

## Uso de agregado laterítico na produção do concreto: avaliação da resistência

### Use of laterite aggregate in concrete production: strength evaluation

DOI:10.34117/bjdv7n3-409

Recebimento dos originais: 24/02/2021

Aceitação para publicação: 11/03/2021

#### **Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça**

Professora, Doutora em Engenharia Ciências e Engenharia de Materiais – UFCG  
Endereço: Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB,  
Brasil  
Email: ana.duartermendonca@gmail.com

#### **Loredanna Melyssa Costa de Souza**

Doutora do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos – UFCG  
Endereço: Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB,  
Brasil  
Email: loredannamcs@gmail.com

#### **Yane Coutinho Lira**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - UFPE  
Endereço: Av. Professor Moraes Rego, s/n, Iputinga, Recife - PE  
Email: yane\_coutinho@hotmail.com

#### **Valter Ferreira de Sousa Neto**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental – UFCG  
Endereço: Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB,  
Brasil  
Email: valterneto51@gmail.com

#### **Teresa Elane Bezerra Luz**

Mestranda - Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFRN  
Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000 - Complexo Tecnológico de Engenharia da  
UFRN - GNOMO - Candelária - Natal – RN  
Email: elanebluz@ufrn.edu.br

#### **Camila Gonçalves Luz Nunes**

Doutoranda - Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB  
Campus Universitário, s/n – João Pessoa-PB  
Email: camilanunes.engcivil@hotmail.com

#### **Pedro Henrique dos Santos Pereira**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
Campus Universitário, s/n – João Pessoa-PB  
Email: pedrohenrique.96ph@gmail.com

**Maria Ingridy Lacerda Diniz**

Mestranda do Programa de pós graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB  
Campus Universitário, s/n – João Pessoa-PB  
Email: mariaingridydiniz@gmail.com

**RESUMO**

A síntese de novas combinações entre agregados, cimento e água possibilita o surgimento de produtos com propriedades diversas, as quais devem ser devidamente exploradas na resolução de problemas, buscando sempre por inovações. O fator econômico é de grande importância quando se reflete sobre novas formas de preparar o concreto. Desta forma, este estudo tem como objetivo avaliar as resistências do concreto incorporado com agregado laterítico em substituição parcial ao agregado graúdo convencional (brita granítica) nos teores de 25% e 50%. Para tanto, foram moldados corpos de prova nas dimensões de 10 cm x 20 cm e foram avaliadas as propriedades mecânicas para as idades de 7, 14 e 21 dias. Observou-se, portanto, que a substituição do agregado convencional por agregado laterítico promoveu resultados semelhantes aos do concreto convencional tomando como referência, e que pelo fato do agregado laterítico possuir um teor de absorção de água mais elevado que o concreto convencional, este apresentou níveis de resistência à compressão e tração por compressão diametral semelhantes aos da mistura de referência.

**Palavras-chave:** Compósito, agregado, propriedades.

**ABSTRACT**

The synthesis of new combinations between aggregates, cement and water enables the emergence of products with diverse properties, which should be properly explored in problem solving, always searching for innovations. The economic factor is of great importance when thinking about new ways to prepare concrete. Thus, this study aims to evaluate the strength of concrete incorporated with laterite aggregate as a partial substitute for conventional coarse aggregate (granitic gravel) at 25% and 50%. For this, specimens were molded in the dimensions of 10 cm x 20 cm and were evaluated the mechanical properties for ages of 7, 14 and 21 days. It was observed, therefore, that the replacement of conventional aggregate by laterite aggregate promoted results similar to those of conventional concrete taken as reference, and that because the laterite aggregate has a higher content of water absorption than conventional concrete, it showed levels of compressive strength and tensile strength by diametrical compression similar to the reference mixture.

**Keywords:** Composite, aggregate, properties.

**1 INTRODUÇÃO**

O concreto é um material construtivo amplamente disseminado devido, principalmente, sua notável flexibilidade para ser aplicado nas mais distintas finalidades. Podemos encontrá-lo em nossas casas, rodovias, pontes, usinas hidrelétricas e nucleares, obras de saneamento e até em plataformas de extração petrolífera móveis. Estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, o

que dá, segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP), um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos (PEDROSO, 2009).

De acordo com a ASTM (American Society for Testing and Materials), o concreto é definido como sendo um material compósito que consiste de um meio aglomerante no qual estão aglutinadas partículas de diferentes naturezas. O aglomerante é o cimento ativado em presença de água. O agregado, por sua vez, pode ser uma vasta gama de materiais granulares, como areia, pedregulho, seixos, rocha britada, escória de alto-forno e resíduos de construção e de demolição; se as partículas de agregado são maiores do que 4,75mm, o agregado é dito graúdo; caso contrário, o agregado é miúdo. Os aditivos e adições são substâncias químicas adicionadas ao concreto em seu estado fresco que lhe alteram algumas propriedades, adequando-as às necessidades construtivas (PEDROSO, 2016).

Segundo Yudelso (2013), é notável a crescente tendência da incorporação de materiais alternativos à construção civil, visando a consolidação de práticas fundamentadas na sustentabilidade dos processos, sendo capazes de compatibilizar desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

O conceito de materiais alternativos abrange mais do que apenas materiais de origem renovável. Trata-se do conjunto de todos os elementos que, em detrimento de outro componente, são empregados em substituição total ou parcial do primeiro, produzindo benefícios ambientais, econômicos, sociais ou energéticos ao projeto (YUDELSON, 2013).

Na busca por alternativas que visem suprir a demanda comercial de um setor da economia em constante expansão, mesmo em tempos de crise econômica, e que, ao mesmo tempo, não intensifique a degradação do meio ambiente, a inclusão de elementos alternativo ao concreto se mostra bastante promissora diante da distribuem em aproximadamente 70% do território nacional, o que demonstra a vocação natural do Brasil para a exploração de agregados alternativos a partir de seus vários solos.

Conciliando o interesse da indústria da construção civil em integrar alternativas que reduzam custos e, ao mesmo tempo, promovam práticas sustentáveis e a valorização de materiais encontrados regionalmente, este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades físicas e variabilidade morfológica dos solos brasileiros.

Há grande predominância dos Latossolos, Argissolos e Neossolos, que no conjunto mecânicas do concreto incorporado com agregado graúdo de caráter laterítico, em substituição parcial da brita granítica tradicional.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a resistência a compressão simples do concreto com substituição do agregado graúdo convencional por agregado laterítico nos teores de 25% e 50%.

## 2 MATERIAIS E METODOLOGIA

### 2.1 MATERIAIS

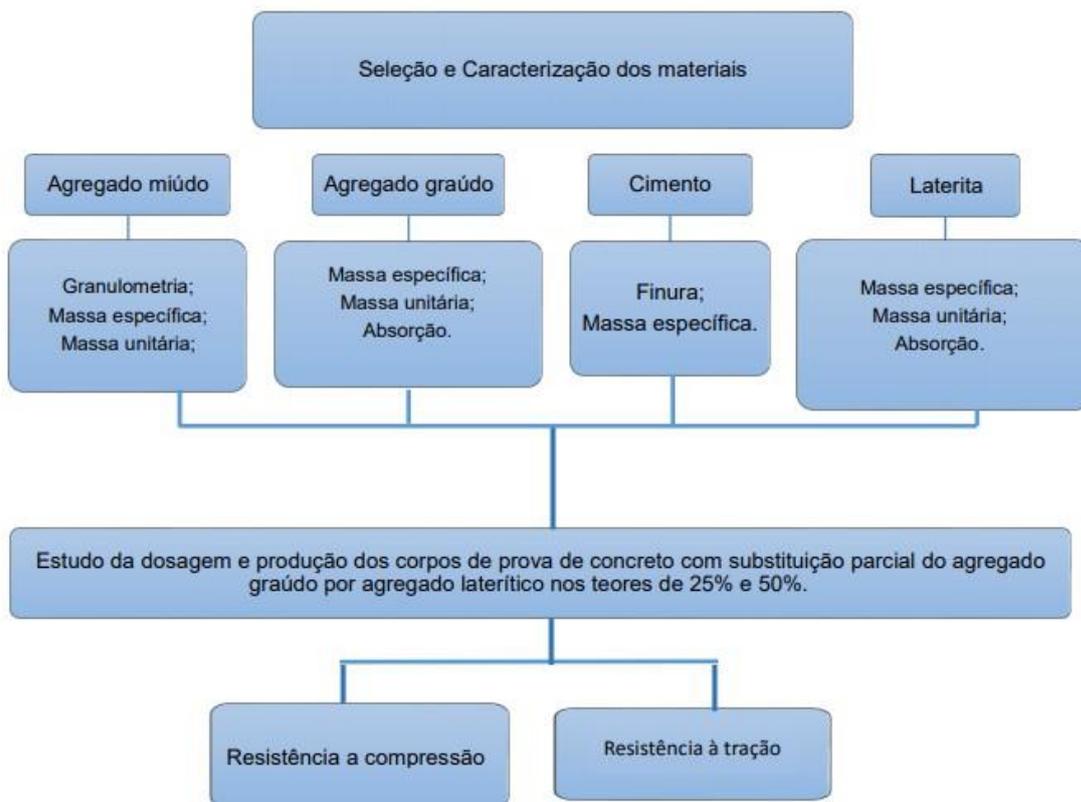
Os materiais utilizados para realização desta pesquisa foram:

- Cimento: O cimento utilizado na pesquisa será o CP II Z de massa específica de  $2,91 \text{ g/cm}^3$  e módulo de finura de 2,84%.
- Agregado miúdo: Areia quartzosa retirada do leito do Rio Paraíba com módulo de finura de 2,42%, diâmetro máximo de 2,36 mm, massa específica de  $2,618 \text{ g/cm}^3$ , massa unitária no estado solto de  $1,429 \text{ g/cm}^3$  e teor de materiais pulverulentos de 0,07%.
- Agregado graúdo: Agregado britado com brita de origem granítica proveniente da pedreira explorada pela CONTEC Indústria e Comércio Ltda, situada no município de Pocinhos-PB, e apresentando diâmetro máximo padronizado para brita 1 – 19 mm.
- Agregado laterítico: Rocha laterítica processada de modo a obter as dimensões da Brita 19.
- Água: fornecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

### 2.2 METODOLOGIA

A Figura 1 ilustra o fluxograma com as etapas e os métodos utilizados na pesquisa.

**Figura 1:** Fluxograma das Etapas da pesquisa



### 2.2.1 Estudo da Dosagem

Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portlands procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Para a moldagem dos corpos de prova utilizados neste estudo, foi empregado o traço 1 : 2,44 : 1,87 : 0,47, com fator água/cimento de 0,47, abatimento do troco de cone de 40m-60 mm e resistência requerida de 20MPa. A Tabela 1 apresenta o proporcionamento dos materiais utilizados neste estudo.

**Tabela 1:** Proporcionamento dos materiais utilizados neste estudo

	CIMENTO	AG. GRAÚDO	AG. MIÚDO	LATERITA
0%	7,788 Kg	46,464 Kg	27,300 Kg	0 Kg
25%	7,788 Kg	34,848 Kg	27,300 Kg	11,616 Kg
50%	7,788 Kg	23,232 Kg	27,300 Kg	23,232 Kg

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2019)

### 2.2.2 Moldagem dos corpos de prova

Foram moldados corpos de prova cilíndricos nas dimensões de 10 cm x 20 cm, para determinação das propriedades mecânicas nas idades de cura de 7, 14 e 21 dias. Após 24 horas da moldagem, ocorreu a desforma dos corpos de prova e foram colocados em tanques com água, onde permaneceram imersos até as datas do rompimento, nos intervalos de 7, 14 e 21 dias após a moldagem.

A produção do o concreto foi feito em betoneira a partir do traço conhecido, realizou-se o slump test (Figura 2) para verificação do abatimento. Diferente do que ocorreu com o concreto de referência, os concretos preparados com laterita necessitaram da adição de água para atingirem o intervalo pré-estabelecido do abatimento, entre 40 e 60 mm.

**Figura 2:** Ensaio de abatimento do tronco de cone



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2019)

### 2.2.3 Determinação das propriedades mecânicas

#### 2.2.3.1 Resistência à compressão simples

É a medida da resistência aos esforços de compressão, suportados por uma peça ou superfície. Para estimá-la em um lote de concreto, são moldados e preparados corpos de prova para ensaio segundo a NBR 5738 (ABNT, 2008), os quais são ensaiados segundo a NBR 5739 (ABNT, 2007).

### 2.2.3.2 Resistência à tração por compressão diametral

É medida como a quantidade de força necessária para quebrar uma substância por estiramento. O ensaio de tração na compressão diametral é o ensaio mais utilizado, por ser mais simples de ser executado e utilizar o mesmo corpo de prova cilíndrico do ensaio de compressão (15 cm x 30 cm). É regido pela NBR 7222 (ABNT, 2011).

## 3 RESULTADOS E DISCURSÕES

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para caracterização física do agregado laterítico em estudo.

**Tabela 2:** Caracterização física do agregado laterítico

Ensaio	Valor obtido	
Massa Específica do Agregado Seco (ABNT NBR NM 53: 2003)	#12,5 mm	2,65 g/cm <sup>3</sup>
	#19,0 mm	2,64 g/cm <sup>3</sup>
	Média	2,64 g/cm <sup>3</sup>
Massa Específica do Agregado na Condição Saturado Superfície Seca (ABNT NBR NM 53: 2003)	#12,5 mm	2,79 g/cm <sup>3</sup>
	#19,0 mm	2,78 g/cm <sup>3</sup>
	Média	2,78 g/cm <sup>3</sup>
Massa Específica Aparente (ABNT NBR NM 53: 2003)	#12,5 mm	3,08 g/cm <sup>3</sup>
	#19,0 mm	3,08 g/cm <sup>3</sup>
	Média	3,08 g/cm <sup>3</sup>
Absorção (ABNT NBR NM 53: 2003)	#12,5 mm	5,20%
	#19,0 mm	5,40%
	Média	5,30%
Teor de Materiais Pulverulentos (ABNT NBR NM 46:2001)	#6,3 mm	2,10%
	#12,5 mm	2,50%
	#19,0 mm	3,70%

Os materiais com dimensão inferior a 0,076 mm são denominados de materiais pulverulentos, portanto com finura da ordem dos grãos de cimento, são altamente perniciosos. Os grãos misturam-se com os do cimento, criando descontinuidade na argamassa e reduzindo a resistência do concreto. A grande superfície específica desse material requer muita água de molhagem e, para mesma trabalhabilidade e fator água/cimento, requer maior quantidade de cimento, aumentando a retração e a permeabilidade do concreto (BAUER, 2011).

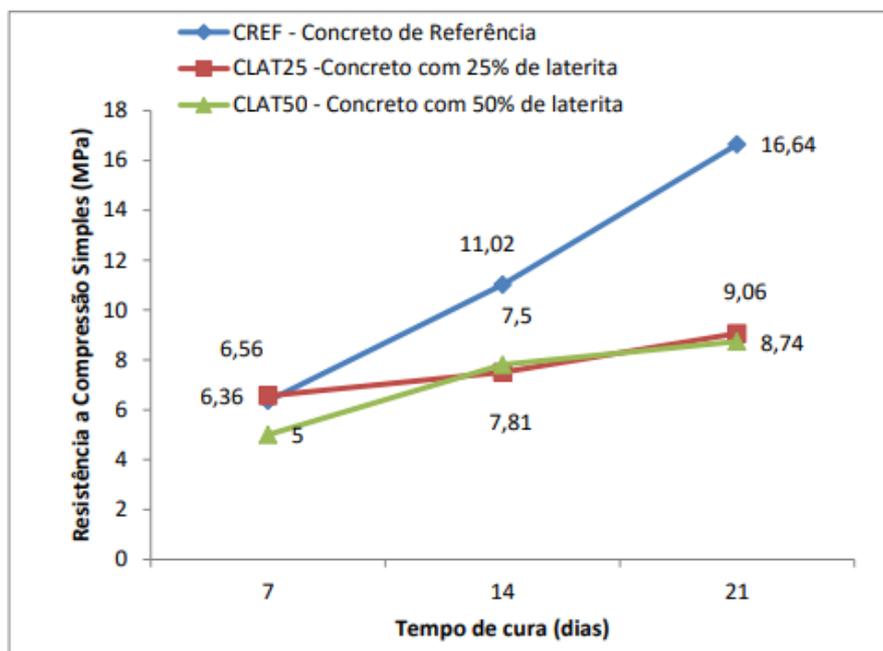
Além disso, esse material impalpável pode eventualmente criar sobre os grãos de agregado graúdo uma camada de material pulverulento, que viria a prejudicar a aderência da argamassa; mais uma causa de redução do desempenho do concreto

(BAUER, 2011). Por outro lado, concretos sem finos são concretos pouco trabalháveis, sujeitos a maior exsudação com grande permeabilidade, sujeitos a agentes agressivos (BAUER, 2011).

Devido ao seu processo de formação as concreções lateríticas apresentam grande quantidade de material pulverulento. Não foi observada considerável diferença entre as águas obtidas com as lavagens, atestando a alta quantidade de materiais pulverulentos presentes. Obteve-se um valor que variou entre 2,1% e 3,7%. Este valor é superior ao limite estabelecido pela norma ABNT NBR 7211:2009, que é de 1,0%.

A Figura 3 ilustra os resultados obtidos para a resistência a compressão simples do concreto produzido com substituição do agregado miúdo convencional por 25% e 50% de agregado laterítico.

**Figura 3:** Resistência a compressão simples do concreto produzido com substituição do agregado miúdo convencional por 25% e 50% de agregado laterítico



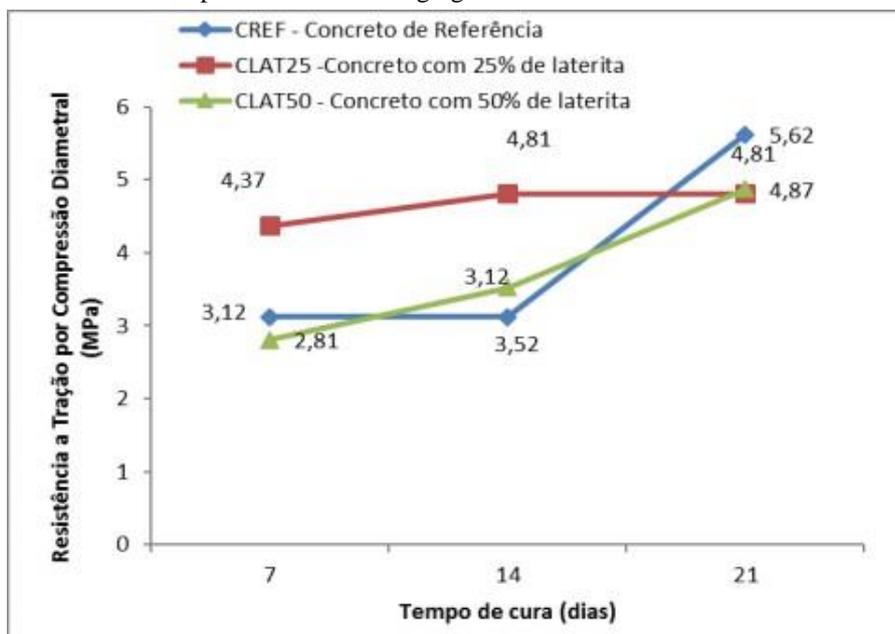
Com base nos resultados obtidos, verifica-se que ocorreu uma redução da resistência a compressão simples para os concretos com substituição do agregado graúdo convencional por agregado laterítico em comparação ao concreto de referência. No entanto, mesmo resultando em uma resistência inferior a obtida para o concreto de referência, observa-se que o concreto laterítico apresentou uma evolução de resistência

com o aumento da idade de cura. Isto se justifica pelo aumento da resistência da argamassa, devido a um tempo maior de hidratação do cimento.

De acordo com a norma da ABNT NBR 6118/2014, aos 21 dias o concreto deve apresentar uma resistência a compressão de 96% da resistência requerida em projeto, no entanto, os resultados obtidos para o concreto com substituição do agregado graúdo convencional por agregado laterítico não satisfazem aos parâmetros normativos, apresentando valores inferiores.

A Figura 4 ilustra os resultados obtidos para a resistência a tração por compressão diametral do concreto produzido com substituição do agregado miúdo convencional por 25% e 50% de agregado laterítico.

**Figura 4:** Resistência a tração por compressão diametral do concreto produzido com substituição do agregado miúdo convencional por 25% e 50% de agregado laterítico



De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que o uso do agregado laterítico contribuiu para o ganho de resistência do concreto, obtendo-se aos 21 dias uma resistência, em comparação com o concreto de referência, inferior apenas 14,4% e 13,3% respectivamente, para as idades de 21 dias. Este aumento na resistência à tração corrobora os resultados de diversos autores que afirmam que tais melhorias estão, em grande parte, relacionadas à atividade pozolânica, enquanto a resistência a compressão está relacionada ao efeito filler.

Latterza (1998), em seus estudos com concretos com resíduo de construção e demolição observou que o concreto de referência utilizando agregados convencionais com  $D_{máx} = 19,0$  mm e  $D_{máx} = 9,5$  mm atingiram a resistência prevista para o ensaio aos 28 dias. Entre os concretos com agregados reciclados, para as duas graduações, não houve diferença significativa nos valores de resistência. Entretanto, estes valores resultaram cerca de 15% a 19% superiores aos do concreto de referência. Isto pode ser decorrente da elevada absorção do agregado reciclado que, como constatado nos ensaios anteriores<sup>1</sup>, acaba por absorver uma parcela do volume total da água de amassamento.

A água retida nos poros dos agregados não fica disponível para a reação de hidratação do cimento. Porém, na fase de endurecimento da pasta provavelmente a água contida no interior do agregado reciclado irá contribuir para o processo de hidratação como se fosse uma “cura úmida interna” estabelecendo-se uma correlação à afirmativa de NEVILLE (1997) referente aos agregados leves, cuja absorção é elevada.

#### 4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- Os concretos lateríticos apresentando faixas de resistência compatíveis com aquelas desenvolvidas pela amostra de referência. Um detalhe importante observado na realização deste ensaio foi o fato de que o resultado após os 21 dias para as duas misturas incorporadas com laterita se mostrarem muito semelhantes, apesar da considerável diferença nas proporções de agregado graúdo substituído.
- A resistência a tração por compressão diametral reforça a tese do comportamento uniforme do agregado laterítico, agindo inerte em relação à mistura, mas mostrando-se satisfatoriamente resistente para receber os esforços que atuam sobre a peça. Apesar dos concretos lateríticos não demonstrarem a mesma resistência do concreto de referência, aos 21 dias, novamente, ambos parecem convergir para um mesmo ponto, de maneira que a inclusão de uma maior quantidade do agregado alternativo não implicou diretamente em ganhos de resistência para a mistura.
- A análise da situação demonstra o potencial do concreto incorporado com substituição parcial de agregado graúdo por brita laterítica nas proporções de 25 e 50%.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7222: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos, 2014.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos, 2007.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova, 2008.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação, 9 p. Rio de Janeiro, 2009.
- \_\_\_\_\_. **NBR 53**: Agregados - Determinação da absorção e da massa específica do agregado graúdo – Método de ensaio. NBR NM 53, 8p. Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2014.
- \_\_\_\_\_. **NBR 46:2001**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem.
- BAUER, L. A. Falcão, *Materiais de Construção*. 5º ed. Vol. 1 e 2, Ed. LTC, São Paulo, SP – Brasil, 1994
- LATTERZA, Luciano de Melo. *Concreto com Agregado Graúdo Proveniente da Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. Um Novo Material para Fabricação de Painéis Leves de Vedação*. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Estruturas), Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 130 fls, São Carlos, 1998.
- NEVILLE, A.M. (1997). *Propriedades do concreto*. 2.ed. São Paulo, Pini.
- PEDROSO, Fábio Luís. *Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem*. São Paulo, SP – Brasil, 2016.
- YUDELSON, Jerry Yudelson. *Arquitetura e construção: Projeto integrado e construções sustentáveis*. Arquitetura e construção, Bookman, 2013.