

DESEMPENHO TÉRMICO E MECÂNICO DE DIFERENTES AGREGADOS NA DOSAGEM DOS BLOCOS DE CONCRETO

Gabriel Pavanelli Leal¹
Orientador: Gerson De Marco²

Resumo: Atualmente, reconhece-se a importância da qualidade e desempenho do concreto a ser utilizado, com vistas a aumentar a durabilidade da estrutura. Para a obtenção de um bloco de concreto de boa qualidade é necessário cuidados na seleção de agregados, verificando o desempenho térmico e mecânico dos agregados que compõe o bloco de concreto. Através do estudo, podemos observar a importância da escolha do agregado na dosagem de blocos de concreto, buscando obter uma produção de bloco de concreto de alto desempenho.

Palavras-chave: Influência do Agregado. Desempenho Térmico. Desempenho Mecânico. Bloco de Concreto.

THERMAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF DIFFERENT AGGREGATES IN THE DOSAGE OF CONCRETE BLOCKS

Abstract: *Currently, it is recognized the importance of the quality and performance of the concrete to be used, with a view to increasing the durability of the structure. In order to obtain a good quality concrete block care must be taken in the selection of aggregates, checking the thermal and mechanical performance of the aggregates that make up the concrete block. Through the study, we can observe the importance of choosing the aggregate in the dosage of concrete blocks, seeking to obtain a high-performance concrete block production.*

Key-words: *Influence of the Aggregate. Thermal Performance. Mechanical Performance. Concrete block.*

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: gabrielpavanellileal@gmail.com

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: gersondm@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

De acordo com a norma NBR 6136 (2014) o bloco se define como um elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta. O bloco também precisa oferecer qualidade e economia as edificações, devendo apresentar: dimensões e formas adequadas, compacidade, resistência, bom acabamento geométrica, boa aparência visual e garantir isolamento termo acústico.

Sabe-se que a trabalhabilidade de um concreto fresco pode ser influenciada por diversos fatores, como as características do cimento e dos agregados presentes na mistura, a presença de qualquer adição química e mineral, a sinergia entre os vários materiais constituintes entre outros fatores (BEZERRA, 2003; SILVA, 2016).

Desta forma, torna-se importante um estudo de análise de desempenho da influência do agregado na composição dos blocos de concreto com o objetivo de aperfeiçoar uma produção de alto desempenho, através da escolha do melhor material de produção.

Devido a importância do assunto, este trabalho objetiva realizar um estudo específico sobre a importância da escolha do agregado na dosagem de blocos de concreto, com o intuito de obter uma produção de bloco de concreto de alto desempenho.

O estudo propõe também, contribuir com engenheiros, arquitetos, e demais profissionais da área de construção civil, com informações que levem ao entendimento da importância do assunto abordado.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Concreto

O material de construção mais utilizado no mundo é o concreto, comumente composto de cimento Portland, areia, brita e água, podendo ser classificado em concreto de densidade normal, quando em sua composição apresenta areia natural e pedregulhos ou agregados britados; concreto leve, quando em sua composição apresenta agregados com menor densidade de massa, e concreto pesado, quando

apresenta em sua composição agregados de alta densidade (MEHTA E MONTEIRO, 2008).

1.2. Produção de Blocos de Concreto

Souza (2001), indica alguns passos fundamentais para a produção de blocos com qualidade como:

Ajustar os agregados: sendo que o principal parâmetro desse passo é a granulometria dos agregados. Estes materiais devem ser combinados de modo a se conseguir o máximo grau de compactação dos blocos durante a moldagem;

Estabelecer a resistência média a ser obtida;

Estimar os teores de agregado/cimento: quando os valores de traço são escolhidos objetivando a resistência média visada, na idade de interesse;

Determinar a proporção de argamassa e da umidade ótima do traço médio que no estado fresco deve apresentar bom aspecto superficial dos blocos, massa unitária elevada e boa trabalhabilidade.

Confeccionar as misturas experimentais e ensaio dos blocos à compressão, correlacionando os resultados e empregando um diagrama de dosagem.

De acordo com a norma NBR 12118:2006 os ensaios que devem ser realizados para garantir a qualidade dos blocos de concreto: testes dimensionais, testes de resistência à compressão, testes de absorção e testes de retração por secagem.

1.3. Agregados

A composição básica dos concretos de cimento Portland utilizados em aplicações de engenharia civil é: Cimento; agregado miúdo; agregado graúdo e água, além da possibilidade de contar com aditivos e adições, cujos empregos tornam-se cada vez mais frequentes nos concretos atuais. A proporção entre os diversos constituintes é buscada pela tecnologia do concreto, para atender simultaneamente as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade requeridas para o concreto, além das características de trabalhabilidade necessárias para o

transporte, lançamento e adensamento, condições estas que variam caso a caso (HELENE et al, 2010).

Segundo Bauer (2008), os agregados compreendem 3/4 dos concretos e são os materiais particulados de atividade química praticamente nula, constituídos de misturas de partículas cobrindo extensa gama de tamanhos. Estes agregados são de origem natural e artificial e suas características diferem muito de acordo com sua origem e sua formação geológica.

A terminologia dos agregados é definida de acordo com a norma da ABNT NBR 9935 (2011), que classificam os agregados quanto à natureza. Esta norma define os termos relativos a agregados mais comumente empregados em concreto e argamassa de cimento:

Agregado: material granular, geralmente inerte com dimensões e propriedades adequadas para a preparação de argamassa e concreto.

Agregado natural: material pétreo, constituído ou recoberto por rochas ou pedras, que pode ser utilizado como é encontrado na natureza, podendo ser submetido à lavagem, classificação ou britagem.

Agregado artificial: material resultante de processo industrial, para uso como agregado em concreto e argamassa.

Agregado reciclado: material obtido de rejeitos, subprodutos da produção industrial, mineração, o processo de construção ou demolição da construção civil, incluindo agregados recuperados de concreto fresco por lavagem.

Agregado especial: agregado cujas propriedades de origem artificial ou natural podem conferir ao concreto ou argamassa um desempenho que permita ou auxilie no atendimento de solicitações específicas em estruturas não usuais.

Areia: agregado miúdo originado através de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas ou proveniente de outros processos industriais. É chamado de areia natural se resultante de ação de agentes da natureza, de areia artificial quando proveniente de processos industriais, de areia reciclada, quando

proveniente de processos de reciclagem, e de areia de britagem quando proveniente do processo de com diminuição mecânica de rocha, conforme normas específicas.

2. METODOLOGIA

Para realização deste estudo, foi feito um levantamento bibliográfico através de livros e artigos acerca do tema proposto, com o objetivo de adquirir maior embasamento. Posteriormente foi realizado um levantamento bibliográfico, através de estudos de casos realizados por diversos autores.

2.1. Desempenho dos Agregados

Um estudo foi realizado por Bezerra (2003), com o objetivo de avaliar o desempenho térmico de paredes construídas com blocos de concreto cuja composição agrega o polietileno expandido (EPS), reaproveitado em forma de flocos e placas, constituindo o concreto leve. Foram construídos afim de comparação: uma parede de bloco de concreto comum como referência(bloco com fundo simples para alvenaria); duas paredes com blocos de concreto leve EPS (concreto do tipo cimento-areia que, em vez de utilizar pedra britada, usa EPS (poliestireno expandido)); uma parede com tijolos cerâmicos de 8 furos (produzidos a partir da argila) e outra parede com blocos de concreto vazado (de concreto simples para alvenaria estrutural). Para análise de desempenho térmico, foi realizado a metodologia de ensaio de determinação de condutividade térmica em elementos homogêneos conhecida como “caixa quente protegida” seguindo as seguintes etapas:

Fabricação: Construindo 8 termopares tipo T(cobre-constantan) de 190°C a 370°C, calibre 24 (bitola de 0,51), com revestimento em PVC.

Calibração de termopares: Utilizando termômetro líquido em bulbos de vidro (TLBV), acoplado a um calorímetro com água na temperatura abaixo de 90°, onde a leitura foi realizada em um intervalo de 5 hs durante 60 hs.

Acondicionamento térmico: Utilizando os 8 termopares e dois condicionadores de ar de 18 mil BTU cada estudado em 24hs.

Montando o experimento: Erguendo a alvenaria com argamassa de cimento e areia no traço de 1:5, no local da abertura existente entre duas salas existentes de 0,80 m de largura e 2,10m de altura, sendo, uma voltada a sala climatizada e outra a fonte radiante de temperatura.

Montagem do sistema de aquisição de dados: Analisando através de um microcomputador equipado om placa de aquisição de dados (Strawberry Tree: DynaRes, Software: WorkBench) com oito canais para sensor termopar, conversor analógico digital com compensação automática de junta fria.

Determinando a densidade: Analisando através do método da densidade aparente utilizando água e parafina com amostras em forma de cubo com arestas aproximadas de 3,3m.

Determinação da condutividade térmica: Utilizando condutímetro Quickline- 30, com amostras cortadas com dimensões de 11 cm x 23 cm.

Resistência mecânica: Utilizando uma prensa hidráulica com tensão de alimentação de 220V – 380 V com carga de 300 tonaledas.

A proporção dos materiais utilizados foram as seguintes, de acordo com a tabela 1 abaixo:

Sistema Construtivo	Cimento	EPS	Brita	Areia	Água
BP	1 SACO DE 50 KG	X	60 lt	60 lt	30 lt
BCL 6_10	1 SACO DE 50 KG	60 lt	X	100 lt	30 lt
BCL 10_6	1 SACO DE 50 KG	100 lt	X	60 lt	30 lt

Fonte: Adaptada de Bezerra (2003).

Entende-se por BP: bloco padrão; BLC 6_10: bloco de concreto leve com proporção de eps/ areia igual a 6/10 em relação a um saco de cimento de 50 Kg,

BCL10_6: bloco de concreto leve com proporção de eps/ areia igual a 10/6 em relação a um saco de cimento de 50 Kg.

De acordo com o estudo de Bezerra (2003), foi observado o efeito do EPS como agregado na redução da taxa de transferência de calor em função da variação da densidade, que, também interfere nas outras propriedades mecânicas e térmicas do material. Foi constatado que o bloco de concreto leve (EPS) apresenta melhor desempenho térmico que os outros modelos. O EPS, de acordo com o estudo também serve como isolante térmico entre o meio interno e externo de edificações.

Um estudo foi realizado por Silva (2016), com o objetivo de avaliar o desempenho de blocos de concreto estrutural com substituição parcial do agregado miúdo por Politereftalato de etileno triturado em que as matérias-primas foram submetidas às caracterizações físicas, químicas e mineralógicas seguindo as seguintes etapas:

Seleção de Materiais: Utilizando 3 bases sendo: materiais granulares (agregado britado de origem granítica e agregado miúdo de jazida do leito do Rio Paraíba), cimento (Portland CPV - ARI); Politereftalato de etileno (PET) triturado, obtido da reciclagem de garrafas PET.

Caracterização química, física e mineralógicas: Realizando a Análise Térmica Diferencial (DTA) E Termogravimétrica (TG), em equipamento BP Engenharia, Modelo RB 3000, operando a 12,5°C/min, com temperatura máxima de 300°C, A Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC) utilizando a metodologia empregada na Norma ASTM E 928-03 (*“Standard test method for purity by differential scanning calorimetry”*), avaliando a pureza do composto por meio de uma análise do pico de fusão obtido, através da lei da depreciação do ponto de fusão de Van't Hoff; Análise granulométrica, realizando o ensaio de composição granulométrica para o agregado graúdo e agregado miúdo onde, para o agregado graúdo foi realizado segundo o método de ensaio da ABNT NBR 7217 (ABNT, 1987), a massa específica da areia foi por meio do frasco de Chapman segundo a norma ABNT NBR 9776 (ABNT, 1987). Para o agregado graúdo a determinação da massa específica foi obtida utilizando-se a norma ABNT NBR NM 53 (ABNT, 2003); para o cimento, o ensaio foi realizado seguindo a norma DNER – ME 085/1994; para

determinação da massa unitária o ensaio foi realizado com o agregado miúdo segundo o método de ensaio ABNT NBR 7251 (ABNT, 1982), para determinação do teor de materiais pulverulentos, passando na peneira de malha de nº 200 com abertura de 75µm, inclusive os materiais solúveis em água, presente nos agregados, onde foi realizado para o agregado miúdo seguindo a norma ABNT NBR 7219 (ABNT, 1987); para a absorção foi realizada segundo o método de ensaio ABNT NBR NM 53 (ABNT, 2003); para o ensaio de finura foi realizado através do método de peneiramento manual de acordo com a norma ABNT NBR 11579 (ABNT, 2012).

Fabricação dos blocos de concreto: realizando o estudo de dosagem a partir do método estabelecido pela Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. Quanto a massa de concreto foi determinada a partir da massa específica de blocos recém-moldados em fábrica e o volume interno da forma, determinando a resistência característica (fbk) para os blocos produzidos com a substituição do agregado miúdo por PET, realizando ensaios com 6 repetições, através de moldes de 6 blocos para cada substituição do agregado miúdo por PET (2,5%, 5,0%, 7,5% e 10%), quanto ao molde, foram moldados blocos de concreto estrutural nas dimensões de 14cmx19cmx29cm com substituição do agregado miúdo (areia quartzosa) por PET triturado nos teores de 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10% e quanto a idade dos blocos foram realizadas através da norma ABNT NBR 6136 (ABNT, 2014).

Determinação das propriedades físicas e mecânicas: para determinação das características mecânicas foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples nas idades de controle de 3, 7 e 28 dias, seguindo a metodologia descrita pela norma da ABNT NBR 6136 (ABNT 2014), quanto a característica física, foi determinado o aumento de massa ocorrido nos blocos de concreto, decorrente da penetração de água em seus poros permeáveis, quanto ao peso unitário foi determinado a razão entre a massa e o volume para as substituições do agregado miúdo por PET triturado nos percentuais de 2,5%, 5,0% , 7,5% e 10,0%, seguindo a norma da ABNT NBR 6467(ABNT 2009). Já para a determinação da propriedade mecânica, foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples dos blocos fbk, de acordo com a norma ABNT NBR 6136 (ABNT 2014), nas idades de controle de 3, 7 e 28 dias.

Determinação da durabilidade: Verificando a resistência de ação à chuva, utilizando o Basic Hydrology System, fabricado pela Armfield Corporation, composto por um conjunto de oito aspersores distribuído um fluxo de água regulável com área útil disponível para exposição de 2m² (1m x 2m), dispondo de placas apoiadas em suportes, inclinadas 30° em relação à horizontal e elevadas 10mm da base afim de não impedir o escoamento da água, alternando as linhas e colunas a cada ciclo, submetidas a vinte ciclos de molhagem e secagem em estufa a temperatura de 40°C, tendo cada ciclo duração de 24 horas. As pesagens foram efetuadas no início do ensaio e a cada sete dias durante seis semanas, ou seja, até 42 dias após a imersão.

Determinação da propriedade acústica: Moldando os corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 3cm e espessura de 2,5cm para o concreto de referência e para o concreto com teores de 2,5% e 5,0% de PET triturado, através de ensaios de um tubo de impedância, através um autofalante em uma de suas extremidades, criando um padrão de onda estacionária.

Determinação da resistência à compressão: Realizada em termos de resistência característica a compressão (fbk), seguindo a norma da ABNT NBR 6136 (ABNT, 2014).

Determinação da microestrutura: Realizada através do método de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) observando e caracterizando os materiais orgânicos e inorgânicos heterogêneos em escala micrométrica, realizadas em equipamento Superscam da SHIMADZU SSX 550, metalizados com ouro.

A proporção dos materiais utilizados foram as seguintes, de acordo com a tabela 2 abaixo:

Concreto	Cimento	Pet	Ag. Miúdo	Ag. Graúdo	Água
Concreto com 2,5% PET		1	0,041	1,62	0,66
Concreto com 5% PET		1	0,082	1,575	0,66
Concreto com 7,5% PET		1	0,124	1,533	0,66

Concreto com 10% PET	1	0,166	1,66	0,66
----------------------	---	-------	------	------

Fonte: Adaptada de Silva (2016)

Sendo utilizado o concreto referência: 1:1,492:0,166:0,166:0,66; sendo, Cimento: ag. miúdo: ag. graúdo: água, respectivamente.

Através do estudo de Silva (2016) foi concluído que, o teor mais satisfatório de PET para mistura foi 2,5%, onde o concreto apresentou os melhores resultados para propriedades mecânicas. A substituição do agregado miúdo por PET gerou um aumento da absorção de água. O uso do PET triturado em substituição ao agregado miúdo provocou uma redução parcial do peso unitário dos blocos de concreto, com o aumento gradual do teor de substituição. Com relação à resistência à compressão simples dos blocos estruturais, o estudo constatou que a substituição do agregado miúdo por PET triturado ocasionou a redução da resistência. Quanto à durabilidade ficou evidenciado que o PET provocou uma variação de massa, tanto para resistência ao ataque por sulfatos, quanto pela ação da chuva.

Um estudo realizado por Andrade, Fernandes e Neto (2016), objetivou na aplicação do RCGM em substituição parcial da areia para produção de artefato de bloco de concreto para vedação., onde foram realizadas as seguintes etapas:

Caracterização dos agregados: a análise química de todos os componentes utilizados para a produção do concreto, teste de resistência à compressão nas idades de 3, 7 e 28 dias, ensaios de absorção, índice de vazios e carbonatação.

Preparação do Concreto: maneira manual e adensado manualmente seguindo as normas ABNT NBR 5738/2015.

Ensaio de Resistência à Compressão: foram utilizados quatro corpos-de-prova para cada idade (3, 7 e 28 dias) de cada traço, totalizando 48 corpos-de-prova de acordo com a ANBT, 2003. A cura adotada foi a submersa.

Análise macroscópica: realizada por câmera nas lentes de 10X e 20X, através do estereoscópio Sd-2al Kyowa optical.

Análise Química: através do método de Fluorescência de Raio-X por dispersão de onda.

Fabricação dos Blocos: os agregados foram despejados no misturador juntamente com o cimento e homogeneizados e a quantidade de água foi realizada através do sensor de controle de umidade. A alimentação, vibração e prensagem foi realizada através da máquina vibro-prensa.

A proporção dos materiais utilizados foram as seguintes, de acordo com a tabela 3 abaixo, sendo utilizado como referência: Traço I – 1: 6,2: 3,76: 5,96: 0,6, sendo, cimento, areia/RCGM, pó de brita, areia grossa e água, respectivamente:

Traço	Cimento	Areia/ RCGM	Brita	Areia	Água	
II - 95% Areia e 5% RCGM	1	5,89	0,31	3,76	5,96	0,6
III - 90% Areia e 10% RCGM	1	5,58	0,62	3,76	5,96	0,6
IV - 85% Areia e 15% RCGM	1	5,27	0,93	3,76	5,96	0,6

Fonte: Adaptada de Andrade, Fernandes, Neto (2016)

Através do estudo dos autores, foi constatado que a aplicação do resíduo na produção de blocos aumentou a resistência à compressão, possibilitando a produção de um bloco com viabilidade técnica e de forma sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo, podemos observar a importância da escolha do agregado na dosagem de blocos de concreto, buscando obter uma produção de bloco de concreto de alto desempenho.

O bloco de concreto precisa oferecer qualidade e economia as edificações, devendo apresentar: dimensões e formas adequadas, compacidade, resistência, bom acabamento geométrica, boa aparência visual e garantir isolamento termo acústico.

Deve-se atentar aos testes que devem ser realizados para garantir a qualidade dos blocos de concreto, como, os testes dimensionais, testes de resistência à compressão, de absorção e de retração por secagem (NBR 12118:2006)

De acordo com Bauer (2008), devem-se excluir agregados com baixa resistência à compressão, assim como aqueles que contenham impurezas, como a argila, que reduz a aderência dos grãos de areia (limita-se a 3% seu teor) ou matérias orgânicas, que prejudicam o endurecimento do concreto.

Já para agregados muito finos será necessária uma quantia maior de água de molhagem, aumentando assim a trabalhabilidade, porém prejudicando o fator água/cimento.

Um estudo realizado por Soares, et. al. (2003), objetivou estabelecer uma relação do uso do agregado com o aumento ou a diminuição da resistência térmica dos blocos. O estudo analisou o desempenho térmico de blocos de concreto através da adição de lascas de borracha em diferentes proporções de acordo com a quantidade de cimento utilizada no traço. De acordo com os autores, a análise comparativa do comportamento térmico do bloco padrão e do bloco com agregado, caracterizou-se como satisfatória, pois reduziu a transferência de calor do meio externo (radiação solar) para o meio interior. Comparando-se ao bloco padrão, a redução das temperaturas das faces aquecidas (superior) e isolada (inferior) do bloco com lascas de borracha foi de, respectivamente, 1,3% e 2,7%.

Segundo os autores, proporciona a redução de sistemas artificiais gerando economia de energia, sendo que, o reaproveitamento de pneus na forma de agregado para a construção civil, também permite reduzir o impacto causado pelo descarte desse material no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, T. S.; FERNANDES, F.F.; NETO, J.C.M. Estudo da produção do bloco de concreto para a vedação contendo substituição parcial da areia por resíduo gerado no corte de granito e mármore (RCGM). 60º Congresso Brasileiro de Cerâmica 15 a 18 de maio de 2016, Águas de Lindóia, SP. Disponível em:

<http://metallum.com.br/60cbc/anais/PDF/13-080TT.pdf>. Acesso em 22.08.2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria - Requisitos. NBR 6136. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. NBR 12118. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. 5ª Ed. Ebook. Rio de Janeiro – RJ. LTC. 2008. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/juniorgestao/materiais-de-construovolume-2-bauer-5-edio>. Acesso em: 19.04.2019.

BEZERRA, L. A. C. Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15548/1/LucianoACB.pdf>. Acesso em 15.04.2019.

HELENE, Paulo; TIBÉRIO, Andrade. Concreto de Cimento Portland. In: Geraldo Cechella Isaia (org.). Materiais de Construção Civil e Principios de Ciência e Engenharia de Materiais, cap.29. São Paulo: Ibracon, 2010. Disponível em: <http://www.concretophd.com.br/imgs/files/ConcretoCap27Materiais2010.pdf>. Acesso em 18 mar. 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 3ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

SILVA, J. B. da. Avaliação do desempenho de blocos de concreto estrutural dosados com politereftalato etileno (PET) micronizado. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/952/1/JOS%C3%89%20BEZERRA%20DA%20SILVA%20%E2%80%93%20TESE%20%28PPGEP%29%202016.pdf>. Acesso em 19.04.2019.

SOARES, R.C. ET. AL. Análise do desempenho térmico de cimento com agregado de resíduo de borracha. Simpósio: Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos Alternativos. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2003. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0BzwinzYnk9wuU0YxcDkxZzI2V1lpenVKZWFqcS1kclJNOHpn/view>. Acesso em 22.06.2019.

SOUZA, J. G. G. Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e Proporcionamento de blocos de concreto – aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2001.