

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO CONCRETO SIMPLES

Igor Ramos Pena¹

Ricardo Fonseca de Oliveira²

RESUMO

O concreto apresenta-se como um dos materiais mais usados na área de construção civil, devido a vários fatores como sua facilidade de manipulação, durabilidade e custo-benefício. Com a evolução dos materiais de construção, a população foi substituindo outros materiais como madeira e pedra pelo concreto, devido à capacidade de resistir a elevadas cargas e facilidade no manuseio. No período do século XIX, grandiosas obras foram desenvolvidas através do uso do concreto. Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um estudo sobre diferentes traços de concreto simples, visando alcançar a maior resistência dos corpos de prova moldados. O presente trabalho foi desenvolvido através de um estudo das dosagens de concreto, que dispõe sobre o método de teste de resistência a compressão em corpos de prova feitos de concreto com medidas de 10 centímetros de diâmetro e 20 centímetros de altura. No segundo momento, os corpos de prova já elaborados e, após os 28 dias de cura, foram rompidos em prensa hidráulica automática para obtenção dos resultados. Posteriormente, foi elaborada uma planilha com os melhores resultados para avaliação do custo-benefício de cada traço. Conclui-se que em todos os corpos de prova a resistência a compressão não foram semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto; Compressão; Resistência.

¹ Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Mário Palmério - UNIFUCAMP

² Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU

ABSTRACT

The concrete is presented as one of the most used materials in the construction area, due to various factors, its ease of manipulation, durability and cost benefit. With the evolution of construction materials the population was replacing other construction materials such as wood and stone, by concrete, due to the ability to resist high loads and ease in handling. In the period of the NINETEENTH century, great works were developed through the use of concrete. The general objective of this work is to develop a study on different traits of simple concrete, aiming to achieve the highest resistance of molded specimens. The present work was developed through a study of concrete dosages, which has on the test method of compressive strength in specimens made of concrete with measures of 100 mm in diameter and 200 mm in height. In the second moment, the specimens already elaborated, and awaited the 28 days of curing, will be ruptured in automatic hydraulic press to obtain the results. It was concluded that in all specimens the compressive strength were not similar.

KEYWORDS: Concrete; Compression Resistance.

1 INTRODUÇÃO

A união do cimento Portland, agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia) e água, resulta no concreto simples, que se apresenta como um material de construção essencial na área de engenharia civil. O histórico do seu uso leva há vários séculos atrás, sendo utilizado até mesmo pelo império romano na construção de seus imponentes edifícios. O concreto se apresenta como um dos materiais mais usados na área de construção civil, devido a vários fatores como sua facilidade de manipulação, durabilidade e custo-benefício (TRINDADE, 2017).

De acordo com Narbal (2019), o concreto armado é um produto da construção civil relativamente novo, de modo que até meados do século XIX as edificações mais comuns eram realizadas utilizando madeira e tijolos. A abundância de madeira nesse período proporcionava uma ótima alternativa para as construções. Entretanto, um grande problema era a baixa durabilidade e o risco de combustão, que levaram os construtores da época a descartar a madeira como material de construção substituindo-o por alvenaria de pedras ou de tijolos.

Segundo Couto et al. (2013), com a evolução dos materiais de construção, a população foi substituindo outros materiais como madeira e pedra, pelo concreto, devido à capacidade de resistir a elevadas cargas e facilidade no manuseio. No período do século XIX, grandiosas obras foram desenvolvidas através do uso do concreto. A origem do concreto é a mesma do cimento, elemento essencial para reação química de elaboração da pasta aderente, que torna o concreto em um produto tão eficiente.

O concreto é resultado da mistura de cimento, água, areia e brita. Esse produto, quando recebe a ativação pela água forma uma pasta. A pasta fluida faz com que as partículas de agregados se aglomerem, além de permitir que o material se molde a qualquer modelo de forma. Assim que o concreto inicia sua desidratação, a mistura começa a cura ou processo de endurecimento, pela reação irreversível da água com o cimento, ganhando resistência mecânica à compressão, capaz de torná-lo um material com grande desempenho estrutural, sob os mais diversos ambientes de exposição (MARTINS, 2019).

O concreto é muito utilizado na atualidade na área de construção civil, nos mais diversos tipos de estruturas, nos mais diversos campos, e em alguns casos em ambientes extremamente agressivos quimicamente ou biologicamente. Para realizar as funções de novos e desafiadores usos, foram desenvolvidos variados tipos de concretos, utilizando diferentes tipos de cimentos, reagentes químicos e agregados em sua composição (PEREIRA, 2019).

Através da realização de diversas pesquisas, foi possível o desenvolvimento de concretos com maior durabilidade, resistência e trabalhabilidade. Os estudos de novas metodologias na geração de concreto devem ser realizados no objetivo melhorar as tradicionais, sendo revistas de modo a atender as necessidades da humanidade além de trazer uma maior economia em obras (NARBAL, 2019).

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo sobre diferentes traços de concreto simples, com o objetivo de alcançar a maior resistência dos corpos de prova moldados.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um estudo sobre diferentes traços de concreto simples, com o objetivo de alcançar a maior resistência dos corpos de prova moldados.

1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Elaborar variados traços de concreto simples;
- Produzir 03 (três) corpos de prova com os traços de concreto pré-definidos;
- Testar a resistência dos corpos de prova à compressão em uma prensa hidráulica automática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico sobre o concreto na construção civil

Os primeiros relatos de materiais direcionados à construção civil são encontrados na Suméria, onde os povos produziam a cerâmica através do barro cozido, que, apresentava características de grande maleabilidade, porém eram pouco resistentes. Os zigurates, construções de grande representatividade na Mesopotâmia, os templos que apresentavam

formato de torres, encontram-se em mau estado de conservação atualmente devido a ação do tempo. Entretanto os egípcios foram os pioneiros no uso de cimento como a cal e a gipsita. Aos egípcios também se atribui a descoberta da cal hidráulica, obtida através do aquecimento de rochas calcárias misturada com materiais argilosos (SOUZA, 2013).

O processo de calcinação da rocha resulta na produção de óxido de cálcio, também conhecido como cal virgem. Em reação com a água, esse material se transforma em hidróxido de cálcio, o aglomerante que, através da inserção de areia, era utilizado para fixar os tijolos feitos de barro e palha uns aos outros. Entretanto, os primeiros povos a constituir o concreto moderno foram os romanos. As grandes estruturas e construções encontradas na atualidade da Roma antiga apresentam-se como uma expressão genuína de um material plástico, maleável que apresenta resistência suficiente para manter seu próprio peso (AMARO, 2016).

O concreto apresenta-se como um material composto a partir da mistura de cimento, areia, pedra e água, dosadas de acordo com o uso do material. Também podem ser inseridos eventuais produtos aditivos que potencializam suas características pré-definidas, além de adições que tem por objetivo alterar suas características originais.

O cimento é composto a partir da mistura de clínquer, gesso e outros elementos, assim como o concreto, também dosados de maneira criteriosa durante seu processo de fabricação. Nesse caso, o clínquer é um material produzido através de processo industrializado, originado da extração de minério de calcário, argila e minério de ferro. Seu processo de fabricação termina com a queima destes materiais, elevando a temperatura até o ponto de fusão dos elementos, como ocorre naturalmente no núcleo de um vulcão. Assim, como a criação do cimento teve sua origem e inspiração a partir da pozolana, que são argilas contendo cinzas da lava de vulcão, e posteriormente pode ser considerada como rocha sedimentar. Antes do surgimento do cimento e do concreto moderno que conhecemos hoje, estes elementos já existiam há milhares de anos na natureza (NARBAL, 2019).

O concreto produzido na atualidade é utilizado em praticamente todos os processos construtivos amplamente disseminados pelo mundo, de modo que é possível encontrar esse material em casas de alvenaria, rodovias, pontes, em grandes e pequenos edifícios, em usinas hidrelétricas e obras de saneamento. Estima-se que todos os anos são consumidas mais de 11 bilhões de toneladas de concreto, o que dá, aproximadamente, um consumo 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano em média, valor menor apenas que o consumo de água. Só os brasileiros consomem cerca de 30 milhões de metros cúbicos de concreto por ano. De modo geral, pode-se dizer que o concreto é material artificial que se molda à necessidade construtiva

do homem. O mesmo, depois de endurecido, tem resistência similar às das rochas naturais e, quando no estado fresco, é composto fluido que possibilita sua moldagem em formas e tamanhos (IBRACON, 2018).

2.2 Características do concreto

O concreto é um material que preenche os espaços vazios, através do meio aglomerante no qual estão aglutinadas em materiais de origens diferentes. O principal aglomerante é o cimento hidratado. Os agregados são materiais granulares, como pedregulho, areia, seixos, brita, escória e resíduos de construção e de demolição dentre outros. Esses tipos de materiais apresentam proporções diferenciadas de acordo com a resistência, fluidez e trabalhabilidade do concreto (TEODORO, 2013).

Para Angelin (2014), os agregados podem ser classificados em grãos (britas) ou miúdo (areias) dependendo do diâmetro de sua estrutura. Já os aditivos e adições são componentes químicos inseridos no concreto em seu estado fluido, de modo a alterar algumas propriedades, adequando-as às necessidades construtivas. Através da mistura homogeneizada de cimento, agregados miúdos e grãos, com ou sem a incorporação de aditivos químicos que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento. A Figura 1 mostra as morfologias e os tamanhos das partículas dos agregados.

Figura 1 - Características morfológicas de agregados do concreto



Fonte: Santos (2008).

Com o estudo das dosagens de agregados e a quantidade teórica de ligante é que se formula o traço do concreto. A adesão dos componentes faz parte da qualidade, porém, somente após ensaios laboratoriais de trabalhabilidade, *slump*, coesão, exsudação, segregação, teor de argamassa, ar aprisionado, resistência mecânica, módulo de elasticidade condição de exposição (SANTOS 2008).

De acordo com Castro et al. (2011), através da hidratação do cimento, inicia-se as reações químicas entre os minerais do cimento e a água, resultando na pasta que, com a secagem, se tornará sólida, unindo os agregados. Neste contexto, existem dois tipos básicos de cimento, sendo um que não endurece quando imergido em água, porém, quando endurecidos, dissolvem-se lentamente quando expostos à água. Esse tipo de cimento surgiu no Egito Antigo. Já os cimentos usados em concretos, permanecem estáveis quando inseridos em ambiente aquático, de modo que o mesmo entra em estado sólido e mantém suas propriedades. Esse tipo de cimento é amplamente empregado no concreto moderno.

A combinação de areia, cimento e água, produz a argamassa que apresenta consistência plástica, porém, em contato com o ar, ocorre o endurecimento através da reação química de recombinação do hidróxido com o gás carbônico, reconstituindo o carbonato de cálcio original. Através dessa reação ocorre o endurecimento do material que se processa lentamente, de fora para dentro, por meio da porosidade da argamassa que possibilita, de um lado a evaporação da água e, de outro, a penetração do ar (TEODORO, 2013).

2.3 Traços e manejo do concreto

As dosagens de aglomerantes com agregados são denominadas de traço. Essas dosagens nada mais são do que a escolha da quantidade dos materiais que vão formar um determinado tipo de concreto. Através dos traços determina-se a quantidade de areia e de brita que devem ser usadas na mistura para uma unidade de cimento. Porém, a quantidade de água varia em relação a umidade da areia e da trabalhabilidade final do concreto. Os traços de concreto podem ser feitos de forma prática ou racional (VARELA, 2018).

Em estruturas que não demandam grande resistência, a dosagem dos agregados juntamente com os ligantes é medida em volume e baseia-se apenas na experiência do profissional técnico. Esse tipo de concreto é indicado para concretos de baixa e média

resistência e devem ser empregados somente em pequenas construções. Já na dosagem racional, os agregados juntamente com os ligantes são medidos em massa, e é exercida por concreteiras especializadas que atendem obras de médio a grande porte. Esse tipo de mistura é feita com vários critérios e rigor seguindo inúmeras especificações simultaneamente. As proporções dessas misturas são de grande importância para a obtenção de um produto de qualidade que são normalizadas (ANGELIN, 2014).

Através do traço imposto no projeto executivo deve ser respeitado à risca de modo que a proporção entre seus materiais garantirá a resistência, durabilidade e trabalhabilidade do concreto. Se os parâmetros não forem respeitados corretamente toda a segurança de uma estrutura pode ser comprometida. Do mesmo modo que existem diferentes tipos de concreto específicos para cada obra, também existem diversos tipos de traço (AMARO, 2016). A Tabela 1 mostra a aplicação de alguns traços de concreto.

Tabela 1 – Aplicação de traços de concreto

APLICAÇÕES DO CONCRETO	Traços de concreto
Base de fundação (concreto magro)	1 saco de cimento de 50 kg
	5 latas de areia
	6 latas de brita
	2 ½ lata de água
Fundações: baldrame, broca e radier	1 saco de cimento de 50 kg
	5 latas de areia
	6 latas de brita
	2 ½ lata de água
Pilares, vigas, vergas, lajes maciças, e capas de lajes pré-fabricadas	1 saco de cimento de 50 kg
	3 latas de areia
	3 latas de brita
	1 ½ lata de água
Pisos de concreto, pilaretes e cintas de muros de blocos de concreto	1 saco de cimento de 50 kg
	3 latas de areia

	3 latas de brita
	1 ½ lata de água

Fonte: Levy (2010).

A quantidade de água, por exemplo, é um fator determinante e indispensável para formação de cristais sólidos que tornam o concreto resistente. Além disso, ela deixa a massa com um aspecto plástico que permite seu transporte e aplicação nas fôrmas com facilidade. Porém, tanto seu excesso quanto sua falta podem prejudicar o concreto, de modo que, quando a água é adicionada em excesso, surgem vazios que deixa o concreto bem menos resistente, possibilitando o aparecimento de fissuras. Por outro lado, água de menos provoca falhas de concretagem por dificultar os processos de lançamento e adensamento. A ausência de água no processo de cura do concreto e a exposição excessiva do concreto ao sol ou calor também devem ser consideradas, pois a perda de água excessiva em um curto espaço de tempo pode comprometer a resistência do concreto. Da mesma forma deve-se tomar cuidado com a água a ser adicionada de maneira que a mesma seja limpa, clara e sem impurezas, já que algumas substâncias comprometem o concreto (MIGLIORINI, 2011).

Segundo Fagury (2018), diversos parâmetros do concreto necessitam de atenção como os agregados miúdos e graúdos. Estudos comprovam que, quanto mais finos forem os agregados, maior será a resistência do concreto à compressão. Entretanto, a trabalhabilidade tende a diminuir. Uma boa dica é usar agregados de granulometria controlada, e misturá-los para que os menores envolvam os maiores sem deixar vazios. Deve-se usar apenas areia e britas limpas, isto é, sem argila, barro ou materiais orgânicos, como raízes, folhas e gravetos.

De acordo com Bresolin (2016), quando as proporções de agregados e ligantes forem definidas, é necessário ter cuidado com a ordem certa de combinar os materiais. Se o processo for manual, deve-se juntar o cimento à areia e misturar bem antes de adicionar a brita. Somente após esse processo é que se deve hidratar a massa de forma lenta. Entretanto se o concreto for feito em betoneira, a sequência de inserção dos componentes deve respeitar a ordem; brita (para limpar resíduos de misturas anteriores), uma parte da água (que limpa a brita e aumenta sua aderência à massa), cimento, outra parte da outra parte da água, areia e a parte final da água. Se possível, pode-se utilizar aditivos plastificantes que diminuem a quantidade de água de amassamento e melhoram a trabalhabilidade do concreto. Caso essa mistura seja muito demorada, o concreto perde a trabalhabilidade, sofre segregação e não fica

uniforme; se for rápida demais, a mistura fica mal feita, a massa aquece e as reações do cimento são aceleradas.

2.4 Dosagens e resistência do concreto

O estudo das diferentes dosagens de concreto é um importante passo na busca de uma mistura que apresente economia, mas ao mesmo tempo a resistência esperada. Assim, a dosagem do concreto pode ser definida como o processo de selecionar os componentes adequados do concreto, determinar as respectivas quantidades relativas com o objetivo de se obter da maneira mais econômica possível, um concreto com certas características mínimas, especialmente a consistência, a resistência e a durabilidade (BRESOLIN, 2016).

Para a elaboração das dosagens de concreto é necessário conhecer as especificações da obra, dos materiais e do concreto a ser utilizado. Em decorrência disso, conceitua a dosagem experimental como a determinação das porcentagens dos componentes do concreto, de modo a se obter um concreto econômico, adequado às condições da obra, utilizando os materiais disponíveis. Assim, conceituam a dosagem do concreto como sendo a proporção adequada dos materiais cimento, água, agregados e, eventualmente, aditiva, de maneira que a mistura atenda aos requisitos de projeto (VARELA, 2018). A Tabela 2 apresenta dados e parâmetros de dosagens para aumento de resistência, trabalhabilidade e redução dos custos do concreto.

Tabela 2 - Consumo de materiais por m³ de concreto

TABELA DE CONSUMO DE MATERIAIS POR M ³ DE CONCRETO									
Traço em volume	Cimento			Areia		Brita		Água	Traço em volume
	Kg	Saco de 50 Kg	Litro	Seca	Úmida	Nº. 1	Nº. 2		Massa
C : A : B								Litros para areia seca	C : A : B
1 : 1 : 2	514	10,30 L	363	363	465	363	363	226	1: 1,06 : 1,96

1 : 2,5 : 3	319	6,40 L	225	562	719	337	337	207	1: 2,71: 2,94
1 : 2,5 : 5	246	4,90 L	174	435	557	435	435	195	1: 2,71: 4,89
1 : 3 : 6	208	4,20 L	147	441	564	441	441	198	1: 3,25: 5,87

Fonte: Varela (2018).

O estudo de dosagem pode se tornar complexo, principalmente se levado em consideração que algumas das propriedades do concreto endurecido, tais como resistência, durabilidade e aparência, somente são garantidas se a trabalhabilidade da mistura fresca for compatível com as condições de trabalho e produção do concreto (SOUZA, 2013).

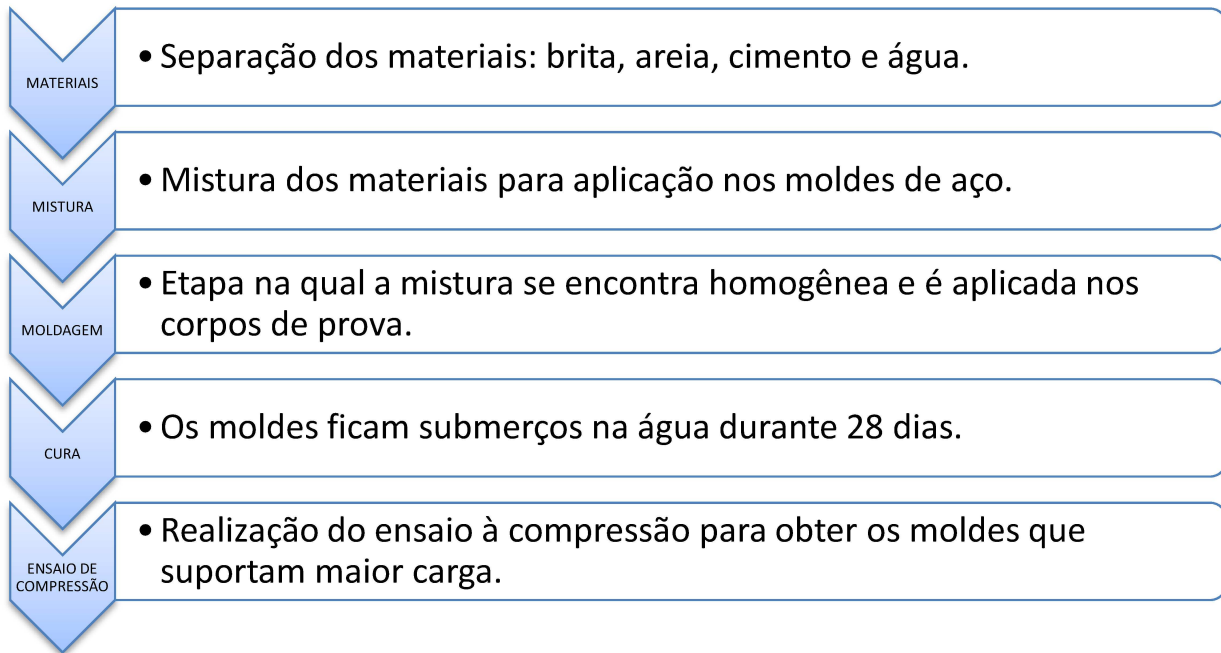
De acordo com a norma NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto, que estabelece os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas no sentido de minimizar os efeitos do envelhecimento e deterioração da estrutura causados tanto por esforços ou ações mecânicas que atuam diretamente sobre a estrutura ou sobre os materiais que a compõem (concreto e aço), como também as ações relativas à agressividade do meio onde se insere a estrutura. Desta forma, esta norma apresenta alguns critérios que atuam sobre o projeto que visam melhorar o desempenho da estrutura sob o aspecto da durabilidade. Os procedimentos relacionados à arquitetura, estrutura, qualidade do concreto, espessura do revestimento das armaduras, detalhamento das armaduras e medidas que promovam o controle da fissuração, impermeabilidade, inspeção e manutenção preventiva são os quesitos considerados essenciais quando de busca medidas eficientes para o bom desempenho das estruturas de concreto quando avaliadas sob o aspecto da durabilidade (VARELA, 2018).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os materiais, os equipamentos e os métodos utilizados para a realização do trabalho. Este foi realizado no laboratório da Unifucamp, Monte Carmelo/MG.

O fluxograma da Figura 2 ilustra os processos executados para obtenção dos resultados do presente trabalho.

Figura 2 – Fluxograma dos processos envolvidos para a obtenção dos resultados



Fonte: Autor (2019).

O presente trabalho foi desenvolvido através de um estudo das dosagens de concreto, que dispõe sobre o método de teste de resistência à compressão em corpos de prova feitos de concreto com medidas de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. O molde de corpo de prova pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Molde para corpo de prova de concreto



Fonte: Autor (2019).

Em um primeiro momento foi desenvolvido um estudo de vários traços de concretos para serem testados, além de desenvolver o cálculo da proporção de forma a encontrar um traço econômico e resistente, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de materiais por m³ de concreto

Traço em massa	Cimento	Areia	Brita
1:1:2	250 kg	250 kg	500 kg
1:2,5:3	250 kg	625 kg	750 kg
1:2,5:5	250 kg	625 kg	1250 kg
1:3:6	250 kg	750 kg	1500 kg

Fonte: Autor (2019).

Após a definição dos traços e das proporções de agregados, cimento e água, foi realizada a mistura de todos os componentes, conforme observado na Figura 4.

Figura 4 - Mistura dos componentes do concreto



Fonte: Autor (2019).

Após a mistura dos agregados, cimento e água, foram moldados os corpos de prova. Para cada um dos 04 (quatro) traços distintos relacionados na Tabela 3, foram desenvolvidos 03 (três) amostras conforme podem ser observado na Figura 5. Posteriormente, os mesmos corpos de prova foram inseridos em recipientes com água três dias após a moldagem, e ficaram por 28 dias imersos em água. A Figura 6 ilustra os corpos de prova imersos em água.

Figura 5 – Corpos de prova moldados



Fonte: Autor (2019).

Figura 6 – Corpos de prova imersos em água



Fonte: Autor (2019).

No segundo momento, os corpos de prova já elaborados e aguardado os 28 dias de cura, os mesmos foram rompidos em prensa hidráulica automática para obtenção dos resultados.

Posteriormente, foi elaborada uma planilha com os melhores resultados para avaliação do custo-benefício de cada traço.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a moldagem de 03 (três) corpos de prova para 04 (quatro) traços e espera de 28 dias de cura, os corpos de prova foram rompidos utilizando uma prensa hidráulica com acionamento elétrico conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Prensa hidráulica



Fonte: Autor (2019).

Na primeira amostragem, em que o concreto foi elaborado com um traço 1:1:2, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 4. Os corpos de prova apresentaram diferentes resistências, sendo a maior carga suportada de 2,63 MPa e a menor 1,56 MPa.

Tabela 4 - Resultado Amostra 01

Amostra 01	Traço (1 m ³)	Custo (m ³)	Carga suportada (MPa)
1	1:1:2	R\$ 195,00	1,56
2	1:1:2	R\$ 195,00	1,62
3	1:1:2	R\$ 195,00	2,63

Fonte: Autor (2019).

Para o cálculo do custo, foram somados os valores de cada componente do concreto de forma individual, e multiplicado pelo consumo de cada traço. Foi adotado o cálculo do valor em reais do m³ de concreto.

➤ **Traço: C:A:B**

C: Cimento = 5 sacas/m³ x R\$ 20,00 = R\$ 100,00

A: Areia = 1 m³ = R\$ 100,00 x valores da Tabela 3

B: Brita + 1m³ = R\$ 140,00 x valores da Tabela 3

Através dos cálculos do valor do m³ de concreto, foi possível obter o valor para cada traço de concreto anteriormente estipulado na Tabela 3. O valor da água foi descartado por ser insignificante.

Na segunda amostragem, em que o concreto foi elaborado com um traço 1: 2,5: 3, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 5. Os corpos de prova apresentaram diferentes resistências sendo a maior carga suportada de 5,26 MPa e a menor 3,12 MPa.

Tabela 5 - Resultado Amostra 02

Amostra 02	Traço (1 m ³)	Custo (m ³)	Carga suportada (MPa)
1	1: 2,5: 3	R\$ 267,50	4,30
2	1: 2,5: 3	R\$ 267,50	3,12
3	1: 2,5: 3	R\$ 267,50	5,26

Fonte: Autor (2019).

Na terceira amostragem, para concreto com traço 1: 2,5:5, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 6. Os corpos de prova apresentaram diferentes resistências, sendo a maior carga suportada de 5,37 MPa e a menor 3,75 MPa.

Tabela 6 - Resultado Amostra 03

Amostra 03	Traço (1 m ³)	Custo (m ³)	Carga suportada (MPa)
1	1 : 2,5 : 5	R\$ 337,50	5,37
2	1 : 2,5 : 5	R\$ 337,50	3,75
3	1 : 2,5 : 5	R\$ 337,50	3,87

Fonte: Autor (2019).

Na quarta amostragem para concreto com um traço 1: 3: 6, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 7. Os corpos de prova apresentaram diferentes resistências, sendo a maior carga suportada de 2,45 MPa e a menor 1,65 MPa.

Tabela 7 - Resultado Amostra 04

Amostra 03	Traço (1 m ³)	Custo (m ³)	Carga suportada (MPa)
1	1 : 3 : 6	R\$ 385,00	1,65
2	1 : 3 : 6	R\$ 385,00	2,45
3	1 : 3 : 6	R\$ 385,00	2,25

Fonte: Autor (2019).

5 CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento dos corpos de provas com diferentes traços de concreto, observou-se que em todos os corpos de prova que a resistência a compressão foram diferentes. Nos 12 testes realizados, as estruturas de concreto se comportaram da mesma forma onde ocorreu o rompimento total da estrutura do corpo de prova. Também foi possível observar que a resistência das amostras com o mesmo traço apresentou variação de resistência significativa.

Observa-se que os valores de resistência à compressão tiveram uma grande variação entre as amostras 01 e 03, variando entre 1,56 e 5,37 MPa. Assim, conclui-se que o traço de concreto mais viável neste experimento foi a amostra 03, traço 1:2,5:5, totalizando um valor de R\$ 337,50 o m³ e apresentando uma resistência a compressão de 5,37 MPa.

Portanto, é de suma importância ressaltar que os resultados podem ser considerados de baixa resistência devido a alguns fatores, como a forma que as peças foram rompidas, no qual necessita estar bem posicionada e alinhada na prensa, outro fator que influencia é a moldagem errada dos corpos de prova durante o processo de moldagem. Sendo assim, é necessário que sua execução seja realizada por especialistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força que me concedeste para chegar até aqui.

A minha família, meu pai Gilberto, minha mãe Sônia, minha avó Adair e todos que sempre me apoiaram com tudo que precisava durante essa jornada.

A todos os amigos que direta ou indiretamente participaram da minha formação e que sempre me incentivaram e não permitiram que eu desistisse.

A esta universidade, aos meus professores, ao coordenador do curso Prof. Me. Emiliano Silva Costa e principalmente ao meu orientador Prof. Me. Ricardo Fonseca de Oliveira que tiveram papel fundamental na elaboração deste trabalho, o meu muito e eterno agradecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIN, Andressa Fernanda. **Concreto leve estrutural - Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais**. Dissertação de Mestrado da UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE TECNOLOGIA, Limeira - SP. 2014. 126 p.

AMARO, João Pedro da Costa. **O tijolo cerâmico na arquitetura: concepção e estudo de paredes “filtro”**. Dissertação de Mestrado Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Arquitetura Construção e Tecnologia. Julho de 2016. 283p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS DE NORMAS TÉCNICAS, **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**, NBR 6118, ABNT, Rio de Janeiro, 170p, 2003.

BRESOLIN, Gustavo. **Influência das técnicas de cura na resistência do concreto e análise da incorporação de cal hidratada na técnica de cura por aspersão periódica de água**. CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES CURSO DE ENGENHARIA CIVIL. Lajeado - SC, junho de 2016. 101 p.

CASTRO, A. L.; LIBORIO J. B. L.; PANDOLFELLI, V. C. **A influência do tipo de cimento no desempenho de concretos avançados formulados a partir do método de dosagem computacional**. Cerâmica. ed. 57. Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de S. Carlos. 2011.12 P.

COUTO, José Antônio Santos. CARMINATTI, Rafael Lima. NUNES, Rogério Reginato Alves. **O CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe, v. 1, n.17. out. 2013. 58 p.

FAGURY, Samir Costa. **Concretos e pastas de elevado desempenho: contribuição aos estudos de reparos estruturais e ligações entre concretos novo e velho, com tratamento da zona de interface**. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-17012011-092136/en.php>. Acesso em 30 de julho de 2018.

IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto. **Concreto o material construtivo mais consumido do mundo**. Disponível em:
https://www.academia.edu/6045370/IBRACON_Instituto_Brasileiro_do_Concreto_IBRACON_and_Constru%C3%A7%C3%B5es_and_Constru%C3%A7%C3%B5es_Instituto_Brasileiro_do_Concreto?auto=download. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

LEVY, Salomon Mony. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2010. 194 p.

MARTINS, Vanessa da Costa. **Otimização dos processos de dosagem e proporcionalmente do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: estudo de caso**. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/101966/211524.pdf.txt;jsessionid=68F95CC451F6236939B3430B9C36CCFE?sequence=2>. Acesso em 22 de janeiro de 2019.

MIGLIORINI, Alessandra Vieira. **Estudo de fibras de aço em blocos de concreto para a possível utilização em carapaça de molhes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011. 200f.

NARBAL, Marcellino. **Concreto armado é solução durável e econômica**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-armado-e-solucao-duravel-e-economica699301>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

PEREIRA, Caio. Tipos de concretos utilizados na construção civil. **Escola Engenharia**, 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-concreto/>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG. Dezembro de 2008. 50 p.

SANTOS, Roberto Eustáquio. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão do sistema construtivo concreto armado e da construção de sua hegemonia**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. Belo Horizonte, 2008. 327f.

SOUZA, Juliana Santa Cruz. **Estudo de argamassa à base de cal e metacaulim para intervenções em revestimento das edificações históricas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2013. 228 p.

TEODORO, Sabrina Bastos. Avaliação do uso da areia de britagem na composição do concreto estrutural. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL. JUIZ DE FORA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UFJF. 2013. 65 p.

TRINDADE, Juliana Corrêa. **A influência do teor de agregados reciclados provenientes de concretos simples com diferentes resistências no comportamento ao atrito-cisalhamento**. Dissertação de mestrado- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE (UENF). CAMPOS DOS RJ. MARÇO, 2017. 140 p.

VARELA, Marcio. **Apostila de materiais de construção curso técnico em edificações ifrn / campus natal central**. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE – CAMPUS DE NATAL CENTRAL CURSO EDIFICAÇÕES. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/materiais-de-construcao/apostila-de-materiais-de-construcao-curso-tecnico> Acesso em: 03 de agosto de 2018.