

Análise da influência de diferentes tipos de capeamento em corpos-de-prova no ensaio de resistência axial

Adriano Galvão¹
Luigi Magnabosco Parisotto²
Fabiano Alexandre Nienov³

Resumo

Na realização de diversas obras da construção civil, as quais se tem um bom controle tecnológico, é realizado diversos ensaios durante a edificação. Um desses ensaios bastante utilizados é o ensaio de resistência do concreto, realizado em corpos de provas com o mesmo material usado em obra, sendo feitos em laboratório, verificando assim se a resistência atingida pelo molde é a ideal e a solicitada em projeto. Para o rompimento, após o tempo de cura, o corpo de prova é capeado, podendo ser de diferentes formas, como a retificação ruim, a retificação boa, o capeamento com o enxofre e o capeamento com o neoprene. Deste modo, pode haver alguma variação no resultado final devido ao tipo de retificação escolhido. Com isso, será desenvolvido o estudo para a verificação desta variação, se a mesma acontece nos diferentes métodos e nas diferentes classes de concreto. Para a obtenção dos resultados, foram confeccionados corpos de prova para rompimento de 14 e 28 dias, tendo os capeamentos listados anteriormente, com a realização de dois corpos de prova de cada tipo, minimizando assim os erros que podem ocorrer durante a moldagem e rompimento. Ao fim dos rompimentos, pode-se observar que a utilização da borracha de Neoprene compensa as falhas na retificação, tal como o capeamento com o enxofre também cumpre com o mesmo papel, porém com produtividade inferior.

Palavras-chave: Capeamento com enxofre. Neoprene. Retificação.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente pode-se perceber a crescente realizações de construções em nosso País e no Mundo, diante disso, obras de concreto armado ainda é o principal material da construção, o qual, deve-se ter cada vez mais um controle bastante rigoroso. Em todas as obras é essencial que sejam feitos ensaios laboratoriais afim de comprovar a qualidade do concreto, sendo um deles o ensaio de compressão axial de corpos de provas cilíndricos.

De acordo com Guerra (2010), o controle tecnológico do concreto é uma combinação entre projetista, concreteira, construtora e laboratório de controle, sendo que cada um

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: adrianogalvão.ipira@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: luigimagnabosco@gmail.com

³ Professor Doutor, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: Fabiano.nienov@unoesc.edu.br

desse faz parte do processo para que seja alcançado o objetivo. Ainda cita que a qualidade do concreto depende de várias propriedades, como cura, mistura, homogeneidade, adensamento entre outros.

Como sabemos, o laboratório de concreto, solos e asfalto da Universidade de Joaçaba-SC, presta uma gama de serviços relacionados a qualidade do concreto, em que um dos ensaios é o ensaio de compressão, onde há várias formas de preparar o corpo de prova antes do rompimento.

Para que os resultados dos rompimentos dos corpos de prova sejam seguros, precisos e confiáveis, deve-se ter cuidado com o tipo de acabamento e a forma que é feita a qual deve ser planas e lisas. Diante disso várias técnicas são usadas, como o capeamento, que consiste no revestimento dos corpos de prova com material adequado, capeamento com neoprene, uso de um material elastomérico para nivelar a superfície e a retífica, a qual remove uma fina camada do topo do cilindro deixando-o plano e liso.

Com base no que foi dito, a seguinte pesquisa tem por objetivo estudar o comportamento de diferentes tipos de capeamento, sendo a retífica boa, a retífica ruim, o capeamento com enxofre e o capeamento com neoprene em corpos de prova para ensaios de resistência em classes de concreto de 20, 30 e 40 MPa, com a cura de 14 e 28 dias. Em que dependendo dos resultados, pode-se ainda ser indicado qual é o tipo de capeamento mais indicado para cada classe de concreto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O concreto deve conter cimento, água e agregados, podendo contar também com aditivos, pigmentos, fibras e adição de minerais. Todo esse conjunto busca atender as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade requeridas pelo concreto, além de ter características aceitáveis de trabalhabilidade, lançamento e adensamento (HELENE, 2010).

Vários fatores contribuem para a resistência final do concreto, sendo que o cuidado inicia desde o recebimento e estocagem do material. No momento da concretagem se ocorrer a existência de fissuras e vazios, ocorre a perda de coesão entre os componentes diminuindo assim a resistência do concreto (GUIMARÃES, et al, 2017).

A determinação da resistência do concreto, é feita através de um ensaio destrutivo, onde o corpo de prova é submetido a uma força de compressão até que ele se rompa. A Norma Brasileira Regulamentadora 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), regulamenta como deve acontecer o ensaio, no qual consiste na preparação do concreto, moldagem, adensamento, cura úmida, nivelamento e rompimento do mesmo. Para a obtenção da resistência, é relacionada a força e a área, no qual ela atinge o seu ponto máximo, causando assim a ruptura.

Para um ensaio de compressão ter precisão, é necessário que as superfícies onde se aplicam as cargas sejam planas, paralelas, lisas e perpendiculares ao eixo longitudinal do

corpo de prova, de modo que o carregamento seja uniformemente distribuído, em que caso não for atendida essas condições, irá haver interferência no resultado BEZERRA (2007).

Segundo BEZERRA (2007), existem alguns processos mais utilizados para a regularização, sendo eles: Capeamento aderente, formando uma camada regularizadora com pó de enxofre ou pasta de argamassa de cimento, capeamento não aderente, o qual usa elastômeros ou areia confinada e por desgaste mecânico, removendo uma fina camada de ambos os lados por meio da retífica.

O enxofre apresenta algumas vantagens para uso no capeamento de corpo de prova, como o endurecimento rápido, facilidade de execução e possui boa produtividade, visto que pode ser reutilizado após o ensaio. Porém apresenta algumas desvantagens, pois dependendo da maneira que é extraído e descartado pode agredir o meio ambiente e também trazer problemas de saúde ao operador que tem contato com o produto (SOUSA, 2006).

A utilização de discos de Neoprene em ensaios à compressão de corpos de prova, segundo MARIN (2019), cresceu na última década, porém atualmente vem diminuindo o seu uso, devido a variabilidade que os ensaios vêm apresentando, o que causa uma desconfiança em relação ao resultado encontrado, esse resultado fica mais expresso em concretos com classes de resistência maior que 35 Mpa.

De acordo com THOMÉ e BRESAN (2018), quando os corpos-de-prova apresentarem uma base muito deformada, não sendo possível realizar o capeamento, deve-se utilizar a retífica por meio do desgaste mecânico como método de capeamento, método o qual que se destaca na precisão dos resultados sendo bastante confiáveis quando comparado com os demais.

Para a utilização de qualquer um dos métodos descritos anteriormente, deve ser seguido a NBR 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), a qual trata da moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como já dito, para a obtenção dos resultados será realizado a moldagem de 2 corpos-de-prova para cada tipo de capeamento e para cada classe de concreto. Para maior facilidade de trabalho, separação e análise dos resultados os mesmos foram nomeados conforme a Tabela 1, mostrada a seguir.

Tabela 1 – Nomeação Corpo de Provas.

Nomenclatura Adotada	Descrição
CP1 RB 20 MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 20 MPa – Rompimento 14 dias.
CP2 RB 20 MPa	
CP3 RB 20 MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 20 MPa – Rompimento 28 dias.
CP4 RB 20MPa	

Nomenclatura Adotada	Descrição
CP5 RB 30MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 30 MPa – Rompimento 14 dias.
CP6 RB 30 MPa	
CP7 RB 30 MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 30 MPa – Rompimento 28 dias.
CP8 RB 30 MPa	
CP9 RB 40 MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 40 MPa – Rompimento 14 dias.
CP10 RB 40 MPa	
CP11 RB 40 MPa	Corpo de Prova com Retificação Boa e Resistência de 40 MPa – Rompimento 28 dias.
CP12 RB 40 MPa	
CP13 RR 20 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 20 MPa – Rompimento 14 dias.
CP14 RR 20 MPa	
CP15 RR 20 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 20 MPa – Rompimento 28 dias.
CP16 RR 20 MPa	
CP17 RR 30 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 30 MPa – Rompimento 14 dias.
CP18 RR 30 MPa	
CP19 RR 30 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 30 MPa – Rompimento 28 dias.
CP20 RR 30 MPa	
CP21 RR 40 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 40 MPa – Rompimento 14 dias.
CP22 RR 40 MPa	
CP23 RR 40 MPa	Corpo de Prova com Retificação Ruim e Resistência de 40 MPa – Rompimento 28 dias.
CP24 RR 40 MPa	
CP25 CE 20 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 20 MPa – Rompimento 14 dias.
CP26 CE 20 MPa	
CP27 CE 20 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 20 MPa – Rompimento 28 dias.
CP28 CE 20 MPa	
CP29 CE 30 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 30 MPa – Rompimento 14 dias.
CP30 CE 30 MPa	
CP31 CE 30 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 30 MPa – Rompimento 28 dias.
CP32 CE 30 MPa	
CP33 CE 40 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 40 MPa – Rompimento 14 dias.
CP34 CE 40 MPa	
CP35 CE 40 MPa	Corpo de Prova com Capeamento de Enxofre e Resistência de 40 MPa – Rompimento 28 dias.
CP36 CE 40 MPa	
CP 37 BN 20 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 20 MPa – Rompimento 14 dias.
CP 38 BN 20 MPa	
CP 39 BN 20 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 20 MPa – Rompimento 28 dias.
CP 40 BN 20 MPa	
CP 41 BN 30 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 30 MPa – Rompimento 14 dias.
CP 42 BN 30 MPa	
CP 43 BN 30 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 30 MPa – Rompimento 28 dias.
CP 44 BN 30 MPa	

Nomenclatura Adotada	Descrição
CP 45 BN 40 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 40 MPa – Rompimento 14 dias.
CP 46 BN 40 MPa	
CP 47 BN 40 MPa	Corpo de Prova com Borracha de Neoprene e Resistência de 40 MPa – Rompimento 28 dias.
CP 48 BN 40 MPa	

Fonte: os autores.

Desta forma, a sigla "RB" significa Retificação Boa, onde o corpo de prova é planejado ficando com as suas faces totalmente planas e lisas, a sigla "RR", significa Retificação Ruim, em que o corpo de prova é previamente retificado, podendo haver pequenas excentricidades em seus planos. A sigla "CE", condiz o capeamento com o uso de pó de enxofre, o qual é diluído e aplicado nas extremidades do cilindro, tornando as suas faces totalmente planas e lisas e por fim, a sigla "BN", significa a utilização de borracha do tipo Neoprene, para que a mesma absorva as deformações causadas pelas possíveis ondulações existentes nos corpos de prova.

3.1 ORIGEM DOS MATERIAIS

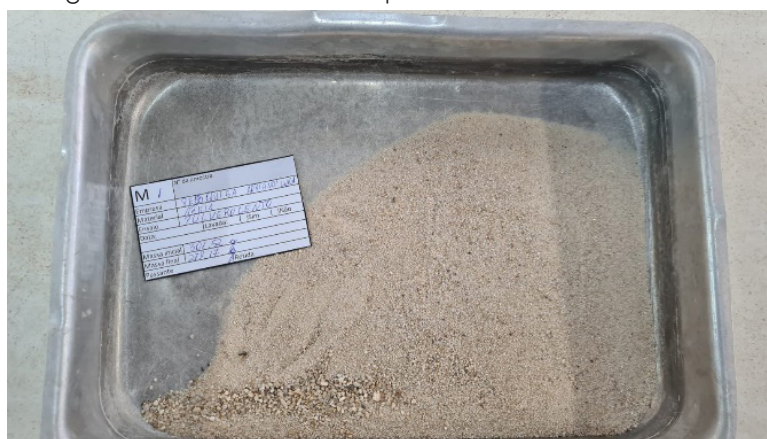
Alguns dos materiais para a realização do estudo foram comprados, como cimento CV-5 ARI de alta resistência inicial, areia média e brita nº1 e outros de maior complexidade e de difícil acesso foram fornecidos pelo laboratório, como exemplo a borracha Neoprene, o pó de enxofre e o aditivo do tipo Tec-mult 890 utilizado como plastificante e reduzindo a relação água/cimento da mistura durante a moldagem do concreto, fazendo com que a resistência aumente.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para definição do tipo do material usado, como as suas características, foram realizados alguns ensaios para a caracterização dos materiais conforme normas regulamentadoras: ensaio de granulometria (NBR NM 248, AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, 2003), teor de vazios (NM 415, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, 2019), massa unitária e índice de vazios dos agregados (NBR NM 16972; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021), teor de material pulverulento (ABNT 16973, AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DO MATERIAL FINO QUE PASSA PELA PENEIRA DE 75µm POR LAVAGEM, 2021), determinação do índice de forma com crivos (NM 424; DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, 2020).

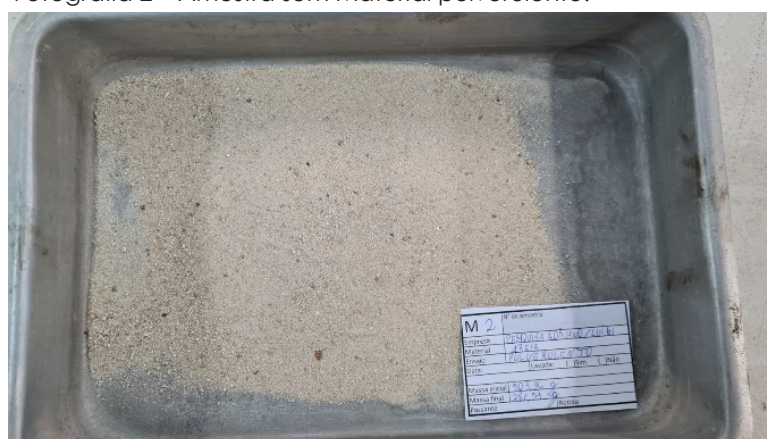
As Fotografias 1, 2 e 3, demonstram as amostras do material graúdo e miúdo utilizado para os ensaios de caracterização e também, para a moldagem e concretagem de todos os corpos de prova.

Fotografia 1 – Material Passado pela Granulometria



Fonte: os autores.

Fotografia 2 – Amostra sem Material pulverulento.



Fonte: os autores.

Fotografia 3 – Amostras de Brita para Análises.



Fonte: os autores.

3.3 DOSAGEM E CURA DO CONCRETO

Sempre com o intuito de tornar o resultado mais próximo possível da realidade da nossa região, os traços foram traçados de acordo com os indicados pelo laboratório de concreto, solo e asfalto da Universidade do Oeste de Santa Catarina, campus de Joaçaba – SC.

Desta forma, os concretos de classe de 20 MPa seguiram o seguinte traço 1:1,39: 2,11, com relação água cimento de 0,49, para os concretos com classe de 30 e MPa o traço utilizado é o 1:1,39:2,11 (cimento, areia e brita) tendo relação água/cimento de 0,46 e a utilização de aditivo entre 0,80 e 1% sobre a massa do cimento e por fim, para o concreto de 40 MPa, sendo traço utilizado para fazer os corpos-de-prova foi de 1: 1,39: 2,11, com relação água cimento 0,43 e com 1 até 1,2% de aditivo.

A Fotografia 4 demonstra os corpos de prova moldados e reservados para a secagem a temperatura ambiente pelo período de 24 horas.

Fotografia 4 – Corpos de Provas Moldados



Fonte: os autores.

Foram moldados dois corpos de prova para cada método de capeamento do corpo-de-prova, seguindo o procedimento conforme prescrito pela NBR 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). O concreto ficou moldado durante o período de 24 horas e após foram submetidos a cura úmida pelo período de 13 e 27 dias, sendo que o tanque para a cura com água teve a temperatura controlada de 24 (+/-2) °C. Para a correta cura do concreto, seguiu o que está prescrito na NBR 9479 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006). Os ensaios de rompimento foram realizados 14 e 28 dias após a moldagem.

As fotografias 5 e 6 demonstram os corpos de prova durante a sua cura úmida, submerso em tanque de água e os corpos de prova antes da preparação para rompimento.

Fotografia 5 – Corpos de Prova em Cura Úmida



Fonte: os autores.

Fotografia 6 – Corpos de Provas antes da preparação para rompimento.



Fonte: os autores.

3.3.1 TRABALHABILIDADE

Para a verificação da trabalhabilidade ou fluidez do concreto usado para a moldagem dos cilindros, o ensaio foi realizado o ensaio de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, conhecido também como slump test. Para isso, o ensaio foi realizado conforme a NBR 16889 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020). Na Fotografia 7 apresenta o ensaio de abatimento de cone, com ela é possível perceber o

quanto o concreto trabalhou quando retirado da forma. Durante os ensaios os resultados ficaram entre 10 e 11 centímetros.

Fotografia 7 – Ensaio de Abatimento de Cone



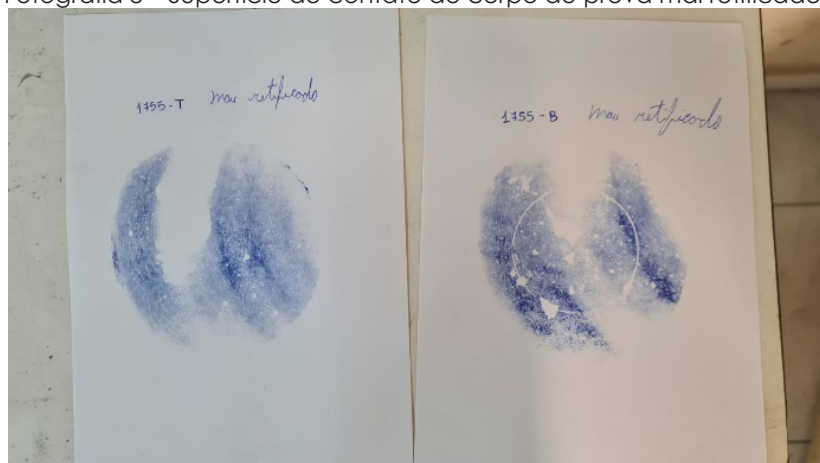
Fonte: os autores.

3.4 CAPEAMENTO E RETIFICAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Após o tempo de cura (14 e 28 dias), foi preparado os corpos de prova para o rompimento, sendo usado então para a preparação das faces dos cilindros a retificação dos mesmos, por meio da máquina da retífica existente no laboratório, pelo capeamento com o pó de enxofre ou então, pelo uso da borracha do tipo Neoprene em forma circular, ficando em contato entre a peça e a prensa. Para essa etapa seguiu-se a NBR 7680-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

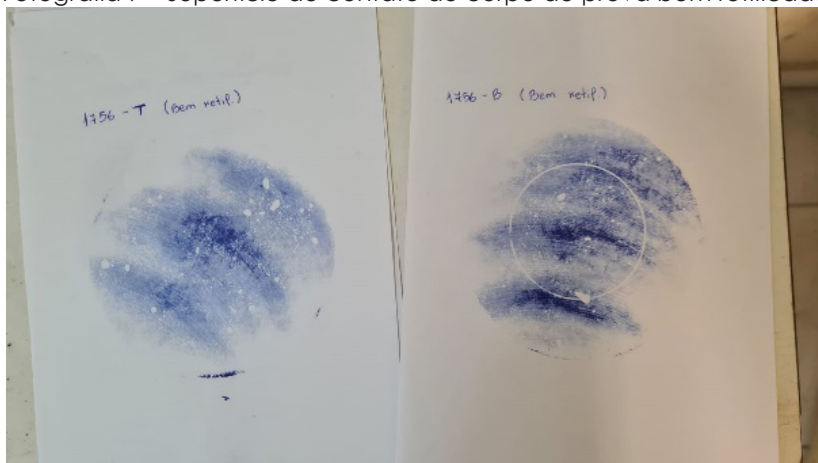
Foram realizados dois tipos de retífica, a boa e a ruim, desta forma, as fotografias 8 e 9, demonstram a superfície de contato de cada um com o carbono. É possível perceber que o corpo de prova mal retificado possui uma menor área de contato em relação ao outro. A Fotografia 10, apresenta o demonstra a retificação do corpo de prova, com a retífica manual da marca Stuhlert ano 2011 Nº 91.

Fotografia 8 – Superfície de contato do corpo de prova mal retificado



Fonte: os autores.

Fotografia 9 – Superfície de contato do corpo de prova bem retificado



Fonte: os autores.

Fotografia 10 – Processo de Retificação dos Corpos de Provas



Fonte: os autores.

3.5 ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL

Depois da preparação do cilindro, ele foi levado até a prensa da marca EMIC modelo PC200, com capacidade de carga de 2000 kN, para a verificação da resistência do concreto, para depois ser comparado os resultados dos diferentes métodos usados para o ensaio de compressão verificando se existe alguma interferência do tipo de capeamento utilizado. Essa etapa, seguiu de acordo com a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

As fotografias 11, 12 e 13 representam os rompimentos dos corpos de prova retificados, capeados com enxofre e com o uso da borracha de Neoprene, as mesmas foram realizadas durante o tempo do ensaio. A velocidade da prensa para o rompimento foi de 0,5 MPa/s.

Fotografia 11 – Rompimento do Corpo de Prova com capeamento de enxofre



Fonte: os autores.

Fotografia 12 – Rompimento do Corpo de Prova por Retifica



Fonte: os autores.

Fotografia 13 – Rompimento do Corpo com Borracha de Neoprene



Fonte: os autores.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

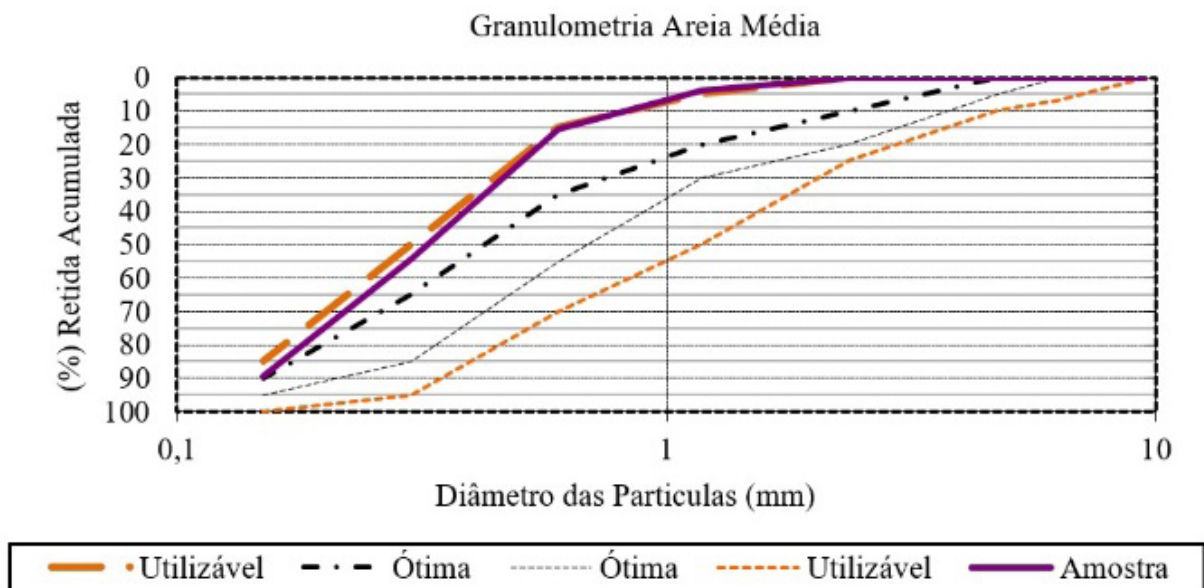
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Neste item serão apresentados os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais, os quais foram utilizados durante os ensaios para o estudo em questão. Em seguida, serão apresentados os resultados dos ensaios de rompimento obtido dos diferentes modelos de preparação de superfície para receber a carga de compressão.

4.1.1 Agregado miúdo

Para a caracterização da areia, obteve-se o teor de vazios 50,62%, material pulverulento 7,39%, módulo de finura 1,63 e dimensão máxima característica 1.18mm, se caracterizando em uma área média. O Gráfico 1, apresenta o resultado do ensaio de granulometria, podendo considerar a areia na faixa utilizável do limite superior.

Gráfico 1 – Resultado Granulometria da Areia



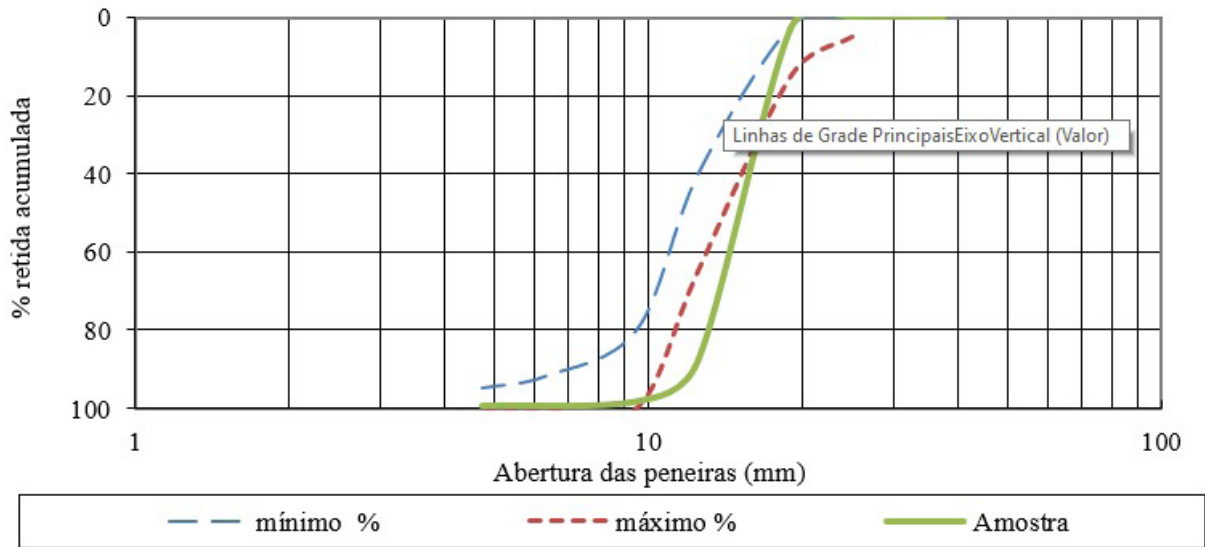
Fonte: os autores.

4.1.2 Agregado graúdo

No Gráfico 2 é possível perceber que existe um excesso de material entre 10 e 13 mm, seu módulo de finura ficou em 7,08, dimensão máxima característica 19mm, índice de forma 0,81 e a porcentagem de material pulverulento ficou em 1,20%.

Gráfico 2 – Resultado Granulometria da Brita

Zonas granulométricas para graduação - 9,5/25

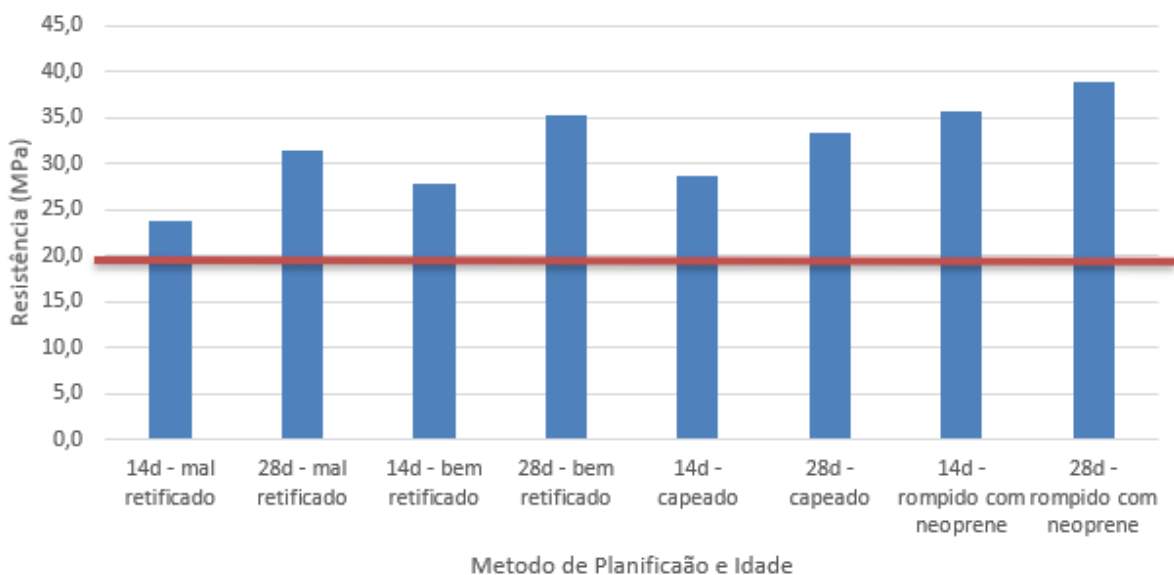


Fonte: os autores.

4.2 RESULTADO DOS ENSAIOS DE COMPRESSÃO

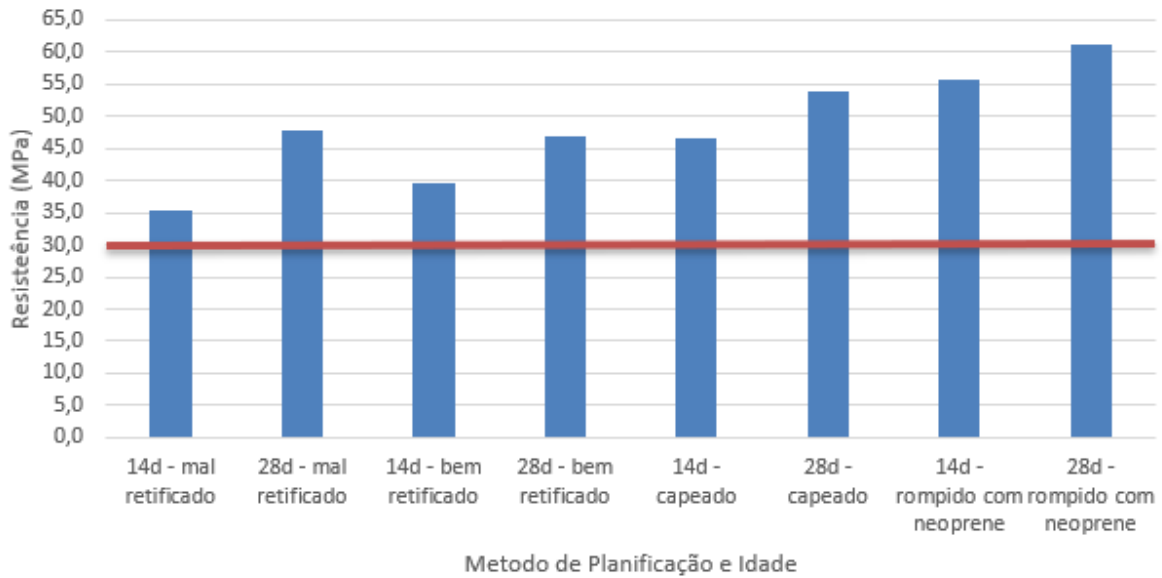
Após o período de cura dos corpos de provas e preparação dos corpos de provas, os mesmos foram submetidos ao ensaio de Compressão Simples no Laboratório de Solos e Asfalto da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOES em Joaçaba – SC. Diante disso, os valores de resistência obtidos pelos CP's, podem ser vistos a seguir nos gráficos dos resultados dos rompimento de 20, 30, 40 Mpa e no comparativo entre as idades, os quais demonstram a resistência máxima de cada corpo de prova, nos diferentes tipos de capeamento nos dois períodos de cura (14 e 28 dias).

Gráfico 3 – Resultados dos rompimentos de corpos de provas com traço de 20 MPa



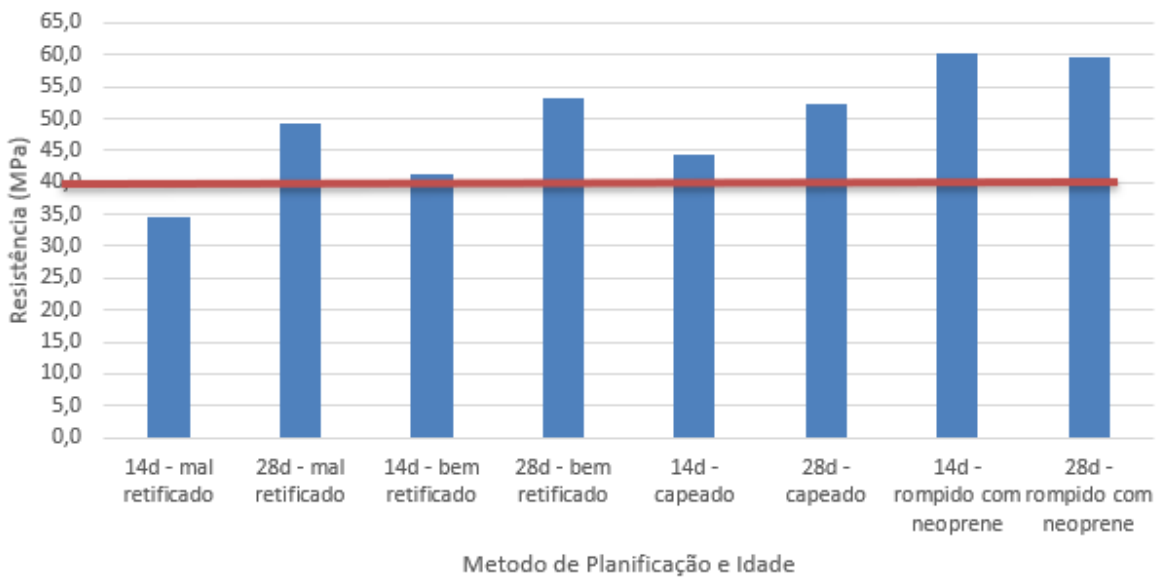
Fonte: os autores.

Gráfico 4 – Resultados dos rompimentos de corpos de provas com traço de 30 MPa



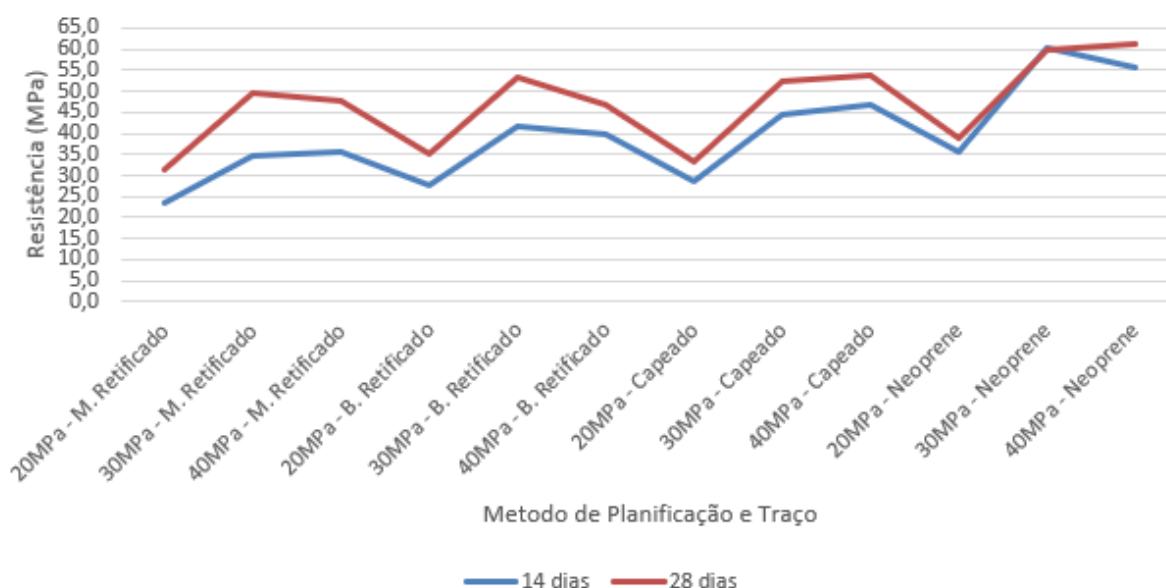
Fonte: os autores.

Gráfico 5 – Resultados dos rompimentos de corpos de provas com traço de 40 MPa



Fonte: os autores

Gráfico 6 – Comparativo entre os resultados dos rompimento de 14 e 28 dias



Fonte: os autores

Desta forma, a primeira constatação foi que os corpos de prova rompidos com a utilização da borracha de Neoprene, tiveram uma resistência superior aos demais. Essa elevação da resistência pode explicada pelo fato de que a borracha distribui melhor a carga, tendo ou não imperfeições nas bases do corpo de prova, ao romper o CP, sem a utilização do Neoprene pode haver imperfeições nos pontos de contato com a prensa, fazendo com que a carga fosse aplicada de forma heterogênea causando regiões pressão excessiva podendo romper o material antes que atinja a sua resistência de projeto, mascarando seu resultado.

Os corpos de provas que foram capeados com a utilização de enxofre, também apresentaram resistência superiores quando comparadas aos retificados, visto que a sua utilização propicia os mesmos ajustes que a utilização do Neoprene. Porém a sua produtividade é inferior quando comparado com a utilização da borracha, visto que deve haver a preparação e a aplicação do material.

Por fim, os corpos de provas retificados, apresentaram um desempenho inferior que aos demais, em virtude que o equipamento utilizado possui diversas peças móveis, as quais podem sofrer deformações. Também é necessário que a superfície de apoio do equipamento e o mesmo estejam totalmente nivelados. Diante do exposto, existem algumas variáveis que podem interferir na planificação do corpo de prova, como exemplo a velocidade que o operador executa o trabalho, caso seja excessiva o acabamento da peça pode não ficar boa causando imperfeições na mesma.

Esse estudo tem grande relevância e importância para os prestadores destes serviços e também pelas construtoras que necessitam destes resultados. Com isso, é de grande importância que sejam realizados novas pesquisas e estudos nessa área, conhecendo cada vez mais o comportamento dos materiais e métodos envolvidos no serviço.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5739 – Ensaio de Compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 7680-1 – Concreto – Execução, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1 – Resistência à Compressão Axial**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 9479 – Argamassa e Concreto – Câmaras úmidas e tanque de cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 16889 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 16972 – Agregados – Determinação de massa unitária e índice de vazios**. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 16973 – Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem**. Rio de Janeiro, 2021.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, **DNIT-ME 424 – Agregado – Determinação do Índice de Forma com Crivos**. Brasília, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR NM 248 – Agregados, Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, **DNIT-ME 415 – Agregados, teor de vazios de agregados não compactados**. Brasília, 2019.
- HELENE, Paulo. **Concreto de Cimento Portland**. São Paulo, 2010. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais*. IBRACON 2010. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc48.pdf>
- GUIMARÃES, C.T. André, et al. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, 2017. *Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento do Concreto e da Construção Civil*. IBRACON, 2017. Disponível em: <http://www.teixeiraferreira.com.br>
- SOUSA, G. Gabriela. **Influência dos procedimentos de ensaio à compressão de corpos-de-prova cilíndricos no controle de qualidade do concreto, 2006**. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30369994.pdf>
- BEZERRA C. S. Augusto. **Influência das variáveis de ensaios nos resultados de resistência à compressão de concretos, 2007**. Universidade Federal de Minas Gerais – Programa de pós-graduação em Construção Civil. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS74UPHH/1/disserta_o_augusto_cesar_da_silva_bezerra.pdf
- BRESSAN, T. Rodrigo e TOMÉ L. Felipe. **Avaliação de ensaios de compressão do concreto com diferentes tipos de capeamentos, 2018**. Anais do 16º Encontro científico cultural interinstitucional. Disponível em: https://www2.fag.edu.br/coopex/inscricao/arquivos/ecci_2018/10-10-2018--19-26-23.pdf

GUERRA, T. S. Rui. **A importância do controle tecnológico do Concreto, 2010.** Clube do Concreto – Concreto e Pré-fabricados de concreto. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2015/09/a-importancia-do-controle-tecnologico.html>

MARIN, P. Gustavo. **Estudo comparativo entre processos de preparação de topos de corpos-de-prova cilíndrico para ensaio de resistência à compressão, 2019.** Universidade do Vale do Taquari. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstreams/d6bb553d-dcb9-4bfd-8c2b-9d01159fbdf5/download>.