de prova, foram considerados satisfatórios analisando ao parâmetro da NBR 7170/1983 para fabricação de tijolo utilizado em alvenaria de vedação.

A melhor resistência encontrada no estudo foi para o corpo de prova produzido a 220°C e 30min, possibilitando consistência para ser utilizado como alvenaria de vedação.

Conclui-se nesse caso que é possível reaproveitar o resíduo de gesso, proveniente da construção civil, através do método da secagem para produção do tijolo de alvenaria. Isso nos faz acreditar que esse material nocivo ao meio ambiente, que hoje é descartado por muitas vezes de forma incorreta no meio em que vivemos, pode-se ter grande aproveitamento não só para fabricação de tijolo para o mercado comercial, mas também como contribuição para a parte sustentável do nosso planeta.

6.2 Recomendações

Para futuros trabalhos e estudos sobre o tema abordado, sugerimos algumas propostas, tais como:

- Fabricação dos corpos de prova, com materiais que possibilitem uma maior resistência, como argila e/ou cimento;
- Realizar testes com temperaturas superiores à 400°C, onde ocorre a mudança química das moléculas da gipsita;;
- Avaliar outras condições do processo de produção do bloco, como uso de equipamentos para melhorar a consistência da amostra;
- Maior intervalo no tempo de cura para os corpos de prova fabricados;
- Levantamento de custo para fabricação dos tijolos;
- Estudo da logística reversa desses RCC's, como colaboração ao meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: Gesso Para Construção - Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7071: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8041: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Formas e dimensões - Padronização. Rio de Janeiro, 1983.

BARACUHY, Lehmann Joana. Construção sustentável: arquitetura e construção - Novembro de 2010.

BETSUYAKU, Renato Yochio. Construção de eco tijolos com adição de areia diatomácea. Dissertação de Mestrado. Centro Universitário de Volta Redonda , Volta Redonda, Rio de Janeiro, 2015.

BUSON, Marcio Albuquerque. Krafterra: Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimentos para vedação vertical. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, 2009.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução 307, 5 de Julho de 2002.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução 431, 24 de Maio de 2011.

DRYWALL - Associação Brasileira do Drywall. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2017.

DRYWALL - Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas de Drywall . Resíduo de gesso na construção civil - Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/18018FE8/Cartilha_Residuosgesso.pdf> . Acesso em 25 de agosto de 2017.

FERNANDES, Carlos Alberto Hermann. Avaliação da viabilidade técnica da utilização de resíduos de gesso de construção para uso em placas ou moldes para forro. Seminário de Pesquisa - Extensão e inovação do IFSC. Florianópolis, Santa Catarina, 2013. Disponível em: <<http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2013/paper/download/166/314>>. Acesso dia 25 de Agosto de 2017.

JOHN, Vanderley; CINCOTTO, Maria Alba. Alternativas de gestão dos resíduos de gesso. Universidade de São Paulo - Escola Politécnica. São Paulo. 2003. Disponível em: <<http://www.sibr.com.br/sibr/DownloadFile?idObj=159&tipoObj=artigo>>. Acesso dia 01 de outubro de 2017.

JUNIOR, Carlos Alberto Sikorski; GERONAZZO, Leonardo da Veiga; BETIM, Leones Rodrigues. Estudo da viabilidade da aplicação de resíduos de gesso em blocos de concreto para melhoria de propriedades termo-acústica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui>>. Acesso dia 08 de outubro de 2017.

LAMPERT, Vinícius; MOURA, Patrícia; PARISOTTO, Adaiane; CORREA, Rossano. Logística reversa na construção civil. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em:

<<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/XI-054.pdf>>. Acesso dia 23 de novembro de 2017.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5261066.pdf>>. Acesso dia 31 de agosto de 2017.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antonio Freitas. Comunicação Técnica elaborada para Edição do Livro Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 449 a 470p. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>>. Acesso dia 24 de setembro de 2017.

MELO, Daniele de Castro Pessoa de. Processo de calcinação da gipsita/resíduo em um forno rotativo contínuo para a produção de gesso beta reciclável. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2012.

NASCIMENTO, Felipe José de Farias; PIMENTEL, Lia Lorena. Reaproveitamento de resíduo de gesso. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Campinas, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/287.pdf>>. Acesso dia 09 de outubro de 2017.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do - Alvenarias. Instituto Brasileiro de Siderurgia Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria-ii.pdf>>. Acesso dia 08 de outubro de 2017.

OLIVEIRA, Kelly Cristina da Cunha; CARVALHO, Matheus Costa. Reutilização de resíduos liberados nas construções civil, 2011. Disponível em: <<http://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/2271.pdf>>. Acesso dia 23 de agosto de 2017.

PAPAROTTE, Ivo Aparecido; MACIEL, Carlos Antonio Centurión. Efeito do resíduo de gesso da indústria cerâmica sobre as propriedades químicas do solo. Espírito Santo do Pinhal, 2006. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=112&article=43&mode=pdf>>. Acesso dia 25 de agosto de 2017.

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes. Gesso reciclado: Avaliação de propriedades para uso em componentes. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2011.

REBOUÇAS, Arthur Sousa; DIAS, Henrique Lessa; GOMES, Izabela Moreira; CORDEIRO, Leonardo Amaral; VIANA, Leonardo Ferreira; MIRANDA, Matheus Soares de Almeida Ramos; MARTINS, Robert Brendel Santos; SOUZA, Rodrigo Costa Correia; SILVA, Arlete Vieira da. Krafterra: Tijolo ecológico - Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/download/355/184>>. Acesso dia 29 de agosto de 2017.

RIBEIRO, Abrahão Severo. Produção de Gesso Reciclado a Partir de Resíduos Oriundos da Construção Civil Sociais. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2006. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/5554>>. Acesso dia 24 de setembro de 2017.

RIBEIRO, Denise; MOURA, Larissa Santos de; PIROTE, Natália Stéfanie dos Santos. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. Taubaté, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcger/article/view/3880>>. Acesso dia 29 de setembro de 2017.

ROSA, Nathalia da; SOUZA, Luis César; BILIBIO, Juliana Rodrigues. Tijolo ecológico: Reaproveitando a borracha de pneus e resíduos da construção civil. - Modalidade do trabalho: Relatório Técnico-científico. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em:

<<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/.../6269>>

Acesso em 08 de outubro de 2017.

SANTOS, Paulo Medeiros dos; ROLIM, Mario Monteiro; DUARTE, Anamaria Sousa; BARROS, Maria De Fátima Cavalcanti; SILVA, Ênio Farias De França. Uso de resíduos de gesso como corretivo em solo salino-sódico. Goiânia, Goiás, 2014.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632014000100004&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso dia 24 de setembro de 2017.

SINDUSGESSO - Sindicato da Industria do Gesso de Pernambuco. Pólo Gesseiro, 2009. Disponível em:<<http://www.sindusgesso.org.br/>>. Acesso dia 23 de setembro de 2017.

SOBRINHO, Carlos Welligton de Azevedo Pires; BEZERRA, Natalia de Moraes; COSTA, Tatiana de Castro Trajano; SILVA, Carolina Buarque - Divisórias internas de edifícios em alvenaria de blocos de gesso - Vantagens técnicas, econômicas e ambientais. Fortaleza, Pernambuco, 2011. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/4/47/Divisorias_de_gesso.pdf>. Acesso dia 08 de outubro de 2017.

THOMAZ, Ercio; FILHO, Cláudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha, CARDOSO, FRANCISCO Ferreira - Código de práticas nº 01 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ipt.br/download.php?filename=113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf>.

Acesso dia 08 de outubro de 2017.

VELHO, José Lopes; GOMES, C.; ROMARIZ, C. Minerais Industriais. Universidade de Aveiros, 1998. p. 101-110.

ZULIAN, Carlan Seiler; DONÁ, Elton Cunha; VARGAS, Carlos Luciano. Alvenaria. Departamento de Engenharia Civil da UEPG. Ponta Grossa, Paraná, 2002. Disponível em: <<http://sites.uepg.br/denge/aulas/alvenaria/Alvenaria.doc>>. Acesso dia 08 de outubro de 2017.