

DOSAGEM DE CONCRETO VERIFICANDO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO, ABATIMENTO E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO CONCRETO MASSA NA CIDADE DE CASCAVEL - PR

CAMPIOL, Lucas Wichoski¹
COMPAGNON, Paula Melissa²
BRESSAN, Rodrigo Techio³

RESUMO: Para o concreto, o fator temperatura e tempo interferem na trabalhabilidade, resistência e permeabilidade. Este estudo teve como objetivo realizar a dosagem do concreto, para, posteriormente, realizar a escolha do traço que apresentou o melhor desempenho em relação às condições mecânicas e, por fim, efetivar a análise da temperatura do bloco. Para este estudo, foi utilizado um traço piloto de 1:3:4:0,59 com a finalidade de atingir uma resistência à compressão de 40 MPa. A partir deste traço, foram confeccionadas duas variações do mesmo alterando a relação água cimento, sendo para a V1 (variação 1) 0,55 e para V2 (variação 2) 0,48. Foram moldados 18 corpos de prova, sendo seis para cada traço. Para análise da consistência e trabalhabilidade do concreto foi realizado o ensaio de abatimento, em que todas as cargas atingiram o *Slump* necessário de 14±2cm. Para verificação de resistência à compressão foram efetuados ensaios destrutivos aos 7, 28 e 63 dias, sendo que todos atingiram resistência superior aos 63 dias. A partir destes ensaios, verificou-se que a V1 (310 kg cimento/m³) atingiu a resistência no limite mínimo e a V2 (340kg cimento/m³) ultrapassou demasiadamente a resistência de 40MPa. Optou-se, então, utilizar um traço intermediário com 325kg/m³ para, assim, possuir em sua composição uma menor quantidade de cimento e, consequentemente, apresentar um calor de hidratação reduzido. Na concretagem do bloco, foram utilizados cabos termopar ligados a um termômetro para medir a temperatura do concreto em estado fresco, em que o bloco atingiu seu pico no centro, com temperatura de 54,2 °C, temperatura esta que não traz complicações à estrutura, sendo a mesma atingida devido ao uso de aditivo inibidor de pega e gelo em substituição de parte da água.

Palavras-chave: Concreto massa, abatimento, compressão, temperatura.

1. INTRODUÇÃO

Material geralmente utilizado em estruturas de grande porte, como blocos de fundações e barragens, o concreto massa é definido por um grande volume de concreto que exige precauções para que fissuras indesejadas não ocorram (COELHO, 2016).

Este tipo de concreto vem sendo utilizado com maior frequência em estruturas de grandes dimensões e que, consequentemente, necessitam de um grande volume de concreto.

¹Lucas Wichoski Campiol, do 10º Período de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: lucas.campiol@hotmail.com

²Paula Melissa Compagnon, do 10º Período de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: paulacompagnon@outlook.com

³Rodrigo Techio Bressan, Mestre Engenheiro Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR

Diante disso, a preocupação com o surgimento de patologias, como trincas e fissuras, torna-se evidente devido ao gradiente térmico, proveniente da geração de calor no interior do bloco em relação a suas extremidades. Ou seja, quanto maior a variação de temperatura, maior será a probabilidade de aparição de patologias.

Tais manifestações patológicas são evidenciadas devido ao aumento da temperatura do concreto proveniente do processo denominado calor de hidratação, que consiste no calor liberado pelo concreto através de reações químicas exotérmicas de hidratação do cimento.

Segundo Pacelli (1981), calor de hidratação é toda energia liberada em decorrência da reação exotérmica entre água e cimento, ou seja, quanto maior o volume de concreto, consequentemente maior quantidade de cimento reagindo com a água. Com isso, a quantidade de calor absorvido pelo concreto massa será maior.

De acordo com Inoue (1986), no interior de um grande volume de concreto, o calor liberado pela hidratação tem dificuldade de fluir para o exterior, podendo apresentar um aumento de temperatura relevante, devido ao fato da condutibilidade do concreto ser relativamente baixa.

Segundo Bauer (2000), o fator temperatura e tempo interferem na trabalhabilidade do concreto. O enrijecimento do concreto é influenciado pela perda de abatimento ou de trabalhabilidade em função do tempo. Já a temperatura é relacionada conforme a sua quantidade, que quanto maior a sua grandeza na mistura menor será a trabalhabilidade.

Para isso, a dosagem do concreto é um processo crucial para que exista este controle, que depende de variáveis específicas devido as suas diversas condições de uso. Este processo consiste no proporcionamento adequado e mais econômico de materiais, sendo eles o cimento, água, agregados graúdos e miúdos, adições e aditivos.

Assim, é essa proporção entre os materiais que garantirá as características fundamentais ao concreto, como resistência, durabilidade e trabalhabilidade. Se este processo não ocorre corretamente, a segurança da estrutura pode ser comprometida.

Diante do exposto, a motivação para a realização deste trabalho é devido a necessidade de um controle para correta execução da concretagem de um bloco de fundação, de aproximadamente 400 metros cúbicos de concreto e de sua variação de temperatura, na cidade de Cascavel – PR. A preocupação com o gradiente térmico deve-se ao fato de possíveis aparições de patologias, devido ao calor de hidratação do concreto massa utilizado. Tais manifestações interferem na permeabilidade, durabilidade e nas tensões internas da estrutura em questão.

Portanto, a questão a ser respondida através deste trabalho será a seguinte: O concreto utilizado na execução do bloco de fundação do Edifício *Soleil Residence*, localizado na cidade de Cascavel – PR, atendeu aos parâmetros de resistência à compressão, abatimento e variação de temperatura estabelecidos em norma?

Este estudo estará limitado a dosagem do concreto, resistência à compressão, abatimento e obtenção dos dados de temperatura do concreto massa utilizado no bloco de fundação do Edifício *Soleil Residence*, localizado na Travessa Praça Getúlio Vargas, número 83, no centro de Cascavel – PR. O bloco em questão foi selecionado devido as suas grandes dimensões e ao fato de demandar um planejamento complexo em consequência do porte da estrutura.

De acordo com as informações descritas anteriormente, este trabalho terá como objetivo geral verificar se a dosagem utilizada no concreto massa atendeu aos parâmetros de resistência à compressão, abatimento e variação de temperatura.

Para que este trabalho atinja os resultados esperados, os seguintes objetivos específicos devem ser atendidos:

- a) Dosar traços para concreto massa segundo o método experimental do IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto);
- b) Verificar a trabalhabilidade do concreto através do *slump test* estabelecido pela NBR NM 67 (ABNT, 1998);
- c) Verificar a resistência à compressão do concreto aos 63 dias por meio do ensaio de compressão estabelecido pela NBR 5739 (ABNT, 2018);
- d) Analisar a temperatura do concreto massa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Trabalhabilidade do concreto

De acordo com o ACI 116R (ACI, 1990), a trabalhabilidade do concreto é descrita como a facilidade e homogeneidade com que o concreto no estado fresco pode ser manipulado desde a mistura até o acabamento. Conforme Neville (1997), para se chegar a essa definição é necessário considerar a forma de adensamento, seja por apiloamento ou por vibração e que, segundo o autor, o componente físico mais importante da trabalhabilidade é a consistência. Esse parâmetro traduz propriedades intrínsecas da mistura fresca, uma vez que se a mesma não

apresentasse boa trabalhabilidade, o adensamento ficaria comprometido, afetando a resistência do concreto.

A temperatura e o tempo interferem na trabalhabilidade do concreto. O enrijecimento do concreto é influenciado pela perda de abatimento ou de trabalhabilidade em função do tempo. Já a temperatura é relacionada conforme a sua quantidade, que quanto maior a sua grandeza na mistura menor será a trabalhabilidade (BAUER, 2000).

Em relação à norma ASTM C 125 (ASTM, 1993), a trabalhabilidade é definida como a energia necessária para manipular o concreto no estado fresco, sem perda considerável da homogeneidade.

Para definir esta trabalhabilidade, geralmente é utilizado o método *slump test*, regido pela norma NBR NM 67 de determinação da consistência pelo abatimento do tronco do cone.

2.1.2 Resistência à Compressão

Segundo Helene e Terzian (1992), a resistência à compressão do concreto é uma propriedade que permite identificar, através de sua variação, qualquer alteração na umidade, natureza e proporção dos materiais utilizados.

Em concretos, a resistência à compressão é utilizada como parâmetro de classificação, qualidade e dimensionamento. A resistência mecânica à compressão é determinada por meio de ensaios de compressão uniaxial de corpos-de-prova.

Para a execução do ensaio de compressão, é necessário que as superfícies onde se aplicam as cargas sejam planas, paralelas, lisas e perpendiculares ao eixo longitudinal do corpo-de-prova, para que o carregamento seja uniformemente distribuído (SCANDIUZZI e ANDRIOLO, 1986; PATNAIKA e PATNAIKUNIB, 2001; LIMA e BARBOSA, 2002; MARCO, REGINATTO e JACOSKI, 2003).

Ademais, em relação à realização do ensaio, é utilizada a NBR 5738/2003, para moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos de concreto e NBR 5739/2018, para ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

2.1.3 Método de dosagem experimental IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto)

A dosagem do concreto é um processo trabalhoso que depende de variáveis específicas devido as suas diversas condições de uso. Este processo consiste no proporcionamento

adequado e mais econômico de materiais, sendo eles o cimento, água, agregados graúdos e miúdos, adições e aditivos.

De acordo com Mehta & Monteiro (2008), o estudo de dosagem do concreto envolve tanto a fundamentação científica e tecnológica, quando a parte experimental realizada em laboratório ou campo, fazendo com que este processo torne-se mais artístico que científico.

O procedimento de dosagem experimental, método IBRACON, foi proposto inicialmente por Eládio Petrucci (1965) e posteriormente modificado com contribuições de pesquisadores do IPT, Prizskulnik, Kirilos, Terzian e Tango, e da EPUSP, Helene. É um método simples que fornece resultados convenientes aos requisitos exigidos de um concreto, atendendo tanto às exigências técnicas dos projetistas estruturais, quanto às econômicas, de sustentabilidade e de produtividade dos construtores e usuários dos concretos.

Segundo Helene (2011), este método pode ser classificado como teórico-experimental, em que considera a relação a/c como o parâmetro mais importante para o concreto estrutural. Com a definição dos materiais a serem utilizados e a relação a/c , a resistência e durabilidade do concreto passam a ser únicas, sempre que seja mantida a mesma trabalhabilidade da mistura.

Neste método, ao se fixar o mesmo abatimento para diferentes quantidades de argamassa seca, pretende-se encontrar a mínima quantidade de água para obter a trabalhabilidade especificada. Assim, é otimizada a proporção entre agregados miúdos e graúdos com bases experimentais nas quais está subentendida a interferência do cimento, agregados, adições e de outros materiais utilizados (HELENE, 2011).

2.1.4 Concreto massa

Segundo o American Concrete Institute (2005), o concreto massa é qualquer volume de concreto que possua dimensões grandes o suficiente que necessitem de medidas a serem tomadas a fim de minimizar a geração de calor de hidratação e, conseqüentemente, reduzir o índice de fissuração.

Neville (1997) afirma que quando se trata de concreto massa, o maior obstáculo é a diferença de temperatura entre o interior do bloco e sua superfície externa, uma vez que a mesma é capaz de dissipar o calor com maior facilidade que o interior. E, por se tratar de concreto, por ser um elemento de baixa difusividade térmica, o calor dissipado pelo interior é insuficiente comparado com o exterior. Através disso, resultam-se deformações de origem

térmica em diferentes partes do elemento de concreto. Havendo restrição da dilatação, o resultado é tensão de compressão na parte interna e tração na externa.

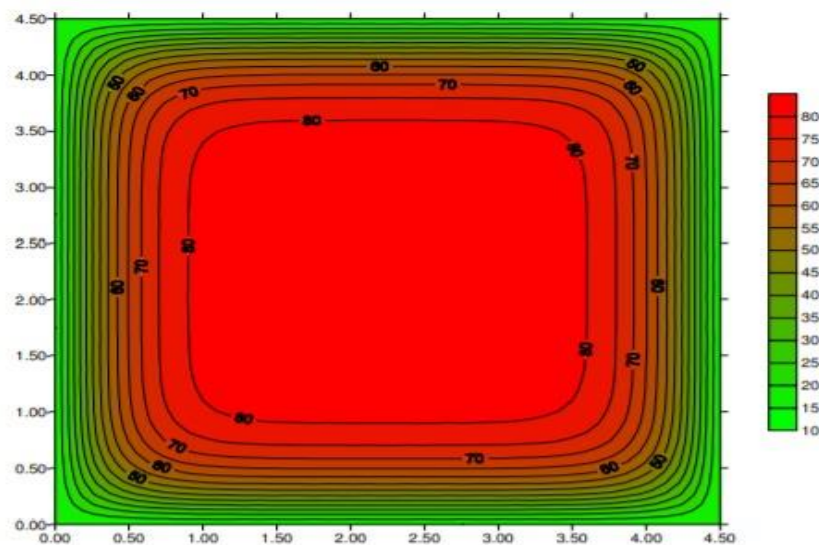
2.1.5 Calor de hidratação

Conforme Pacelli (1981), calor de hidratação é toda energia liberada em decorrência da reação exotérmica entre água e cimento, ou seja, quanto maior o volume de concreto, consequentemente maior quantidade de cimento reagindo com a água. Com isso, a quantidade de calor absorvido pelo concreto massa será maior.

De acordo com Coelho (2012), o grande volume de concreto influencia no aumento da temperatura em seu interior devido à liberação de calor na hidratação do cimento, influenciando diretamente no surgimento de fissuras indesejadas na estrutura.

Gambale (2009) representa graficamente os valores de temperatura em diversos pontos de uma estrutura de concreto, como demonstrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1: Gráfico de temperatura em uma peça de concreto



Fonte: Gambale (2009).

Segundo George Inoue (1986), no interior de um grande volume de concreto, o calor liberado pela hidratação tem dificuldade de fluir para o exterior, podendo apresentar um aumento de temperatura relevante, devido ao fato da condutibilidade do concreto ser relativamente baixa.

2.1.6 Gradiente de temperatura

Conforme Coelho (2012), gradiente de temperatura é a diferença entre as temperaturas em que o concreto está sujeito, uma vez que é um dos principais motivos de preocupação com estruturas de concreto massa. Além disso, afirma que quanto maior o seu valor, maior a probabilidade de aparições de patologias, como trincas e fissuras.

Inoue (1986) relata que a geração de calor em um bloco de concreto tem como consequência um gradiente de temperatura em relação aos bordos externos, que provoca o surgimento de tensões de tração, que por sua vez podem ser maiores que a resistência à tração do concreto, induzindo a formação de manifestações patológicas.

Townsend (1981) afirma que o controle desta temperatura é de extrema importância, uma vez que as fissuras não influenciam somente na questão estética, mas também na permeabilidade, durabilidade e tensões internas das estruturas.

Segundo Neville e Brooks (2012), recomenda-se que os gradientes de temperatura do elemento moldado não ultrapassem 25°C, a fim de evitar fissurações.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

O presente trabalho refere-se a uma análise realizada em laboratório e em campo, com a definição da dosagem do concreto, verificação da resistência à compressão, abatimento e seguinte obtenção dos dados de temperatura de um bloco de fundação de concreto massa (Figura 2) no Edifício *Soleil Residence*, localizado no centro da cidade de Cascavel, Paraná.

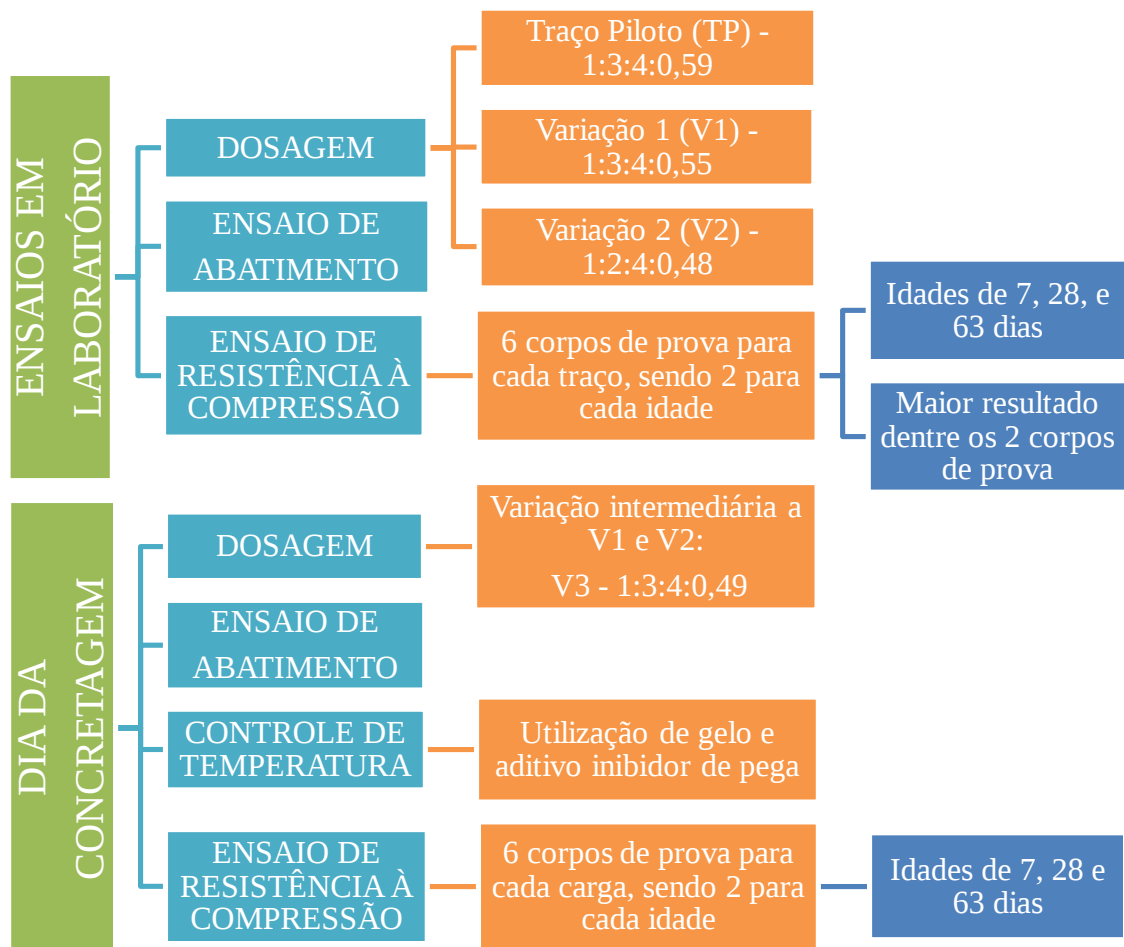
Figura 2: Bloco de fundação



Fonte Autor (2021).

A pesquisa foi realizada por meio do método de campo, devido ao fato de haver a necessidade da análise dos dados no momento em que o processo executivo estaria ocorrendo e, assim, correlacionar com as revisões bibliográficas referentes. Após a coleta de dados, foi verificado se a dosagem utilizada na confecção do concreto havia sido eficiente, ou seja, se o concreto atingiu abatimento, resistência à compressão e temperatura solicitados. A sequência executiva encontra-se no Organograma 1.

Organograma 1: Sequência executiva



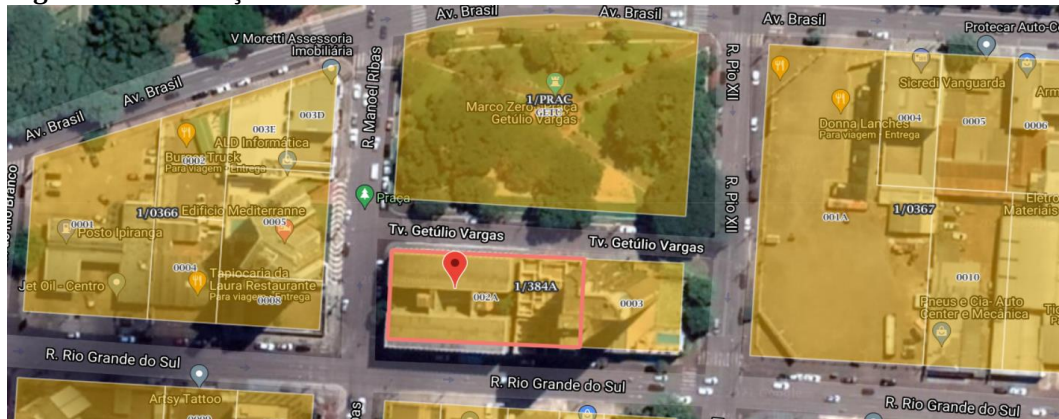
Fonte: Autor (2021).

3.2 Caracterização da amostra

O estudo foi realizado no Edifício *Soleil Residence*, localizado no centro da cidade de Cascavel, Paraná, como representado na Figura 3. O edifício contará com apartamentos de área privativa de 320 m². O residencial será constituído por uma piscina externa, integrada a um

playground, salão de festas e *grill*. Além disso, irá dispor de usina fotovoltaica para captação de energia solar para as áreas comuns e infraestrutura para abastecimento de carros elétricos.

Figura 3: Localização do edifício



Fonte: Geocascavel (2021).

3.3 Descrição dos materiais utilizados

3.3.1 Cimento

O cimento empregado nos traços foi o Cimento Portland Pozolânico, resistente a Sulfatos, conhecido por CP IV – 32 RS. Este tipo de cimento possui, em sua composição, 15 a 20% de pozolana e foi o escolhido devido ao seu baixo calor de hidratação, o que o torna bastante recomendável na concretagem de grandes volumes e sob temperaturas elevadas.

3.3.2 Agregado miúdo

Para os traços confeccionados, foi utilizado como agregado miúdo a areia natural média, que possui sua caracterização a partir de um ensaio de composição granulométrica, sendo este descrito na NBR NM 248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003). Diante disso, a composição granulométrica obtida com os ensaios está apresentada no Anexo 1.

3.3.3 Agregado graúdo

Como agregado graúdo, foi utilizado brita 0 e brita 1, fornecidas por uma pedreira na região de Cascavel – PR. Para a caracterização das britas, também foi realizado um ensaio de composição granulométrica, seguindo as prescrições da NBR NM 248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003). A composição granulométrica obtida com os ensaios está apresentada no Anexo 2.

3.3.4 Água

A água utilizada para os ensaios foi fornecida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

3.3.5 Gelo

O gelo utilizado para controle de temperatura do bloco em questão foi fornecido por uma empresa da região.

3.3.6 Aditivos

Um dos aditivos utilizados foi o *Centrament Retard Control 200*, que controla a hidratação do cimento, além de controlar a geração de calor de hidratação em concretos com alto consumo de cimento. O outro aditivo empregado foi o *Muraplast FK 330*, que é um aditivo plastificante de pega normal, que tem como objetivo reduzir a quantidade de água a ser utilizada na mistura, promovendo dispersão das partículas de cimento. O *MC-PowerFlow 1180* também foi utilizado, por ser um aditivo superplastificante, que possui a finalidade de aumentar a trabalhabilidade do concreto. Todos os aditivos apresentados são da marca MC Bauchemie.

3.3.7 Traço Piloto (TP)

Foi utilizado um traço que havia sido empregado em um bloco de fundação no município de Toledo – PR, que necessitava atingir resistência de 30 MPa. Para isso, neste traço foram

utilizados 280 kg/m³ de cimento CPIV - 32 RS, 465 kg/m³ de brita 0 VSI, 698 kg/m³ de brita 1 VSI, 837 kg/m³ de areia natural média, 66l/m³ de água e 80 kg/m³ de gelo.

3.3.8 Variações do traço piloto

Diante deste traço piloto, que foi adaptado com os materiais da cidade de Cascavel – PR, foram confeccionados 2 (duas) variações deste mesmo traço segundo o método do IBRACON, para que as necessidades de projeto da estrutura em questão fossem atendidas, sendo para este bloco uma resistência de 40 MPa aos 63 dias.

O traço piloto utilizado é de 1:3:4, com relação água cimento 0,59. A proporção de materiais utilizados para as variações V1 e V2, está representada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição de materiais

Traço	Unitário	Cimento (Kg)	Areia Média (Kg)	Brita 0 (Kg)	Brita 1 (Kg)	Água (Kg)	Aditivo Plastificante (%)	Aditivo Inibidor de Pega (%)
TP	1:3:4:0,59	280	850	464	706	165	0,55	0,15
V1	1:3:4:0,55	310	810	460	700	170	0,55	0,15
V2	1:2:4:0,48	340	810	242	948	162	0,55	0,15

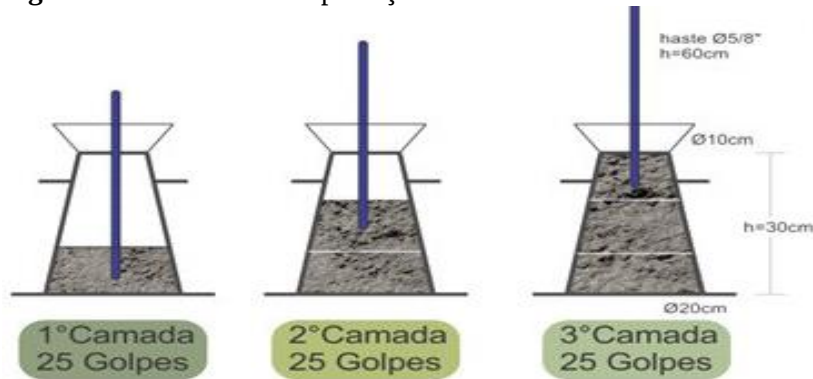
Fonte: Autor (2021).

3.3.9 Ensaio de Abatimento

O *Slump Test* ou ensaio de abatimento, analisa a consistência do concreto a fim de conferir a trabalhabilidade e verificar se o concreto poderá ser utilizado para concretar determinada peça na obra.

Segundo as recomendações da NBR NM 67 (1998), primeiramente deve-se umedecer o molde e a placa de base e colocar o molde sobre a mesma. Durante o preenchimento do molde com o concreto, os pés foram posicionados sobre suas aletas, de forma a mantê-lo estável. Posteriormente, o molde foi preenchido rapidamente com o concreto em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do cone. Cada camada foi compactada com 25 golpes da haste de socamento, distribuídos uniformemente, conforme a Figura 4.

Figura 4: Processo de compactação do concreto



Fonte: Autor (2021).

Após o processo de compactação, realizou-se a limpeza da placa de base e foi retirado o molde levantando-o na direção vertical, numa duração entre 5 e 10 segundos, com movimento constante.

Imediatamente, após a retirada do molde, foi medido o abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura média do corpo-de-prova desmoldado, como apresentado na Figura 5.

Figura 5: Medição do abatimento do concreto



Fonte: Autor (2021).

O abatimento do corpo-de-prova durante o ensaio deve ser expresso em milímetros, arredondando aos 5 mm mais próximos.

3.3.10 Moldagem e cura dos corpos-de-prova

Para a realização do ensaio foram confeccionados 18 corpos-de-prova cilíndricos, sendo 6 para cada traço, os quais foram submetidos ao ensaio de compressão axial nas idades de 7, 28 e 63 dias.

Para a moldagem destes corpos-de-prova, foram seguidas as recomendações da NBR 5738 - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova (ABNT, 2015), em que determina suas dimensões básicas, sendo utilizados neste ensaio moldes com diâmetro de 10cm e altura de 20cm.

Seguindo o que está prescrito nesta mesma norma, os moldes foram untados internamente com óleo mineral, a fim de facilitar o desmolde e colocados sobre uma base nivelada, próximo ao local em que serão armazenados nas primeiras 24 horas.

Para a moldagem, o concreto foi inserido em camadas de alturas aproximadas, através de uma concha, totalizando duas, segundo a classificação em relação ao resultado do ensaio de abatimento. Além disso, deve ser distribuído uniformemente dentro da forma.

Para cada camada foi realizado o adensamento do concreto através de golpes com uma haste de aço. O número de golpes efetuados está associado ao diâmetro do corpo de prova, que neste caso é de 10 cm. Dessa forma, seguindo as recomendações da NBR 5738 (ABNT, 2015), para o adensamento deste concreto, foram necessários 12 golpes. Com a finalização deste processo, a norma especifica que a superfície do topo dos corpos de prova sejam alisadas com colher de pedreiro, como demonstrado na Figura 6.

Figura 6: Superfície do corpo-de-prova alisada



Fonte: Autor (2021).

Após o período de 24 horas, os corpos-de-prova foram desmoldados e identificados com etiquetas. Em seguida, foram levados para a câmara úmida, com temperatura em torno de 23°C e umidade superior a 95%, para o processo de cura, onde ficaram até atingir as idades (7, 28 e 63 dias) de rompimento, conforme a Figura 7.

Figura 7: Corpos-de-prova na câmara úmida



Fonte: Autor (2021).

Com a idade atingida, os corpos-de-prova foram retirados desta câmara e levados até a retificadora para a realização de capeamento, para assim serem rompidos na prensa hidráulica.

3.3.11 Ensaio de compressão axial dos corpos-de-prova

Para o ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, foi utilizada a NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, que determina este processo de execução. A mesma estabelece que os corpos-de-prova devem ser mantidos em processo de cura úmida até a idade de ensaio, as quais foram determinadas em 7, 28 e 63 dias.

Para o rompimento dos corpos-de-prova as amostras foram posicionadas na prensa hidráulica da maneira em que foram moldadas (topo e base), sendo centralizadas no prato inferior, com auxílio do círculo concêntrico de referência, como apresentado na Figura 8.

Figura 8: Corpo-de-prova na prensa hidráulica



Fonte: Autor (2021).

A velocidade de carregamento foi de 0,40 MPa/s, sendo a carga de ensaio aplicada sem interrupções. A partir do momento em que o corpo de prova rompeu, o carregamento foi imediatamente cessado.

3.3.12 Controle de temperatura

Em relação à temperatura, a coleta de dados foi realizada através de cabos termopar, que foram inseridos em diversos pontos do bloco, conforme a Figura 9.

Figura 9: Cabos termopar (cabos amarelos) inseridos no bloco



Fonte: Autor (2021).

Diante disso, eles enviaram os valores de temperatura para o Termômetro Digital Portátil de 4 canais, modelo TH-096, os quais foram armazenados em um cartão de memória e, simultaneamente, enviados para um aplicativo em que foi possível acompanhar em tempo real a temperatura, conforme a Figura 10.

Figura 10: Termômetro digital



Fonte: Autor (2021).

Os dados foram coletados a cada minuto a partir do início da concretagem. O leitor referido encontrava-se ligado a um *nobreak* caso ocorresse uma queda de energia, uma vez que o mesmo suporta o termômetro digital portátil durante 12 horas em funcionamento. Todos os dados foram convertidos para uma planilha no *Excel* e, assim, foi realizado um gráfico retratando a variação de temperatura do concreto em cada ponto do bloco.

3.3.13 Análise dos dados

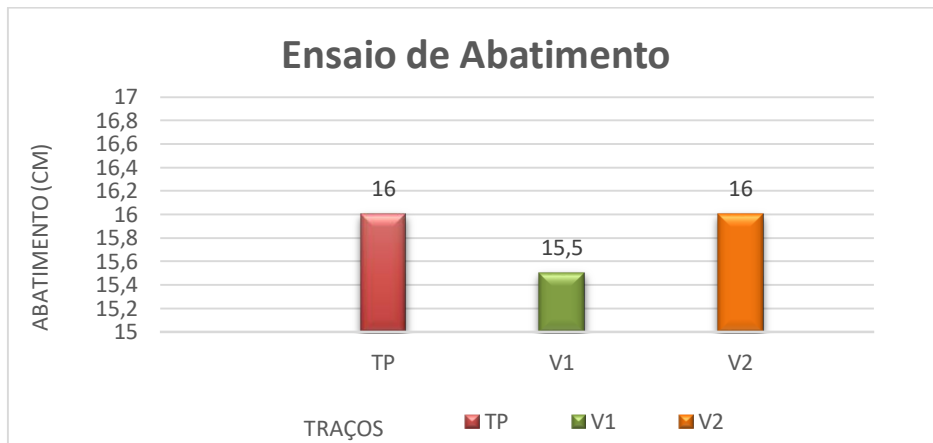
Após a obtenção dos resultados com os ensaios de abatimento do concreto, resistência à compressão e temperatura, os dados foram submetidos à análise com o auxílio do *Excel*. A partir daí, foi analisado se os resultados esperados foram alcançados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 *Slump Test*

Tratando-se do ensaio de abatimento, os resultados obtidos para o traço piloto e as duas variações do mesmo estão representados na Figura 11.

Figura 11: Resultados do ensaio de abatimento



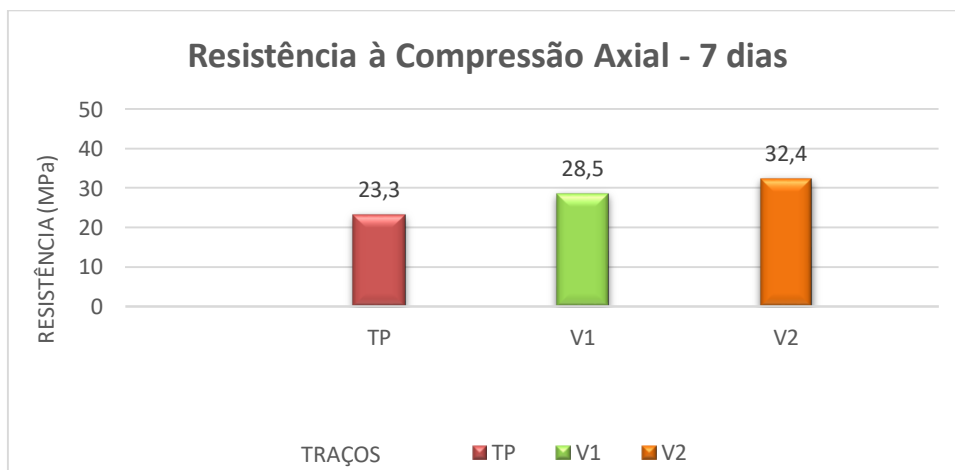
Fonte: Autor (2021).

Conforme apresentado no gráfico acima, as variações de abatimento entre o traço piloto e suas variações V1 e V2 foram pequenas, porém em todos os casos apresentaram resultados adequados mediante ao desejado, de 14 ± 2 cm.

4.2 Ensaio de resistência à compressão

A partir da realização do ensaio de resistência à compressão, em que os corpos-de-prova foram submetidos a um carregamento até a sua ruptura em uma prensa hidráulica, foram rompidos dois corpos-de-prova para cada variação de traço nas idades de 7, 28 e 63 dias, sendo considerado o maior resultado entre os dois corpos-de-prova. Os resultados atingidos para cada traço na idade de 7 dias foram representados na Figura 12.

Figura 12: Resultados de resistência à compressão aos 7 dias



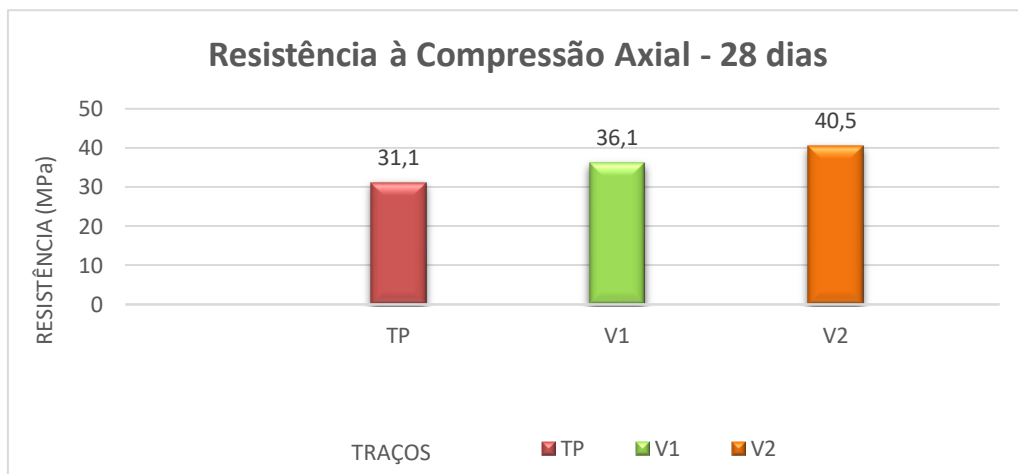
Fonte: Autor (2021).

Dessa forma, pôde-se analisar que o para o rompimento na idade de 7 dias, tanto o traço piloto ajustado com os materiais utilizados na cidade de Cascavel – PR, quanto suas variações, não atingiram a resistência necessária de 40MPa.

Entretanto, levando em consideração a curva de crescimento do cimento CP IV 32 RS a resistência atingida pelos traços V1 e V2 foi satisfatória, pois ambas atingiram 60% da resistência final de 40MPa que é esperada com 63 dias.

Em relação à resistência à compressão para cada traço aos 28 dias, pôde-se constatar que o traço piloto e o traço V1 não atingiram 40 MPa, enquanto que a V2 atingiu a resistência desejada, como foram representados na Figura 13.

Figura 13: Resultados de resistência à compressão aos 28 dias

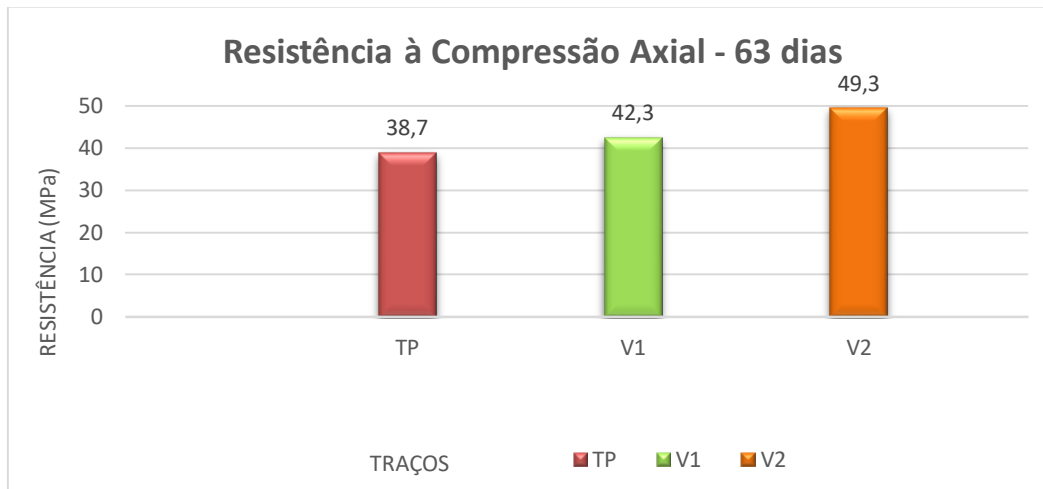


Fonte: Autor (2021).

Assim, mesmo o TP e a V1 não atingindo a resistência de 40 MPa aos 28 dias, a resistência alcançada atingiu 90% da resistência final desejada, a qual espera ser atingida aos 63 dias.

A partir dos resultados de compressão axial obtidos aos 63 dias, é possível observar que a resistência esperada de 40 MPa não foi atingida pelo traço piloto, em contrapartida, os traços V1 e V2 ultrapassaram a resistência pretendida, chegando a 42,3 e 49,3MPa respectivamente, como demonstrado na Figura 14.

Figura 14: Resultados de resistência à compressão aos 63 dias



Fonte: Autor (2021).

Com a obtenção desses dados, pôde-se verificar que ambos os traços poderiam ser empregados na confecção do bloco de fundação do edifício em questão, em que o mais adequado seria o traço V1, devido ao fato de ter em sua composição uma menor quantidade de cimento e, conseqüentemente, apresentaria um calor de hidratação reduzido.

Entretanto, foi desenvolvido um traço intermediário a V1 e V2, uma vez que a resistência de V1 apresentou-se muito próxima ao limite e de V2 demasiadamente superior ao necessário. Diante disso, ficou definido então a utilização do traço V3, o qual possui sua proporção de materiais demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Proporção de materiais traço V3

Traço	Unitário	Cimento (Kg)	Areia Média (Kg)	Brita 0 (Kg)	Brita 1 (Kg)	Água (Kg)	Aditivo Plastificante (%)	Aditivo Inibidor de Pega (%)
V3	1:3:4:0,49	325	835	275	920	160	0,55	0,15

Fonte: Autor (2021).

4.3 Concretagem do bloco

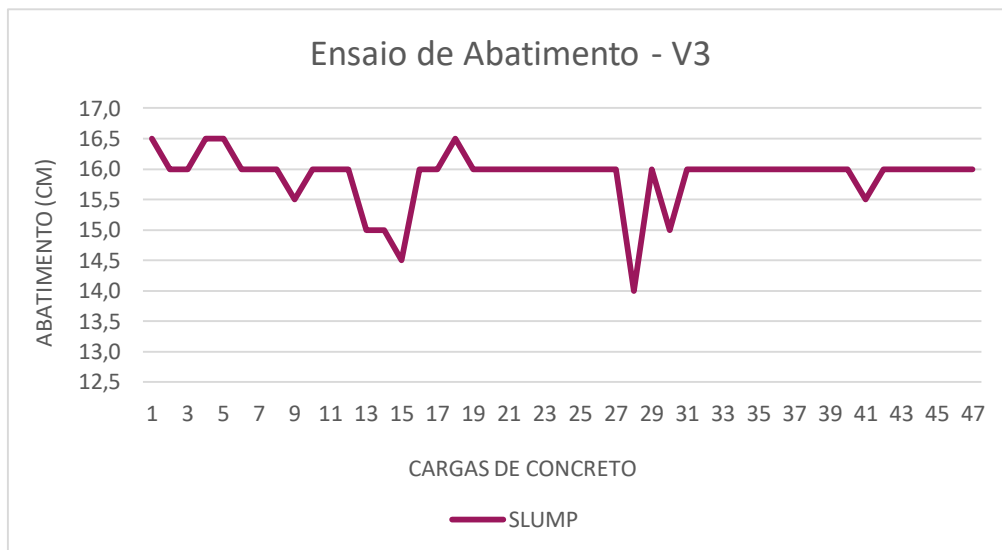
No dia da concretagem, utilizando o traço V3, foi substituído de 50 a 80 kg de água por gelo, a fim de diminuir a temperatura inicial, assim diminuindo o pico de temperatura ao fim das reações de calor de hidratação, uma vez que o objetivo era lançar o concreto a uma

temperatura de 21 °C. Essa quantidade de gelo variou em função do horário do dia, devido ao fato de no início da concretagem, às 06:05 da manhã, os agregados ainda estavam ‘frios’ e com o decorrer do dia sua temperatura foi aumentando devido à radiação solar.

Para que isso ocorresse, logo após o carregamento do caminhão, a temperatura do concreto foi controlada e mantida entre 14 e 16 °C, com o intuito de que quando chegasse na obra estivesse próxima aos 21 °C.

Ao chegar na obra, foi verificado o abatimento do concreto por meio do ensaio de Slump Test, caso o concreto não estivesse nos parâmetros estabelecidos de 14 ± 2 cm, era adicionado aditivo superplastificante. A partir da confirmação de que estava com o abatimento necessário, o concreto era liberado para ser bombeado até o bloco. Os abatimentos de todas as 47 cargas de concreto podem ser verificados na Figura 15.

Figura 15: Resultados do ensaio de abatimento para a variação 3

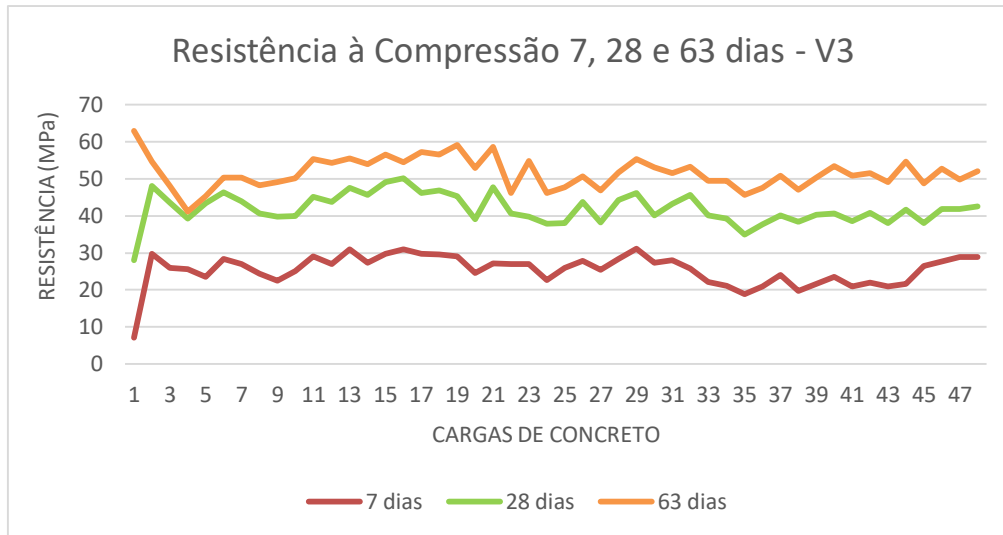


Fonte: Autor (2021).

Durante o processo de concretagem, foram retiradas algumas amostras de concreto para realizar a moldagem dos corpos-de-prova, totalizando 6 por carga, destinados 2 para cada idade. Os corpos-de-prova foram moldados em obra, os quais permaneceram durante 2 dias. Após o recolhimento dos mesmos, eles foram levados até a central de concretagem para assim serem desmoldados e levados à câmara úmida, onde ficaram até atingirem as idades de 7, 28 e 63 dias.

Com a idade alcançada, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial, em que as resistências atingidas, sendo em todas as 47 cargas acima de 40 MPa, estão representados na Figura 16.

Figura 16: Resultados de resistência à compressão para a variação 3

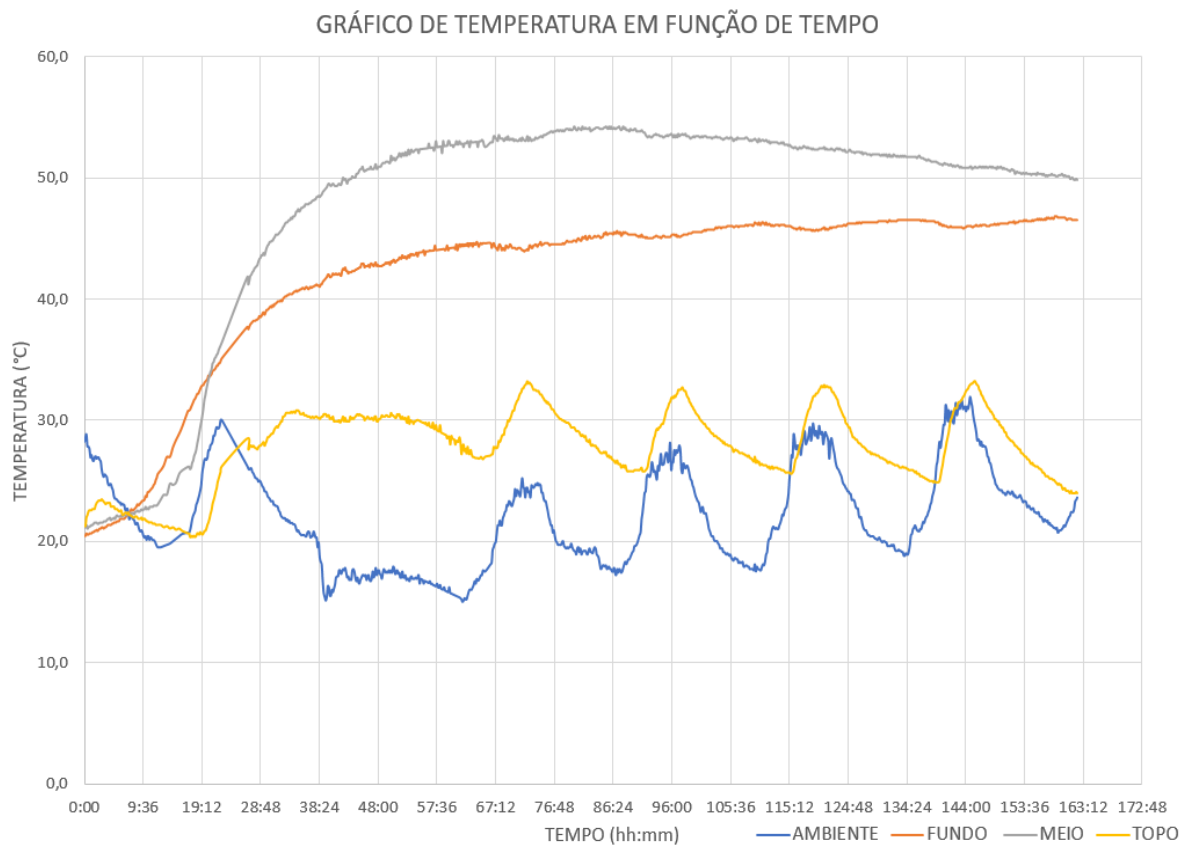


Fonte: Autor (2021).

4.4 Controle de Temperatura

No bloco foram instalados cabos termopar em três pontos, sendo um próximo ao fundo, um no centro e um próximo à superfície. Estes cabos estavam conectados a um termômetro que interpretava os dados e os salvava em um cartão de memória e, simultaneamente, os enviava a um notebook. Dando sequência a este processo, os dados foram enviados para um aplicativo em que foi possível acompanhar a temperatura dos três pontos, além da temperatura ambiente em tempo real. Esta leitura está representada na Figura 17.

Figura 17: Dados de temperatura coletados



Fonte: Autor (2021).

A partir desse gráfico, pôde-se analisar que o pico de temperatura alcançado foi no ponto central do bloco, em que atingiu 54,2 °C, não sendo prejudicial à estrutura. Dessa forma, vale ressaltar que a utilização do cimento CPIV 32 RS devido ao seu baixo calor de hidratação, juntamente com o uso de gelo e do aditivo inibidor de pega para diminuir a temperatura inicial do concreto, influenciaram neste controle de temperatura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar se a dosagem utilizada no concreto massa atendeu aos parâmetros de resistência à compressão, abatimento e variação de temperatura de um bloco de fundação, de aproximadamente 400 metros cúbicos de concreto, na cidade de Cascavel – PR.

O ensaio de abatimento ou *Slump Test*, apresentou-se satisfatório tanto para o traço piloto utilizado, quanto para suas variações confeccionadas, sendo seu resultado desejado de 14 ± 2 cm.

Em relação aos ensaios de compressão axial, aos 7 dias de idade, o traço piloto e as variações V1 e V2 não atingiram a resistência necessária de 40 MPa. Já aos 28 dias, pôde-se evidenciar ainda que o traço piloto e o traço V1 não atingiram a resistência, enquanto que a V2 alcançou a resistência desejada. Por fim, aos 63 dias de idade, com exceção do traço piloto, todas as variações do mesmo atingiram a resistência de 40 MPa.

A partir da análise de todos os resultados, foi desenvolvido um traço intermediário a V1 e V2, no qual foi utilizado um menor consumo de cimento/m³ de concreto, a fim de diminuir as reações de calor de hidratação e, conseqüentemente, reduzir a probabilidade de surgimento de manifestações patológicas. Diante disso, ficou definido, então, a utilização do traço V3 para a concretagem do bloco de fundação.

No que se refere à temperatura, durante a concretagem do bloco, foram utilizados cabos termopar ligados a um termômetro para medir a temperatura do concreto em estado fresco, em que o bloco atingiu seu pico no centro, com temperatura de 54,2 °C, temperatura esta que não traz complicações a estrutura. Esta temperatura final é decorrente da utilização do aditivo inibidor de pega e, também, da substituição de 50 a 80 kg de água por gelo para o controle da mesma, uma vez que esses materiais influenciam na temperatura e no calor de hidratação e, conseqüentemente, se não fossem utilizados a temperatura poderia prejudicar a estrutura.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 207 – 05. Guidetomass concrete, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5739:Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 12817: Concreto endurecido – Determinação do calor específico – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2012. 11 p.

_____. **NBR 12818: Concreto – Determinação da difusividade térmica – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 12819: Concreto e Argamassa – Determinação da elevação adiabática da temperatura – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2012. 4 p.

_____. **NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

CASCUDO, O. **Avaliação e diagnóstico do quadro de fissuras de origem térmica por calor de hidratação, em blocos de concreto armado de edifício de múltiplos pavimentos.** Goiânia, Escola de Engenharia Civil da UFG, 2014. \Relatório Técnico\

COELHO, N. de A. **Um estudo numérico do efeito térmico em concreto massa.** Distrito Federal, 2012. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. UnB.

COELHO, N.A.; PEDROSO, L.J.; RÊGO, J.H.S; NEPOMUCENO, A.A; **Influência das propriedades térmicas do concreto massa na análise da temperatura em estruturas de grandes dimensões.** 10 th World Congress on Computational Mechanics, Blucher Mechanical Engineering Proceedings, v. 01, 2014. p. 1969-1981.

COELHO, N. A.; **Métodos analíticos e numéricos para o estudo dos efeitos termomecânicos no concreto massa orientados às barragens de gravidade.** Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil. Publicação E.TD-007A/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 275p.

DESCHNER, F. LOTHENBACH, B. WINNEFELD, F. NEUBAUER, J. **Effect of temperature on the hydration of Portland cement blended with siliceous fly ash.** Cement and concrete research, n. 52, p. 169 - 181, 2013.

FURNAS. **Concretos: massa, estrutural, projetado e compactado com rolo – ensaios e propriedades.** In: PACELLI, W. (Ed.) Concretos massa, estrutural, projetado e compactado com rolo. São Paulo: PINI, 1997.

GAMBALE E.A. **Análise Estatística dos Parâmetros que intervêm no Fenômeno Térmico do Concreto Massa.** IBRACON, 52º Congresso Brasileiro do Concreto, Fortaleza, Ceará, 2010.

GAMBALE, E.A.; BITTENCOURT, R.M.; **Análise do Fenômeno Térmico em Concreto com cimento Portland Branco.** IBRACON, 50º Congresso Brasileiro do Concreto, Salvador, Bahia, 2008.

GAMBALE, E. A.; ANDRADE, M. A. A.; BITTENCOURT, R. M.; SANTOS, S. B. **Avaliação de resultados do ensaio de elevação adiabática do concreto massa com base em um novo calorímetro.** IBRACON, 46º Congresso Brasileiro de Concreto, Florianópolis, Santa Catarina, 2004.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. R. **Manual de dosagem e controle do concreto.** Brasília: PINI, 1992.

HELENE, P.R.L. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland.** PhD. São Paulo: IBRACON, 2011.

INOUE, G.; **Medidas Preventivas de Controle de Temperatura que Induz Fissuração no Concreto Massa.** Boletim Técnico Nº 7; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP; São Paulo: 1986.

LIMA, R. C. A. **Investigação do comportamento de concretos em temperaturas elevadas.** 2005. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

MEHTA, K.P.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** São Paulo: IBRACON, 2008. MONTEIRO, P. J. M.; HELENE, P.; KANG, S. **Designing Concrete Mixtures for Strength, Elastic Modulus and Fracture Energy.** Materials and Structures, v. 26, 1993.

MEHTA, K.; MONTEIRO, P. **Concreto – Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2ª edição. IBRACON. São Paulo/SP, 2014.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1997.

PIASECKI, A.; **Influência da composição do concreto massa na elevação de temperatura e na resistência à compressão.** Monografia de Engenharia. 2019.

SCANDIUZZI, L.; ANDRIOLO, F. R. **Concreto e seus materiais: propriedades e ensaios.** São Paulo: Pini, 1986.

TAYLOR, H.F.W; FAMY, C.; SCRIVENER, K.L. **Delayed ettringite formation.** Cement and Concrete Research. 2001.

TOWNSEND, C. L.; **Control of Cracking in Mass Concrete Structures.** Monografia de Engenharia. The United States: Bureau of Reclamation, 1981.

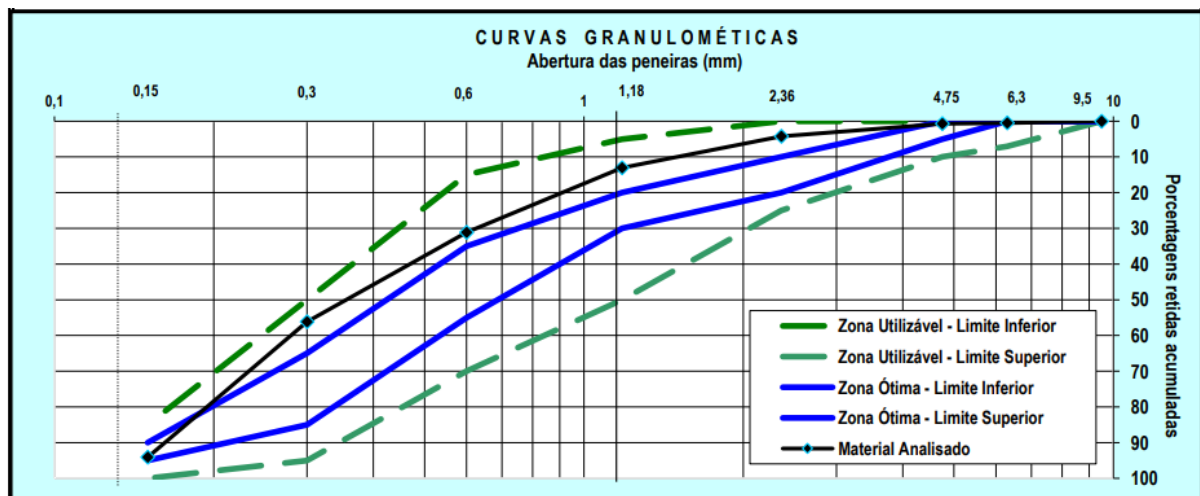
Anexo 1: Granulometria do agregado miúdo (areia média)

								Coleta:		06/07/2020			
		Interessado:		Lucas Wichoski Campiol e Paula Melissa Compagnon						Entrada:		06/07/2020	
		Procedência:		Mineração Maracaju, Guaira, PR						Registro:		06/07/2020	
		Referência:		Caracterização de Agregado Miúdo - Areia									

REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FISICOS DO AGREGADO MIUDO											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Data:		1)GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO - NBR NM 248:2003									
Abertura da malha das peneiras (mm)	a) massa inicial seca (gr) = 500,6				(Vr)	(Mrm)	(Mra)	Faixas em relação as % retidas acumuladas			
	b) massa inicial seca (gr) = 500,5				Massa retida	Massa retida	Massa retida	Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Mrg) Massa retida (gr)		Mr%) Massa retida (%)		Variações	média	acumulada	Zona	Zona	Zona	Zona
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b	± 4 %	(%)	(%)	Utilizável	Ótima	Utilizável	Ótima
9,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	0
6,3	2,5	2,3	0,5%	0,5%	0,0%	0,5%	0,5%	0	0	0	7
4,75	0,8	1,6	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,7%	0	0	5	10
2,36	16,4	18,4	3,3%	3,7%	0,4%	3,5%	4,2%	0	10	20	25
1,18	44,6	44,0	8,9%	8,8%	0,1%	8,9%	13,1%	5	20	30	50
0,6	93,6	87,4	18,7%	17,5%	1,2%	18,1%	31,1%	15	35	55	70
0,3	123,5	127,1	24,7%	25,4%	0,7%	25,0%	56,2%	50	65	85	95
0,15	190,1	189,2	38,0%	37,8%	0,1%	37,9%	94,1%	85	90	95	100
Fundo	29,0	30,0	5,8%	6,0%	0,2%	5,9%	100,0%	100	100	100	100
Mt) Total Σ	500,5	500,0	Módulo de Finura = 1,99					Diâmetro máximo = 2,36			
Mt = (Σ de Mrg) Mr% = (Mrg / Mt) *100 Vr = (Mr% ensaio a - Mr% ensaio b) Mrm = (Mr% ensaio a + Mr% ensaio b)/2 Mra = (Σ Mrm Massa retida média)											
Módulo finura = Σ % retidas acumuladas, nas peneiras da série normal / 100 D. máximo = abertura da peneira na qual apresenta % retida acumulada ≤ 5%											

		Interessado:						Coleta:			
		Procedência:						Entrada:			
		Referência:		Caracterização de Agregado Miúdo - Areia				Registro:			
Resumo da análise granulométrica do agregado miúdo											
Abertura das Peneiras (mm)	Massa retida (%)		Variação das % retidas <= 4 %	Média das massas retidas (%)	Massa retida acumulada (%)	Faixas em relação as % retidas acumuladas					
	Ensaio nº 1	Ensaio nº 2				Limites Inferiores		Limites Superiores			
						Zona Utilizável	Zona Ótima	Zona Utilizável	Zona Ótima		
9,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	0		
6,3	0,5%	0,5%	0,0%	0,5%	0,5%	0	0	0	7		
4,75	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,7%	0	0	5	10		
2,36	3,3%	3,7%	0,4%	3,5%	4,2%	0	10	20	25		
1,18	8,9%	8,8%	0,1%	8,9%	13,1%	5	20	30	50		
0,6	18,7%	17,5%	1,2%	18,1%	31,1%	15	35	55	70		
0,3	24,7%	25,4%	0,7%	25,0%	56,2%	50	65	85	95		
0,15	38,0%	37,8%	0,1%	37,9%	94,1%	85	90	95	100		
Fundo	5,8%	6,0%	0,2%	Módulo de finura =	1,99	Dimensão máxima característica (mm)=			2,36		



Anexo 2: Granulometria do agregado graúdo (brita 0 e brita 1)

Interessado:	Lucas Wichoski Campiol e Paula Melissa Compagnon	Coleta:	06/07/2020
Procedência:	Pedreira Trevo, Cascavel, PR	Entrada:	06/07/2020
Referência:	Caracterização de Agregado Graúdo - Brita 1	Registro:	06/07/2020

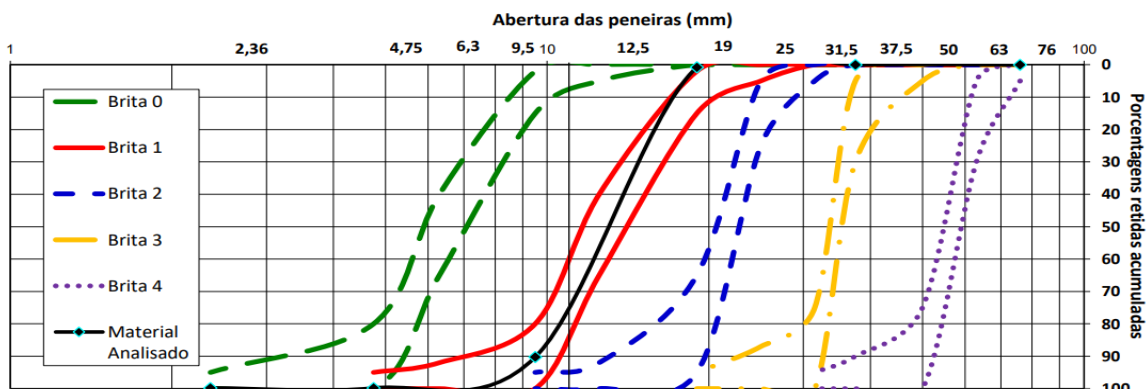
REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS DE AGREGADO GRAÚDO PARA CONCRETO

Data:	1) COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO GRAUDO - NBR NM 248:2003												
a) Massa inicial seca (kg) = 2,000					b) Massa inicial seca (kg) = 2,001				Faixas em relação as porcentagens retidas acumuladas				
Abertura das Peneiras (mm)	Mrg) Massa retida (gramas)		Mr%) Massa retida (Porcentagem)		(Vr) Massa retida	(Mrm) Massa retida	(Mra) Massa retida						
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b	variação ± 4 %	média (%)	acumulada (%)	Brita 4,75 / 12,5 N° 0	Brita 9,5 / 25 N° 1	Brita 19 / 31,5 N° 2	Brita 25 / 50 N° 3	Brita 37,5 / 75 N° 4	
75	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%					0 - 5	
63	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%					5 - 30	
50	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				0 - 5	75 - 100	
37,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				5 - 30	90 - 100	
31,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0 - 5	75 - 100	95 - 100	
25	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0 - 5	5 - 25	87 - 100		
19	12,1	19,5	0,6%	1,0%	0,4%	0,8%	0,8%		2 - 15	65 - 95	95 - 100		
12,5	1.006,1	1.181,1	50,4%	59,0%	8,7%	54,7%	55,5%	0 - 5	40 - 65	92 - 100			
9,5	730,8	659,8	36,6%	33,0%	3,6%	34,8%	90,3%	2 - 15	80 - 100	92 - 100			
6,3	237,8	137,0	11,9%	6,8%	5,1%	9,4%	99,6%	40 - 65	92 - 100	95 - 100			
4,75	5,3	1,0	0,3%	0,0%	0,2%	0,2%	99,8%	80 - 100	95 - 100				
2,36	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%	95 - 100					
1,18	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%						
0,6	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%						
0,3	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%						
0,15	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%						
Fundo	6,1	2,5	0,3%	0,1%	0,2%	0,2%	100,0%	Diâmetro Máximo = abertura da peneira % retida acumulada ≤ 5 %					
Mt) Total	1.998,2	2.000,9	D. máx. = 19		Módulo de Finura = 6,90			Mód. Finura = (S % retida acumulada nas peneiras normais) / 100					
Mt = (S de Mrg) [Mr% = (Mrg / Mt) * 100] [Vr = (Mr% ensaio a - Mr% ensaio b)] [Mrm = (Mr% ensaio a + Mr% ensaio b) / 2] [Mra = S Mrm Massa retida média]													

Interessado:		Coleta:	
Procedência:		Entrada:	
Referência:	Caracterização de Agregado Graúdo - Brita	Registro:	

RESUMO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO GRAÚDO (NBR NM 248:2003)

Abertura das Peneiras (mm)	Massa retida (%)		Variação das % retidas ≤ 4 %	Media das massas retidas (%)	Massa retida acumulada (%)	Faixas em relação as porcentagens retidas acumuladas				
	Ensaio nº 1	Ensaio nº 2				Brita 4,75 / 12,5 N° 0	Brita 9,5 / 25 N° 1	Brita 19 / 31,5 N° 2	Brita 25 / 50 N° 3	Brita 37,5 / 75 N° 4
75	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%					0 - 5
63	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%					5 - 30
50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				0 - 5	75 - 100
37,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				5 - 30	90 - 100
31,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0 - 5	75 - 100	95 - 100
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0 - 5	5 - 25	87 - 100	
19	0,6%	1,0%	0,4%	0,8%	0,8%		2 - 15	65 - 95	95 - 100	
12,5	50,4%	59,0%	8,7%	54,7%	55,5%	0 - 5	40 - 65	92 - 100		
9,5	36,6%	33,0%	3,6%	34,8%	90,3%	2 - 15	80 - 100	92 - 100		
6,3	11,9%	6,8%	5,1%	9,4%	99,6%	40 - 65	92 - 100	95 - 100		
4,75	0,3%	0,0%	0,2%	0,2%	99,8%	80 - 100	95 - 100			
2,36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,8%	95 - 100				
Fundo	0,3%	0,1%	0,2%	Módulo de Finura = 6,90		Dimensão máxima característica (mm) = 19				





**CENTRO
UNIVERSITÁRIO**



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

**LUCAS WICHOSKI CAMPIOL
PAULA MELISSA COMPAGNON**

**DOSAGEM DE CONCRETO VERIFICANDO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO,
ABATIMENTO E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO CONCRETO MASSA NA
CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor **Engenheiro Civil Mestre Rodrigo Techio Bressan**.

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof. **Engenheiro Civil Mestre Rodrigo Techio Bressan**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil

Professora **Engenheira Civil Mestre Débora Felten**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil

Professora **Engenheira Civil Especialista Chirley Taina Kaul**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil

Cascavel, 20 de Novembro de 2021.