

ESTUDO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE CONCRETOS INCORPORADOS DE RESÍDUOS DE GESSO COMO AGREGADO (STUDY OF THE MECHANICAL RESISTENCE OF CONCRETES INCORPORATED WITH PLASTER WASTE AS AGGREGATE)

F. P. Bon¹; C. Gibertoni²

¹Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310
São Carlos - SP – Brasil, CEP 13565-905

²Fundação Hermínio Ometto - UNIARARAS
Av. Dr. Maximiliano Baruto, 500 - Jardim Universitário,
Araras - SP – Brasil, CEP 13607-339
fredericoejr@gmail.com

Resumo

Desde a Revolução Industrial, o homem aproveita sua estendida capacidade produtiva para satisfazer suas necessidades materiais e anseios econômicos. O meio natural demonstra sintomas e o paradigma dos recursos inesgotáveis se mostra ilusão. A construção civil chama atenção pela quantidade de resíduos gerados. O gesso, proveniente da gipsita, é um material muito comum na construção civil e sua aplicação é crescente. A resolução 307 do CONAMA regulamenta o gesso como resíduo cuja reciclagem é tecnicamente inviável. Reciclar gesso como agregado miúdo em concretos é alternativa audaciosa. Os traços com substituição total da areia por pó de gesso são inviáveis, alcançando tensão resistente de 0MPa. Porém, a substituição parcial de 50% da areia do traço por pó de gesso, geraram corpos, que no ensaio de compressão simples ofereceram tensão resistente de até 7,50MPa. A fabricação de blocos de vedação é utilização válida para tais concretos.

Palavras chave: gesso, concreto, reciclagem, cidades inteligentes, resiliência urbana

Abstract

Since the Industrial Revolution, humanity has taken advantage of its extended productive capacity to satisfy its material needs and economic yearnings. The natural environment shows symptoms and the paradigm of inexhaustible resources shows itself to be illusion. Civil construction draws attention to the amount of waste generated. Plaster, coming from gypsum, is a very common material in construction and its application is increasing. Resolution 307 of CONAMA regulates plaster as waste whose recycling is technically infeasible. Recycling plaster as a small aggregate in concrete is a bold alternative. The traces with total replacement of the sand by plaster powder are not feasible, reaching resistant tension of 0MPa. However, the partial substitution of 50% of trace sand by plaster powder generated bodies, which in the simple compression test provided tensile strength up to 7.50MPa. The manufacture of sealing blocks is valid use for such concretes.

Keywords: plaster, concrete, recycling, smart cities, urban resilience

INTRODUÇÃO

Na Inglaterra do século XVIII, a sociedade notou que os lentos e dispendiosos trabalhos artesanais tornaram-se mais dinâmicos e ágeis com o auxílio de maquinário. Nesse período, foram introduzidas as primeiras máquinas a vapor que aumentaram a capacidade de produção das fábricas ao passo que crescia, também, a capacidade de gerar riqueza. Mais adiante, as chaminés eram símbolo de poderio e desenvolvimento econômico e tecnológico para os britânicos, americanos, alemães e holandeses [1] Freitas 2016. No contexto final do século XX, as populações tomaram consciência de que sua existência sobre o planeta não é mais sustentável nos ritmos e vicissitudes aos quais elas já estavam habituadas em uma enorme variedade de quesitos e que demandavam cada vez mais produção e descarte.

Agências de controle e proteção ambiental, legislações específicas e novas terminologias surgiram para elencar a também nova posição que as sociedades devem assumir se quiserem perpetuar sua existência e o acesso ao ar de qualidade, água potável, produção de alimentos e manutenção dos espaços de desenvolvimento da flora e fauna. A normativa ISO 14.000, a Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (Rio 92) que alicerçou a Agenda 21, entre outras medidas, são exemplos claros do novo protagonismo e do novo paradigma que vem sendo fomentado: os recursos são finitos. Entre as neo-terminologias estão a redução, a reutilização e a dimensão que mais será desenvolvida pelo presente trabalho: a reciclagem.

Maior geradora de resíduos sólidos atualmente, a construção civil o faz de todas as formas, uma vez que, nas construções, necessita de matéria a ser extraída da natureza como as areias e o material pétreo; de produtos manufaturados em escala industrial como o cimento Portland, a cal e as cerâmicas. “Hoje já se sabe que as perdas de materiais - que viram entulho ou ficam incorporados à obra - chegam a 8%” [2] Rodrigues (2001).

É notório que a resolução 307, de 2002 do CONAMA [3], cria uma classe especial para os resíduos de gesso (classe C) e ainda, define uma ausência de aplicações economicamente exequíveis para eles.

Explorar o gesso como agregado do concreto e oferecer uma destinação sólida ao material que antes era apenas motivo de simples disposição final, contribuindo, com o meio ambiente, com a questão econômica da construção civil e até mesmo com esfera científica e acadêmica, foram as motivações deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo sobre a possibilidade de utilização do gesso reciclado como agregado na construção civil foram realizados levantamentos bibliográficos sobre estudos afins. Estes buscaram fundamentar o trabalho oferecendo embasamento científico prévio.

Na confecção dos corpos de prova, foram realizadas duas composições com substituição dos agregados miúdos: a primeira, com substituição total, e a segunda, com substituição parcial. Para ambos os casos, o primeiro passo foi a moagem do gesso até a obtenção de material pulverulento passante na peneira 600 μ m, utilizando instrumentos de golpes como martelo e almofariz e pistilo. A normativa de material passante na peneira 600 μ m também foi válida para a areia utilizada criando, assim, estabilidade granulométrica entre ambos os materiais.

Para a confecção do traço padrão foram utilizados cimento Portland CP II-Z-32, água e rocha britada na proporção de 1:3:3 (cimento/areia/pedra) e fator água/cimento (a/c) de 0,55. Para tanto, utilizou-se 1,5kg de brita retida na peneira 476mm; 1,5kg de areia passante na peneira 600 μ m; 0,5kg de cimento CP II-Z-32 e 275ml de água.

Para a confecção do traço com substituição parcial foram utilizados cimento Portland CP II-Z-32, proporção água cimento (a/c) previamente estimada em 0,55 e rocha britada na proporção de 1:3:3 (cimento/areia e gesso/pedra) na qual o sistema areia e gesso será composto por 50% de cada material. Para tanto, utilizou-se 1,5 kg de brita retida na peneira 476mm; 0,5kg de cimento CP II-Z-32; 0,750kg de gesso moído passante na peneira 600 μ m; 0,750kg de areia passante na peneira 600 μ m. A quantidade de água prevista era de 275ml mas, por questões de trabalhabilidade e garantia das reações de hidratação do cimento, conforme discussão posterior, o total de água inserido na mistura foi de 425ml.

Para a confecção do traço com substituição total do agregado miúdo tradicional pelo resíduo de gesso, foram utilizados cimento Portland CP II-Z-32, água e resíduo de gesso na proporção de 1:3:3 (cimento/gesso/pedra) e fator água/cimento estimado (a/c) de 0,55. Para tanto, utilizou-se 1,5kg de brita retida na peneira 476mm; 0,5kg de cimento CP II-Z-32; 1,5kg de gesso moído passante na peneira 600 μ m. Novamente, a quantidade de água prevista era de 275ml, mas por questões de trabalhabilidade e garantia das reações de hidratação do cimento, conforme discussão posterior, o total de água inserido na mistura foi de 525,5ml.

Em todos os casos, os corpos tiveram sua composição e moldagem produzidas na respectiva sequência, todos no mesmo dia.

A confecção dos corpos de prova foi realizada baseada no procedimento proposto pela NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova [4], e a escolha do cimento CP-II-Z-32, que é incorporado de pozolana, se deu por sua aplicabilidade comum

na região do estudo. As amostras eram cilíndricas com diâmetro 5,00 cm e altura de 10,00 cm. O material do molde foi cano de PVC com os respectivos 5,00cm de diâmetro, encerrado em altura de 10,00 cm e com seção transversal inferior vedada por *cap* soldável. Os moldes foram revestidos de uma fina camada de óleo mineral e os concretos (referência e com gesso) foram colocados em seu interior utilizando uma concha de seção U, assegurando uma distribuição simétrica em duas camadas com adensamento manual de 12 golpes entre elas. Após a moldagem, os moldes foram colocados sobre uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que pudesse perturbar o concreto. Foram confeccionados 08 corpos de prova para cada composição: (i) 02 corpos foram rompidos transcorridos 07 dias de cura; (ii) 02 corpos foram rompidos transcorridos 14 dias de cura; (iii) 02 corpos foram rompidos transcorridos 21 dias de cura; (iv) 02 corpos foram rompidos transcorridos 28 dias de cura.

A totalidade produzida foi de 24 corpos. Durante todo o tempo de cura, os corpos de prova mantiveram-se armazenados em local protegido de intempéries, devidamente cobertos com material não absorvente (plástico), com a finalidade de evitar perda de água do concreto.

O ensaio de compressão simples foi realizado de acordo com a NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos [5], ensaio esse que consiste em aplicar compressão axial gradual na seção transversal e que permite verificar as tensões de ruptura por esmagamento à compressão dos concretos com resíduos de gesso, para que se pudessem comparar os resultados obtidos com aqueles dos concretos tradicionais.

Os corpos e pratos do aparelho foram primariamente limpos e secos. O corpo foi centralizado no prato inferior seguindo marcação. O carregamento do ensaio foi aplicado e mantido o mais constante possível durante todo tempo em que o corpo foi mantido sob tensão (exatidão da velocidade não foi possível por ser tratar de uma prensa hidráulica manual). O carregamento foi cessado quando houve uma queda de força que indicasse a ruptura do corpo.

À resistência à compressão foi calculada por meio da Equação A:

$$f_c = \frac{4F}{\pi \cdot D^2} \quad (A)$$

Onde:

f_c é a resistência à compressão em MPa;

F é a força máxima alcançada em Newtons;

D é o diâmetro do corpo de prova em milímetros.

Os resultados foram obtidos com três casas decimais de precisão além das informações a saber: número de identificação do corpo de prova, data da moldagem, idade do corpo de prova, data do ensaio, dimensões do corpo de prova, classe da máquina de ensaio.

Desta forma, pretendeu-se comparar o desempenho dos concretos tradicionais com aqueles onde parte ou todo o agregado miúdo foi substituído pelo gesso reciclado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as composições foram realizadas na Quarta-Feira, 23 de Agosto de 2017, entre 13h00min e 16h00min. Para tal, separaram-se todos os materiais necessários para as três constituições com a devida discriminação granulométrica e pesagem para areia, brita e pó de gesso e simples pesagem do cimento Portland.

A primeira composição produzida foi a ordinária dos concretos comumente utilizados: brita, areia, cimento e água, denominada composição padrão. Primariamente, foram misturados os materiais pulverulentos que depois receberam a devida quantidade de água garantindo o fator a/c 0,55. Procedeu-se uma última mistura e, não apresentando nenhuma avaria na produção, os corpos foram moldados e dispostos em sacos plásticos e seguiram para cura em ambiente protegido de variações bruscas de temperatura, luz e calor excessivo.

A segunda composição realizada foi a que empregava substituição parcial da areia como agregado; portanto, do total de agregado miúdo da massa, metade era composta por areia e metade composta por pó de gesso. O procedimento de preparo foi idêntico, porém ao adicionar-se os 275ml de água e procedida a mistura, a composição apresentava textura de solo ressequido e todo o cimento envolveu o agregado graúdo sobrando na base da bandeja a areia e o gesso. Não havendo outra opção a não ser adicionar mais água, procedeu-se desta forma. A grandeza de 50ml foi adicionada e, dada a mescla, não produziu resultados. Mais 50ml adicionados e depois da mistura a constituição apresentava uma aparência mais parecida com a de concreto, porém o agregado miúdo continuava levemente segregado. Deitados mais 50ml, ostentou aparência e textura peculiar de concreto. Portanto, o aumento de água foi de 150ml a mais dos 275ml planejados, resultando um total de 425ml para obtenção de trabalhabilidade do composto, elevando o fator água cimento (a/c) de 0,55 para 0,85. Os corpos de prova foram feitos e encerrados em sacos plásticos junto aos de composição normal.

Procedeu-se a mistura dos componentes da composição com substituição total do agregado miúdo tradicional por pó de gesso. Intuitivamente, conjectura-se que seria necessária uma quantidade maior de água além dos 375ml calculados previamente e assim procedeu-se. A

água foi adicionada de 50ml em 50ml, seguida de mistura e avaliação da massa. A aparência e trabalhabilidade semelhantes às outras duas composições foi obtida com um total de 250,5ml a mais dos 275ml planejados, totalizando 525,5ml, elevando o fator a/c de 0,55 para 1,051. Por fim, os corpos de prova foram executados e armazenados nas mesmas condições.

Na semana seguinte, passados 7 (sete) dias de cura do concreto (30/08/2017), todos os corpos foram retirados dos moldes e conservaram-se intactos. O nível de dificuldade para desenformar os moldes não apresentou discrepância entre os corpos de traço normal e com substituição. Os corpos obtidos através de composição normal apresentavam característica coloração acinzentada de concreto, enquanto os de composição com substituição parcial e total pronunciavam coloração esbranquiçada ímpar com algumas aglomerações pontuais brancas visíveis a olho nu, aumentando proporcionalmente à quantidade de pó de gesso empregada em substituição ao agregado miúdo.

Para melhor distribuição das tensões dentro do corpo, todos tiveram ambas as extremidades, superior e inferior, submetidas à regularização por meio de retificadora de corpos de prova. Conforme cronograma foram ensaiados dois corpos de cada constituição aos 7, 14, 21 e 28 dias, quando $f_{ck}=f_{c28}$.

A Figura 1 apresenta a tensão resistente média apresentada pelos corpos de prova (MPa), calculada por meio da Equação A para a composição normal (CN), composição com substituição parcial do agregado miúdo por gesso (CP) e composição com substituição total do agregado miúdo por gesso (CT).

Notadamente, como esperado, as tensões resistentes dos corpos de prova mostraram seus limites inferiores no primeiro ensaio de compressão realizado aos 07 dias de cura até atingirem seu limite superior aos 28 dias de cura, marca expressiva da idade padrão. Algumas variações entre corpos de mesma composição, também podem ser constatadas entre CP 01 e 02 aos 07 dias, CP 01 e 02 aos 21 dias e CT 01 e 02 aos 28 dias.

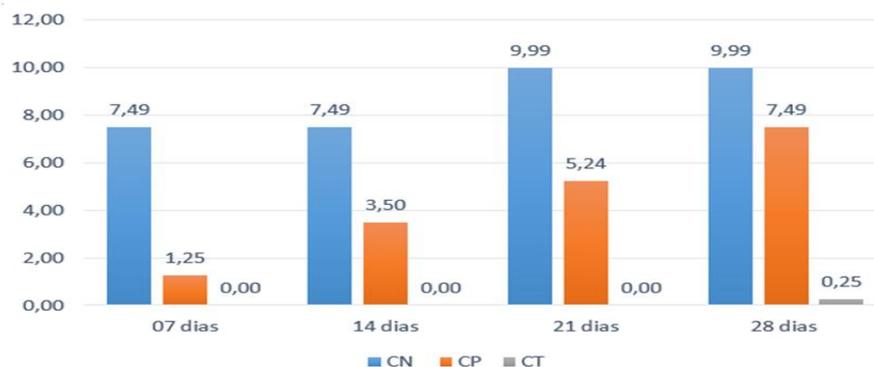


Figura 1 – Tensão resistente média apresentada pelos corpos de prova (MPa).

Com o propósito de entender a uniformidade das tensões resistentes individuais apresentados pelos corpos em relação às médias aritméticas das mesmas, tem-se, na Tabela I – Desvio padrão dos valores médios de tensão resistente, o desvio padrão dos dados obtidos.

Tabela I – Desvio padrão dos valores médios de tensão resistente

Tempo de Cura	CN	CP	CT
07 dias	0,00	1,25	0,00
14 dias	0,00	0,00	0,00
21 dias	0,00	0,25	0,00
28 dias	0,00	0,00	0,25

Fonte: Autor (2017).

Como sabido, o desvio padrão indica a disparidade entre os valores reais, no caso, obtidos através de medição direta e coleta de dados, e a média aritmética dos ditos valores. É utilizado para melhor entendimento da distribuição de tais valores (reais e médios) ao longo do tempo, como conjunto que são, enquanto referem-se a ensaios realizados em cada composição (normal, parcial e total) aos 07, 14, 21 e 28 dias. Com exceção do desvio da composição parcial (CP) aos 07 dias, todos os valores obtidos, evidentemente, podem ser arredondados para zero, marco representativo da ausência de desconformidade entre os valores médios e os reais. O valor obtido em CP com 07 dias apesar de ultrapassar 1,00 não gera absentéismo de crédito ao ensaio à proporção que se apresenta como um caso isolado e com um valor comparativamente baixo. Os valores obtidos, portanto, resumem insignificante dissemelhança em relação aos resultados reais, de maneira que tomar os valores médios para análise ao invés dos valores obtidos por medição, não causa nenhuma contrariedade no entendimento do acontecimento físico do experimento.

Avaliando os resultados propriamente ditos, os valores obtidos nas composições normais são extremamente satisfatórios à medida que se aproximam de 10MPa, com desvio padrão de 0,00. Os corpos de prova obtidos a partir dessa composição demonstraram singular desempenho no ensaio, ao passo que a tensão resistente apresentada ascendeu ao longo dos intervalos em todos os 08 corpos ensaiados e sempre foi superior em relação às amostras de composição padrão. A composição apresentou, também, elevada estabilidade quando manteve os valores de resistência aos 07 e 14 dias até manifestar uma elevação de 2,50MPa entre 14 e 21 dias que, novamente, se manteve constante até os 28 dias, quando obtido o fck.

Para as grandezas obtidas a partir do ensaio dos corpos de prova de composição com substituição parcial, nota-se que, aos 07 e 14 dias, a ascensão da força de compressão suportada foi modesta, mas ainda houve aumento de resistência de 2,50MPa entre 07 e 14 dias que se repetiu entre 21 e 28 dias. O aumento de resistência mais discreto se deu entre 14 e 21 dias, sendo esse de 1,74MPa.

Os corpos de prova obtidos a partir da substituição total do agregado miúdo por gesso demonstraram resistência praticamente nula, de tal sorte que, quando o pistão da prensa hidráulica entrava em contato com o corpo, ele se achatava como uma massa plástica antes mesmo do mostrador indicar algum valor de força no sentido contrário. Constatou-se, também, que, durante o ensaio, ao ser esmagado, o corpo trincava enquanto ia perdendo altura.

Esse fenômeno foi observado aos 07, 14 e 21 dias, até que, no 28º, o mostrador apresentou um leve e rápido movimento do marcador, na marca de 0,10tf. Vale ressaltar que, dos 08 corpos ensaiados, 07 apresentaram 0,00tf enquanto apenas um apresentou 0,10tf, demonstrando que tal resistência não é tão expressiva ou sequer caracteriza um evento certo.

Com a disposição dos dados resultantes do ensaio de compressão axial dos corpos de prova e conseguinte análise dos mesmos, é viável confrontá-los com os objetivos específicos da pesquisa. O primeiro pensamento associado a resíduos de gesso é a inviabilidade de reciclagem e nenhuma atratividade para reutilização, estereótipos esses que os resultados parcialmente contradizem.

A NBR 6118 – Projetos de estruturas de concreto – Procedimento dita os limites inferiores e superiores para resistência a compressão de concretos, que são: 20,00MPa a 40,00MPa para concreto armado e 25,00MPa a 40,00MPa para concreto protendido [6]. Considerando, portanto, as convicções da norma, é evidentemente perceptível que nenhuma das composições ensaiadas, nem mesmo a normal, atinge os valores necessários para que possam ser pensando funções estruturais a partir desses concretos. Para a confecção de elementos com função estrutural, a tensão alcançada de aproximadamente 7,50MPa é razoavelmente satisfatória. Porém é cotidiano os blocos estruturais que apresentam “classes de resistência que variam desde 4,50MPa até 16,00Mpa [7]. A classe de resistência 4,50MPa tem uso restrito em paredes com revestimento e não expostas às intempéries. Os ensaios expressam, então, a viabilidade da utilização de concreto com substituição parcial na composição até mesmo para blocos estruturais. Acredita-se que, numa possível aplicação, há necessidade de armadura galvanizada para viabilizar contato não danoso entre resíduos de gesso componentes do concreto e aço evitando, assim, as reações de deterioração oxidativa da armadura, o que inviabilizaria economicamente o empreendimento.

A NBR 7173 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural específica que a amostra de blocos não estruturais submetidas à análise deve satisfazer individualmente ao requisito de resistência à compressão de pelo menos 2,00MPa ou, em média, 2,50Mpa [8]. Tal dado expressa a viabilidade total da aplicação de concreto com composição parcial de gesso como agregado miúdo quando esse evidenciou, experimentalmente, resistência a compressão de aproximadamente 7,50MPa, ou seja, 300% maior do que o limite especificado pela norma competente.

CONCLUSÕES

A indisponibilidade para reciclagem abriu caminho para que o CONAMA, em sua resolução 307, estabelecesse diretrizes e classificasse os resíduos de gesso como Classe C, ou seja, aquela que sofre impedimento por ausência de tecnologias economicamente viáveis para reciclagem. A tentativa do trabalho, portanto, é audaciosa quando tenta reciclar o que até mesmo a própria gestão pública já entende como impraticável.

Concebeu-se, durante as pesquisas realizadas para levantamento bibliográfico, que há um grande conformismo em relação ao destino dos resíduos de gesso. Tal fato é contraditório quando a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece instrumentos como a responsabilidade compartilhada pelos fabricantes, comerciantes e consumidores através da política reversa.

A reciclagem de resíduos de gesso colabora, de forma ímpar, quando reduz os resíduos lançados na natureza. Convém salientar que as resistências atingidas pelos corpos de prova foram um pouco abaixo do esperado, principalmente para o traço de substituição total do agregado miúdo por gesso, mesmo que o traço de composição com substituição parcial tenha apresentado valores úteis à fabricação de blocos de vedação e, até mesmo, os estruturais.

Utilizar os resíduos de gesso, portanto, produz economia ao passo que o fabricante de concreto (sendo ele industrializado ou até mesmo feito na obra) utiliza um resíduo disponível em descartes e que apenas necessita ser moído, ao invés de adquirir areia que representa mais uma agressão ao meio ambiente quando necessita ser extraída para ser comercializada.

Existe, ainda, a necessidade de alguns estudos futuros para comprovar a completa viabilidade do projeto. Dentre estes estudos estão a provável necessidade de utilização de armadura galvanizada para obras que façam uso de blocos estruturais de concreto com traço de substituição parcial, a viabilidade econômica da utilização desses blocos associados a tais armaduras galvanizadas e, também, estudos de lixiviação dos blocos com o intuito de analisar

se o contato com a água, que na obra seria proveniente de precipitações pluviométricas, carrega vestígios de alteração do potencial hidrogênionico, prejudicial ao meio ambiente por ser fonte de contaminação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- [1] FREITAS, Eduardo de. "Primeira Revolução Industrial"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2017.
- [2] RODRIGUES, Mariuza. **Números do desperdício**. 2001. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx>>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- [3] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 307 de 2002: GESTÃO DE RESÍDUOS E PRODUTOS PERIGOSOS**. 2002. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6116**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- [7] DÉSIR, Jean Marie et al. **Alvenaria Estrutural**. 2017. Elaborado por Núcleo de Apoio à Educação a Distância (NAPEAD) - UFRGS. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria-estrutural/blocosconcreto.php>>. Acesso em: 23 set. 2017.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7173**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1982.