

PAULA TROIAN

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA RESISTÊNCIA À
COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO
MOLDADOS EM OBRA SITUADA EM PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero

Porto Alegre

Junho 2017

PAULA TROIAN

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA RESISTÊNCIA À
COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO
MOLDADOS EM OBRA SITUADA EM PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2017

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Angela Borges Masuero (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Rafael Mascolo (UNIVATES)
MSc. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, Sérgio e Odete, que sempre me apoiaram e compartilharam deste sonho de ser Engenheira Civil pela UFRGS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Profa. Angela Borges Masuero, orientadora deste trabalho, pela orientação, correções e incentivos na elaboração deste trabalho.

Agradeço à toda a equipe de engenharia da construtora envolvida neste trabalho pelo compartilhamento dos dados e apoio para esta realização.

Agradeço aos meus pais, Sérgio e Odete, e aos meus irmãos Edson e Diego, pelo incentivo e apoio incondicional para superar todos os desafios, pelo suporte e pela compreensão ao longo de todos os anos da graduação.

Agradeço ao meu namorado, Marcos Antônio, por sempre me incentivar a atingir meus objetivos, pelo carinho, pela compreensão e por todas as palavras de apoio.

Agradeço aos amigos, principalmente a Eduarda Furini e Maura Prior Roldo, pelo apoio e companheirismo ao longo de toda a graduação.

Agradeço todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigado.

O segredo é não correr atrás das borboletas...
É cuidar do jardim para que elas venham até você.

Mario Quintana

RESUMO

A produção de concreto com finalidade estrutural é uma das atividades mais importantes da construção civil e necessita de conhecimento tecnológico e controle de produção e verificação para atentes aos requisitos estabelecidos pelas normas técnicas. Neste âmbito, a resistência mecânica à compressão axial do concreto é o principal parâmetro de controle e seus resultados tem gerado discussões e controvérsias. As preocupações tratadas nestas discussões são relacionadas ao atendimento da resistência característica definida em projeto, análises de não-conformidade, e análises da variabilidade dos resultados, muitas vezes decorrente da falta de controle no processo de produção do concreto ou das operações de ensaio. Neste trabalho, foram realizadas verificações segundo os critérios das principais normas brasileiras, e foi estudada a variabilidade existente nos resultados dos ensaios de resistência à compressão axial do concreto usinado fornecido por três diferentes empresas e avaliados por laboratórios distintos para uma mesma obra. Com base nos dados coletados e análises realizadas pode-se concluir que as três empresas fornecedoras de concreto atendem às especificações de resistência característica de projeto. No entanto, através da análise de variâncias (ANOVA), constatou-se que há diferença significativa entre os resultados do concreto fornecido pelas três concreteiras para as idades de 14 horas e 7 dias de ensaio. Para os ensaios realizados aos 28 dias da concretagem, não foi encontrada diferença significativa entre fornecedores.

Palavras-chave: Controle Estatístico do Concreto. Controle Tecnológico do Concreto. Resistência à compressão do concreto. Variabilidade da Resistência à Compressão do Concreto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama esquemático do delineamento da pesquisa	17
Figura 2 – Diagrama de blocos que esquematicamente situa o controle da resistência à compressão dentro da problemática mais ampla de controle tecnológico das estruturas de concreto	20
Figura 3 – Relação entre a resistência e a relação água/cimento do concreto	23
Figura 4 - Resistência à compressão do concreto através do controle tecnológico do concreto	29
Figura 5 – Armaduras instaladas para as paredes a serem concretadas no local	42
Figura 6 – Fôrma de alumínio para concretagem de paredes em obra	42
Figura 7 – Resumo das empresas envolvidas: fornecedor/laboratório	43
Figura 8 – ciclo de concretagem de estrutura com a utilização de um jogo de fôrma de alumínio com 4 apartamentos por pavimento	44
Figura 9 – prensa modelo EMIC PCE 100 C similar a utilizada pelo laboratório A	46
Figura 10 – Tanque para cura imersa utilizado pelo laboratório B	47
Figura 11 - Prensa utilizada pelo laboratório B	47
Figura 12 - Procedimento utilizado para a o rompimento dos corpos de prova a partir das 14 horas da concretagem	48
Figura 13 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas às 14 horas	52
Figura 14 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas aos 7 dias	52
Figura 15 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas aos 28 dias	53
Figura 16 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A às 14 horas	54
Figura 17 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A aos 7 dias	55
Figura 18 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A aos 28 dias	55
Figura 19 – Análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do o Fornecedor A / Laboratório A	56
Figura 20 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor A / Laboratório A	57
Figura 21 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor A / Laboratório A	58
Figura 22 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A às 14 horas	59

Figura 23 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A aos 7 dias	59
Figura 24 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A aos 28 dias	60
Figura 25 - Análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor B / Laboratório A	61
Figura 26 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor B / Laboratório A	62
Figura 27 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor B / Laboratório A	62
Figura 28 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B às 14 horas	63
Figura 29 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B aos 7 dias	64
Figura 30 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B aos 28 dias	65
Figura 31 - Análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor C / Laboratório B aos 28 dias	65
Figura 32 - Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor C / Laboratório B	66
Figura 33 - Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor C / Laboratório B	66
Figura 34 – Níveis de classificação dos coeficientes de variação segundo a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007)	67
Figura 35 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor A / Laboratório A para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias	68
Figura 36 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor B / Laboratório A para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias	69
Figura 37 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor C / Laboratório B para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição dos cimentos Portland	24
Quadro 2 – Variabilidade da resistência à compressão para três diferentes marcas – CP IV 32 RS	25
Quadro 3 – Resistências à compressão média e coeficientes de variação para os diferentes tipos de cimento Portland por período para diferentes idades	26
Quadro 4 – Valores máximos para formação de lotes ^a	30
Quadro 5 – Coeficientes de variação cv	34
Quadro 6 – Fatores relacionados aos procedimentos de ensaio que influenciam o resultado da resistência à compressão do concreto	38
Quadro 7 – Especificação de projeto do concreto	45
Quadro 8 – Principais fatores que influenciam o resultado da resistência à compressão	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente d_2	34
Tabela 2 – Tolerância de tempo para cada idade de ensaio	36
Tabela 3 – Resumo das características do controle realizado do concreto	49
Tabela 4 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios-padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios às 14 horas	50
Tabela 5 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios-padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios aos 7 dias	51
Tabela 6 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios aos 28 dias	51
Tabela 7 – Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios às 14 horas	70
Tabela 8 – Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios aos 7 dias	71
Tabela 9 – Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios aos 28 dias	71
Tabela 10 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados às 14 horas	74
Tabela 11 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 7 dias	74
Tabela 12 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 28 dias	74
Tabela 13 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados às 14 horas	75
Tabela 14 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 7 dias .	75
Tabela 15 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 14 dia	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES	15
2.1 A QUESTÃO DA PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS.....	15
2.3 DELIMITAÇÕES	15
2.4 LIMITAÇÕES	15
2.5 HIPÓTESE	16
2.6 DELINEAMENTO	16
3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	18
3.1 CONCRETO ASPECTOS GERAIS	18
3.2 PARÂMETROS DE CONTROLE	19
3.2.1 Resistência à compressão axial	21
3.2.1.1 Relação água cimento	22
3.2.1.2 Cimento Portland	23
3.2.1.3 Agregados	27
3.2.1.4 Operações de ensaio e controle tecnológico	28
3.2.1.4.1 Formação de lotes e amostragem	30
3.2.1.4.2 Controle estatístico	31
3.2.1.4.3 Moldagem e cura	35
3.2.1.4.4 Ensaio	35
3.2.1.4.5 Influência das operações de ensaio nos resultados de resistência à compressão	36
3.2.2 Concreto no estado Fresco	39
4 ESTUDO DA VARIABILIDADE DOS VALORES DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	41
4.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A OBRA	41
4.2 RECEBIMENTO E CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	45
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
5.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA A E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO A	53
5.1.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015	55
5.1.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão	56

5.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA B E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO A	58
5.2.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015	60
5.2.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão	61
5.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA C E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO B	63
5.3.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015	64
5.3.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão	65
5.4 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DE DESEMPENHO DOS ENSAIOS CONFORME A NBR 5739/2007	67
5.5 COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ENTRE OS TRÊS FORNECEDORES ATRAVÉS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIAS	73
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	77
APENDICE A	79
APENDICE B	100

1 INTRODUÇÃO

O concreto de cimento Portland é um dos materiais mais utilizados e pesquisados atualmente. “Seja na condição de concreto armado ou simples, seja na análise estrutural ou no processo de produção[...]. Estas pesquisas têm gerado uma gama muito grande de conhecimento e novas tecnologias aplicadas à produção de estruturas em concreto armado” (PILZ, 2005, p. 14).

Mesmo com a utilização do concreto em larga escala e avanços tecnológicos adquiridos nos últimos tempos, tem se observado uma grande variabilidade nos resultados de resistência à compressão axial de concretos com as mesmas especificações produzidos por diferentes usinas concreteiras, ou até mesmo diferenças entre os resultados de dois corpos de prova irmãos. Por vezes, muitas concreteiras brasileiras estão entregando materiais que não estariam atingindo a resistência característica à compressão exigida nos projetos estruturais. Diretamente a responsabilidade recai sobre as fornecedoras do material, que são encarregados de selecionar os materiais, dosar e entregar para o cliente um concreto de acordo com o requerido. No entanto, as falhas podem ocorrer também em etapas do processo de controle tecnológico, como a falta de cuidados na moldagem dos corpos de prova, calibração dos equipamentos, capacitação de pessoal, entre outros aspectos que comprometem a qualidade da avaliação da resistência do concreto e a credibilidade dos laboratórios (FARIA 2009).

Tendo em vista a problemática exposta e a grande importância da resistência à compressão axial do concreto, este trabalho estuda através de revisão bibliográfica os fatores que influenciam na resistência no concreto usinado e que geram variabilidade nos resultados de resistência à compressão. Além disso, este trabalho também apresenta análises segundo as principais normas brasileiras de controle tecnológico do concreto e uma análise estatística através de dados de resistência à compressão coletados em uma obra situada em Porto Alegre.

No capítulo seguinte, são apresentadas as diretrizes do trabalho, com destaque aos objetivos, delimitações, limitações e delineamento da pesquisa. O capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto, com ênfase nos fatores que influenciam e geram variabilidade na resistência à compressão axial do concreto de cimento Portland.

Após a revisão bibliográfica, o capítulo 4 aborda o estudo de variabilidade da resistência à compressão do concreto. Inicialmente, apresenta informações gerais sobre a obra, o processo construtivo e as empresas envolvidas no trabalho. Por fim, o capítulo 4 também apresenta as características do concreto e dos procedimentos do controle tecnológico do concreto utilizados na realização deste trabalho.

O capítulo 5 apresenta os resultados e as análises realizadas, através da descrição dos dados coletados, análises segundo as principais normas brasileiras vigentes para controle tecnológico do concreto e análise comparativa de variância pelo método ANOVA. Por fim, no capítulo 6 são feitas as considerações finais deste trabalho.

2 DIRETRIZES

As diretrizes da pesquisa estão subdivididas em questão da pesquisa, objetivos, delimitações, limitações, hipótese e delineamento e são descritas a seguir.

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

Com a realização deste trabalho se busca responder a seguinte questão de pesquisa: existe variabilidade estatística nos valores de resistência à compressão do concreto usinado fornecido por empresas diferentes e avaliados por laboratórios distintos para uma mesma obra?

2.2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é a verificação da conformidade e variabilidade dos valores de resistência à compressão do concreto usinado e bombeado fornecido por três diferentes fornecedores e avaliados por laboratórios distintos para uma mesma obra de Porto Alegre.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a analisar os resultados de ensaios de resistência à compressão de concreto de um mesmo nível de resistência fornecido por três concreteiras para uma mesma obra.

2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) os resultados dos ensaios de resistência à compressão foram coletados diretamente com a equipe de obra, através dos laudos realizados pelas empresas de controle tecnológico;

- b) não conhecimento de todas as operações de ensaio dos laboratórios A e B;
- c) os lotes são compostos por apenas dois corpos de prova.

2.5 HIPÓTESE

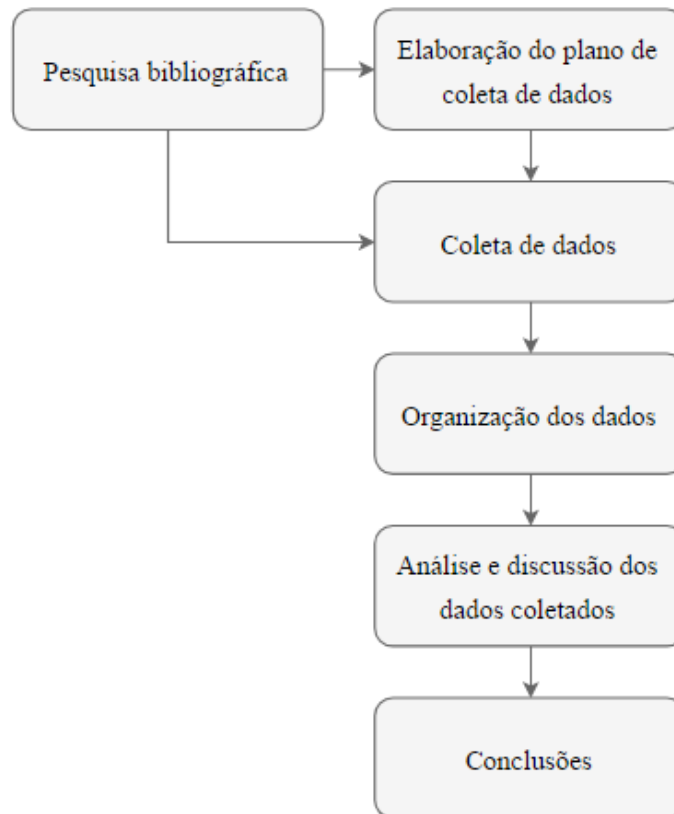
Tem-se por hipótese que existe variabilidade nos resultados de resistência à compressão do concreto de uma determinada obra avaliados por laboratórios distintos e que tenha concretos fornecidos por diferentes empresas.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas representadas na figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração do plano de coleta de dados;
- c) coleta de dados;
- d) organização dos dados coletados;
- e) análise e discussão dos dados coletados;
- f) conclusões.

Figura 1 – Diagrama esquemático do delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

Inicialmente foi realizada uma **pesquisa bibliográfica** afim de fortalecer e obter todos os conceitos fundamentais referentes ao assunto estudado, como também buscar informações que auxiliassem a aperfeiçoar a coleta e a análise de dados. Posteriormente, na etapa de **elaboração do plano de coleta de dados** foram definidos os critérios, as exigências e o planejamento da etapa seguinte.

A **coleta de dados** foi realizada diretamente com a equipe de obra através dos laudos de resistência à compressão do concreto e entrevistas sobre os procedimentos empregados nos processos de concretagem e controle tecnológico. Na sequência foi realizada a **organização dos dados coletados** com a transcrição dos dados dos laudos para as planilhas que viabilizaram a etapa seguinte de análise dos dados. Na **etapa de análise** foi feito o controle estatístico do concreto e as verificações de variabilidade, bem como a **discussão dos dados coletados** que possibilitou a **conclusão** a respeito da qualidade do concreto e dos ensaios realizados pelas empresas envolvidos na pesquisa.

3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

Este capítulo tem por objetivo apresentar a revisão bibliográfica sobre o tema proposto com ênfase no controle tecnológico do concreto e nos fatores influenciam e geram variabilidade nos resultados de resistência à compressão.

3.1 CONCRETO: ASPECTOS GERAIS

O concreto de cimento Portland é o material de construção civil mais importante da atualidade. Sua descoberta aconteceu no fim do século XIX e a sua intensa utilização no século XX o transformou no material mais utilizados no mundo, atrás apenas da água (HELENE; ANDRADE, 2010, p. 905). Para Mehta e Monteiro (1998, p. 2-5), o concreto é utilizado em larga escala por possuir excelente resistência à água, pela facilidade na execução de elementos estruturais de diversas formas e tamanhos além de ser um material barato e de fácil disponibilidade nos canteiros de obra.

O concreto de cimento Portland é essencialmente constituído por cimento, água, agregados e eventualmente aditivos, pigmentos, adições minerais, fibra e agregados minerais. Na mistura do concreto, o cimento, em conjunto com água reagem e com o passar do tempo a mistura endurece e desenvolve resistência mecânica capaz de torna-lo um material com ótimo desempenho estrutural (HELENE; ANDRADE, 2010, p. 905).

Neville (2013, p. 3) cita que um concreto pode ser definido como bom se tiver comportamento satisfatório em seu estado seu estado fresco (durante o transporte, lançamento e adensamento) e endurecido. A principal característica exigida no estado endurecido é resistência à compressão, uma propriedade fácil de ser mensurada e que se relaciona com outras propriedades do concreto, como: durabilidade, impermeabilidade, resistência ao impacto, entre outras. Quanto às exigências no estado fresco o concreto deve ter consistência que admita o adensamento por meios disponíveis no canteiro de obras, além de coesão que permita que a mistura seja transportada, lançada e adensada sem segregar. Petrucci (1998, p. 3-4) destaca que o tipo e a uniformidade dos materiais selecionados para compor a mistura, o proporcionamento

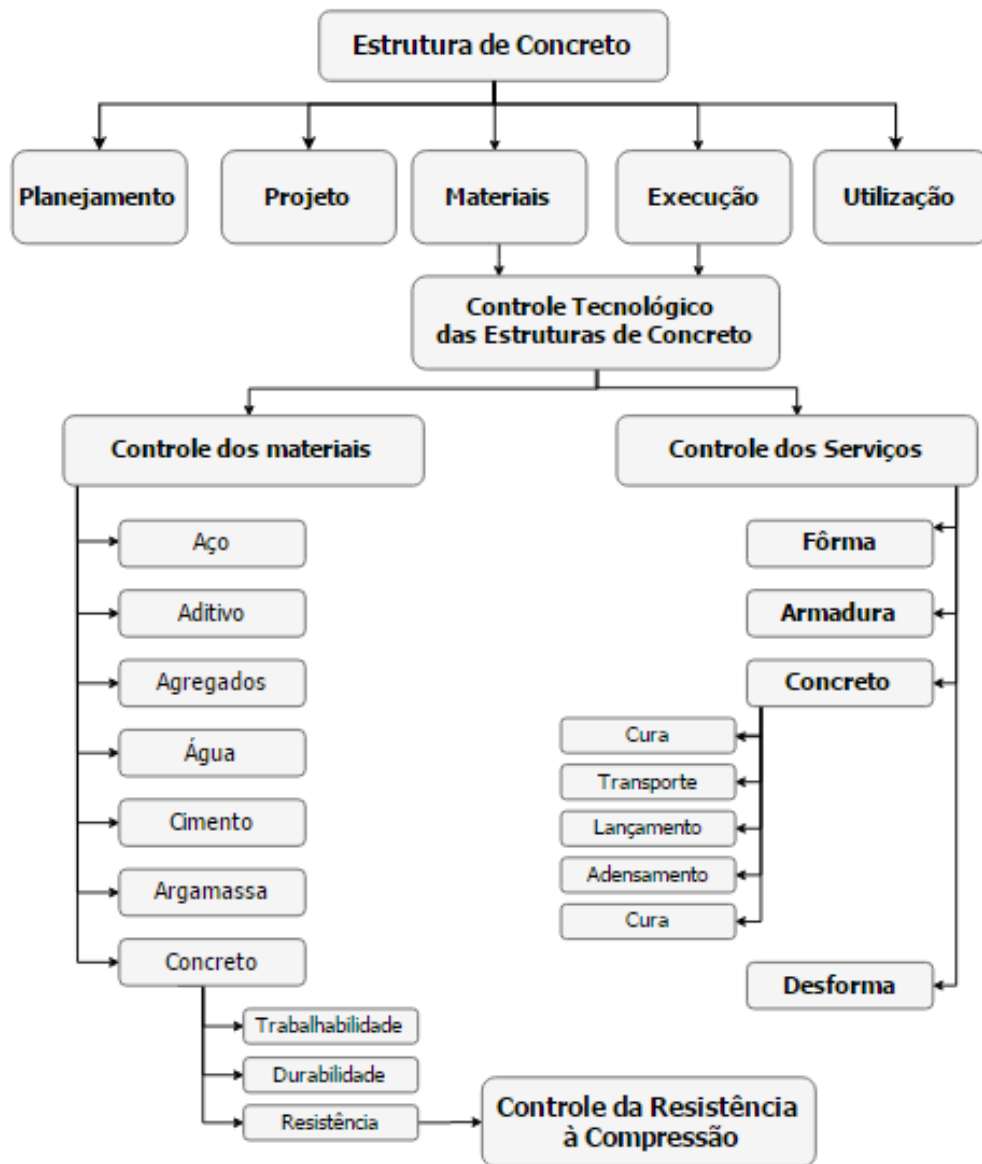
destes materiais (principalmente a relação água/cimento), a manipulação e a cura do concreto influenciam consideravelmente nas propriedades do estado fresco e endurecido do concreto.

3.2 PARÂMETROS DE CONTROLE

No Brasil, o controle do concreto para estruturas moldadas em obra, estruturas pré-moldadas, componentes estruturais pré-fabricados para edificações e estruturas de engenharia é estabelecido pela NBR 12655 - Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação – Procedimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). A norma determina os principais requisitos para as propriedades do concreto fresco e endurecido, verificações, composição, controle, recebimento e aceitação do material (AMORIM, 2015). Para o controle do recebimento e aceitação do concreto devem ser realizados ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone conforme descrito na NBR NM 67 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) e ensaios de resistência à compressão, conforme a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

É importante destacar que o controle da resistência à compressão do concreto é apenas um dos recursos utilizados para o controle tecnológico das estruturas, sem dúvida é o mais importante, mas não garante uma estrutura de alta qualidade e que atenda totalmente aos requisitos de projeto (HELENE; TERZIAN, 1993, p. 103). A figura 2 situa esquematicamente o controle tecnológico do concreto dentro da problemática do controle tecnológico das estruturas de concreto.

Figura 2 – Diagrama de blocos que esquematicamente situa o controle da resistência à compressão dentro da problemática mais ampla de controle tecnológico das estruturas de concreto.



(fonte: adaptado de HELENE; TERZIAN, 1993, p. 104)

Nos itens a seguir são apresentados os principais parâmetros do controle tecnológico do concreto e alguns fatores que influenciam nas suas propriedades e geram variações nos resultados.

3.2.1 Resistência à compressão axial

Inicialmente pode-se definir que a resistência de um material é medida através da capacidade que este resiste à aplicação de tensões sem que atinja a ruptura (MEHTA E MONTEIRO, 1998). Sabe-se que no caso do concreto a sua maior capacidade resistente é a aos esforços de compressão, que é superior aos de flexão, de cisalhamento e tração. A capacidade resistente à tração do concreto é da ordem de 10% da resistência à compressão e “nos ensaios de flexão, obtém-se valores de resistência à tração (módulo de ruptura) da ordem do dobro das resistências obtidas por tração simples” (PETRUCCI, 1998, p. 95).

A resistência à compressão é a propriedade mais importante e mais especificada por engenheiros projetistas e utilizada como parâmetro para controle de qualidade do concreto. Isto se deve a facilidade de execução do ensaio e também por propriedades como módulo de elasticidade, estanqueidade, permeabilidade, entre outras, se relacionarem diretamente com a resistência, podendo, inclusive, serem deduzidas a partir dos dados de resistência (MEHTA E MONTEIRO, 1998, p. 11 e 44).

Os principais fatores que afetam a resistência são a relação água/cimento, o tipo do cimento, a forma e a graduação dos agregados, as condições de cura e os parâmetros de ensaio, como por exemplo a forma, a dimensão dos corpos de prova e a velocidade de carregamento (MEHTA E MONTEIRO, 1998, p. 47-67). Petrucci (1998, p. 4) ainda lembra que a manipulação do concreto quanto à mistura, transporte, lançamento e adensamento também interfere consideravelmente na resistência mecânica dos concretos.

Helene e Terzian (1993, p. 134-135) citam que um concreto uniforme é obtido através de uma mistura realizada com materiais que apresentem uniformidade. Além disso o processo mecânico de mistura e dosagem dos materiais pode apresentar dispersões devido ao tipo de betoneira utilizado, ordem de mistura e o tempo em que a mistura permanece em movimento e estes processos têm influência sobre o resultado obtido. A etapa de controle tecnológico, durante a coleta de exemplares, moldagem, cura, preparação das superfícies e ruptura também pode introduzir variações nos resultados de resistência, no entanto, estas variações não correspondem às variações do concreto da estrutura.

3.2.1.1 Relação água/cimento

Em 1919, Duff Abrams determinou que a relação entre o fator água/cimento é inversamente proporcional à resistência do concreto e pode ser representada pela seguinte expressão (NEVILLE, 2016, p. 285):

$$f_c = \frac{K_1}{K_2 a/c} \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

f_c = resistência do concreto;

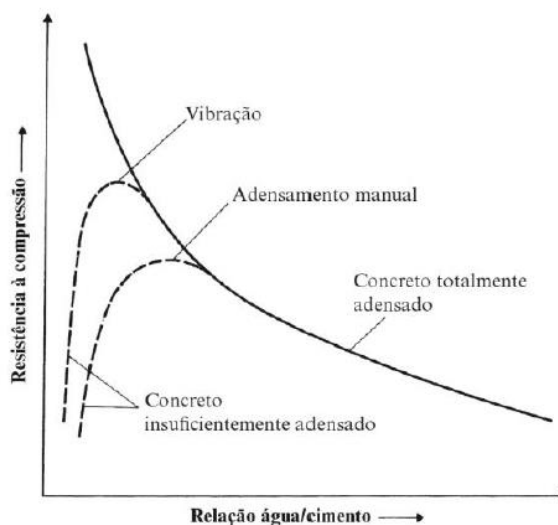
K_1 e K_2 = constantes empíricas;

a/c = relação entre água/cimento.

Geralmente, para um dado grau de hidratação, a porosidade da matriz da pasta de cimento é determinada pelo fator água/cimento. No entanto, vazios podem ser incorporados ao sistema pelo adensamento inadequado ou pelo uso de aditivo incorporador de ar, que também tem como efeito aumentar a porosidade e reduzir a resistência (MEHTA; MONTEIRO, 1998, p. 48).

A figura 3 apresenta os efeitos da relação água/cimento e do adensamento na resistência do concreto. Pode-se observar que a relação água/cimento-resistência deixa de ser válida para relações água/cimento muito baixas, uma vez que não é mais possível obter um concreto plenamente adensado (NEVILLE, 2016, p. 286).

Figura 3- Relação entre a resistência e a relação água/cimento do concreto.



(fonte: Neville, 2013, p. 117)

3.2.1.2 Cimento Portland

O cimento Portland é um material industrial que possui a propriedade de desenvolver uma reação química em presença da água, inicialmente torna-se pastoso e com o passar do tempo adquire resistência e durabilidade. Quando misturado com água, agregados e outros componentes ganha resistência e resulta nos concretos e argamassas utilizados na construção civil. A principal matéria-prima do cimento é o clínquer que durante o processo de fabricação é misturado com diferentes tipos de adições, como gesso, escórias de alto-forno, materiais pozolânicos e materiais carbonáticos. O emprego destas adições em diferentes proporções permite a produção de diversos tipos de cimento que, no Brasil, são classificados segundo sua composição e regulados por normas da ABNT. O quadro 1 apresenta os cimentos mais utilizados no Brasil, sua composição e norma reguladora (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002).

Quadro 1 – Composição dos cimentos Portland

Tipo de cimento portland	Sigla	Composição (% em massa)				Norma Brasileira
		Clínquer + gesso	Esscória granulada de alto forno (Sigla E)	Material poolânico (sigla Z)	Material Carbonático (Sigla F)	
Comum	CP I	100	-			NBR 5732
	CP I-S	99-95	1-5			
Composto	CP II-E	94-56	6-34	-	0-10	NBR 11578
	CP II-Z	94-76	-	6-14	0-10	
	CP II-F	94-90	-	-	6-10	
Alto-Forno	CP III	65-25	35-70	-	0-5	NBR 5735
Pozolânico	CP IV	85-45	-	15-50	0-5	NBR 5736
Alta Resistência Inicial	CP V-ARI	100-95	-	-	0-5	NBR 5733

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002)

Em relação ao desempenho dos diferentes tipos de cimento disponíveis no mercado, Recena (2002, p. 94-9) afirma que “diferentes tipos de cimento apresentam diferentes características e desempenhos, assim como marcas diferentes de um mesmo tipo de cimento também podem apresentar desempenhos diferentes”. Girardi (2014) comprova esta afirmação, ao analisar a variabilidade do cimento Portland que abasteceu o mercado do Rio Grande do Sul por um período de 20 anos, de 1992 a 2012. O quadro 2 apresenta a diferença de desempenho entre diferentes marcas para o cimento CP IV 32 RS, um dos cimentos mais consumidos no Rio Grande do Sul segundo o próprio autor, e pode-se observar diferenças significativas em relação aos coeficientes de variação e resistências à compressão média para três diferentes marcas comerciais.

Quadro 2 – Variabilidade da resistência à compressão para três diferentes marcas – CP IV 32 RS

Marca comercial	Idade (dias)	Tamanho da amostra	Resistência à compressão média (MPa)	Coefficiente de variação (%)
"A"	3	46	21,3	13,6
	7	46	27,6	8,75
	28	46	39,5	6,84
"B"	3	20	11,3	39,7
	7	20	15,3	34,5
	28	20	25,6	22,5
"Q"	3	43	24,3	13,4
	7	45	29,2	10,7
	28	46	41,1	8,60

(fonte: GIRARDI, 2014, p. 97)

Girardi (2014, p. 125) também constatou que o mesmo ocorre para os demais tipos de cimento e afirma que “para um mesmo tipo de cimento, os coeficientes de variação, bem como a resistência à compressão média, apresentaram valores distintos de acordo com as diferentes marcas e idades de ensaio”. O quadro 3 ilustra esta citação, além de demonstrar que as resistências à compressão e os coeficientes de variação são distintos do primeiro período de análise, 1992 – 2003, para o segundo período, 2004 - 2012.

Quadro 3 – Resistências à compressão média e coeficientes de variação para os diferentes tipos de cimento Portland por período para diferentes idades

Tipo de cimento	Classificação	Idade de ensaio (dias)	Tamanho da amostra		Resistência à compressão média (MPa)		Coeficiente de variação (%)	
			1992-2003	2004-2012	1992-2003	2004-2012	1992-2003	2004-2012
CP II Z 32	Geral	3	26	49	30,2	26,5	15,3	16,8
		7	26	62	35,2	32,1	12,9	12,8
		28	26	62	43,8	39,4	12,2	9,2
CP IV 32	Geral	3	353	256	18,7	18,3	17,1	25,9
		7	361	258	24,1	23,4	14,1	19,0
		28	353	253	36,4	36,2	10,9	14,5
	Com Selo	3	191	199	19,1	20,6	15,5	15,0
		7	199	122	24,6	25,9	13,7	13,0
		28	194	117	37,2	38,9	9,65	8,79
	Sem Selo	3	146	133	18,4	16,4	19,3	22,9
		7	146	133	23,6	21,2	14,7	19,9
		28	143	133	35,5	33,8	12,4	16,3
	Marca "A"	3	182	94	18,9	20,7	16,5	15,5
		7	192	93	24,6	25,8	15,1	11,7
		28	185	89	37,0	38,9	9,83	8,03
CP V ARI	Geral	1	84	32	18,7	20,9	21,4	16,5
		3	91	32	32,6	33,2	13,0	9,39
		7	91	32	38,1	38,3	10,8	8,92

(fonte: GIRARDI, 2014, p. 124)

Quanto à origem da variabilidade das resistências à compressão do cimento, pode-se afirmar que uma delas é a falta de uniformidade das matérias-primas utilizadas na produção do cimento, tanto entre diferentes fontes, como para matérias-primas de mesmas jazidas. Além disso, por mais que o processo de produção do cimento seja altamente desenvolvido, diferenças no processo de fabricação, como a variação de temperatura do forno, a moagem e as adições minerais adicionadas também geram variabilidade das propriedades do cimento (NEVILLE, 2016).

É importante enfatizar que a variação do cimento influencia diretamente na resistência do concreto. Quantitativamente, a variabilidade da resistência do cimento pode gerar até 12% de variação do concreto segundo Helene e Terzian (1993), enquanto Neville (2016) e Petrucci (1998) são mais cautelosos e citam que a variação do cimento pode gerar, no máximo, 50% de variação na resistência dos corpos de prova de concreto. Para o desenvolvimento de outras propriedades do concreto, como durabilidade e permeabilidade, por ser exigido um consumo

de cimento mais elevado que para a resistência à compressão, a variabilidade do cimento não tem grande importância (NEVILLE, 2016).

Devido às diversas causas, Girardi (2014) considera que é impossível a produzir cimento sem nenhuma variabilidade. E com o intuito de reduzir as variabilidades do cimento Portland Fusco¹ (1980, apud Girardi, 2014) salienta que o processo de fabricação e extração de matéria prima deve ser controlado, enquanto no processo de produção do concreto, sempre que houver mudança do tipo de cimento ou a troca da marca deve-se realizar uma investigação para que seja possível avaliar o impacto da mudança nas características finais do concreto (Recena, 2002).

3.2.1.3 Agregados

Muitas vezes não se dá a devida importância para a influência dos agregados na resistência do concreto. Um dos motivos é que as partículas dos agregados, com exceção dos agregados leves, são mais resistentes que a matriz e a zona de transição, ou seja, a resistência dos agregados normalmente não é exigida. No entanto, outras características como tamanho, forma, textura da superfície e granulometria influenciam no fator água/cimento e nas características da zona de transição e portanto afetam a resistência do concreto.

Uma mistura de concreto com o emprego de agregados de textura superficial rugosa tende a ser mais resistente nas idades iniciais que misturas com agregados de superfície lisa, pois a rugosidade permite uma ligação física mais forte entre o agregado e a pasta de cimento. Entretanto, para idades mais avançadas essa vantagem pode ser perdida, visto que, para um dado consumo de cimento um agregado com superfície rugosa necessita mais água de amassamento para obter uma mesma trabalhabilidade (MEHTA; MONTEIRO, 1998, p. 51-53).

Do mesmo modo, a forma dos agregados influencia significativamente na trabalhabilidade. As partículas de superfície angulosa e lamelar exigem maior quantidade de água para uma mesma consistência (NEVILLE, 2016).

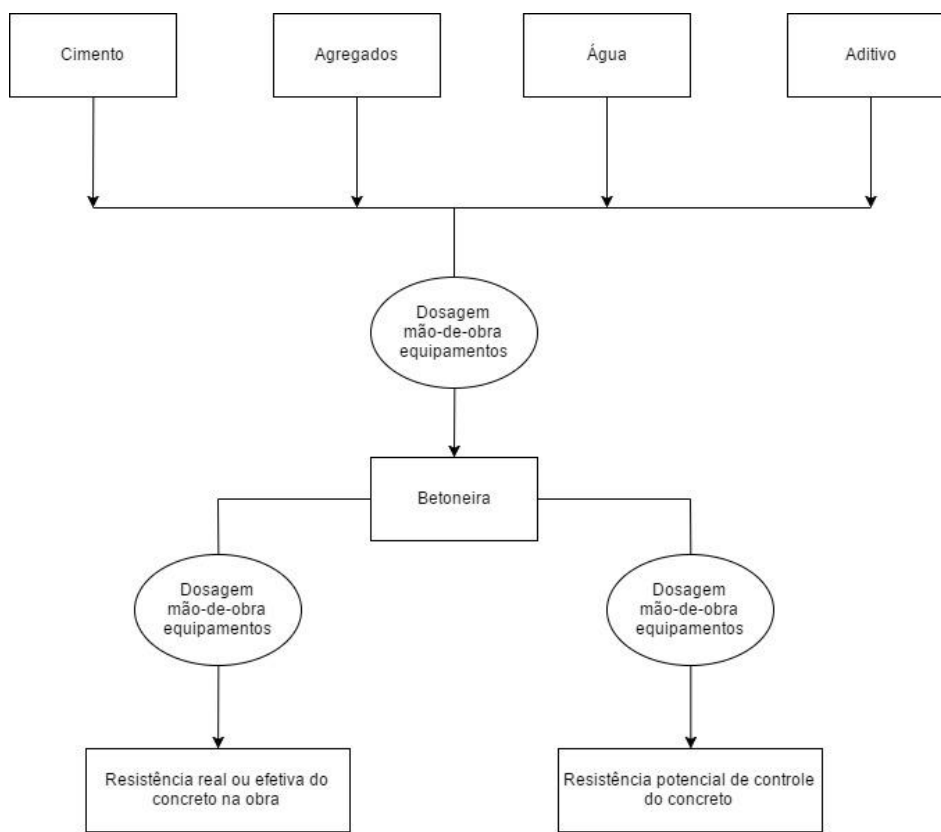
¹ FUSCO, P. B. **A influência da variabilidade da resistência do cimento na variabilidade do concreto e suas consequências práticas**. Seminário: controle da resistência do concreto. São Paulo: IBRACON, 1980.

Quanto à mudança do diâmetro máximo de um agregado graúdo, para uma mistura com distribuição granulométrica bem graduada, mesmo teor de cimento e mesma consistência, a mistura com partículas grandes requer maior quantidade de água de amassamento que a mistura com partículas menores. Por outro lado, agregados grandes formam zonas de transição mais fracas. Esse segundo efeito é mais evidente em concretos de alta resistência, visto que para fatores água/cimento baixos a reduzida porosidade na zona de transição passa a ser relevante na resistência do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 1994, p. 51-52).

3.2.1.4 Operações de ensaio e controle tecnológico

O controle da resistência à compressão do concreto é realizado devido a necessidade de obtenção de um valor característico da resistência à compressão de um volume de concreto que está sendo produzido ou entregue na obra, com o objetivo de comparar o que está sendo executado em relação ao especificado em projeto. O valor de resistência à compressão do concreto se restringe ao valor medido na saída da betoneira, também chamado de resistência potencial do concreto conforme indicado na figura 4 (HELENE; TERZIAN, 1993).

Figura 4 – Resistência à compressão do concreto através do controle tecnológico do concreto.



(fonte: adaptado de HELENE; TERZIAN, 1993, p. 105)

Helene e Terzian (1993) ainda lembram que as operações de ensaio têm grande influência sobre os resultados obtidos. Qualquer falha nos procedimentos de amostragem, moldagem ou ruptura podem alterar significativamente os resultados da resistência à compressão. Por isso, o controle deve ser constante, afim de não prejudicar a avaliação da variabilidade real do processo de produção do concreto.

Para a realização do ensaio de resistência à compressão, alguns procedimentos são necessários para que o corpo de prova represente realmente o concreto em estudo (NEVILLE, 2016). No Brasil, para a moldagem e cura dos corpos de prova deve-se seguir os procedimentos prescritos pela NBR 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) enquanto a o método de ensaio é prescrito pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003). Os procedimentos de amostragem, moldagem, cura, ensaio e controle estatístico dos resultados são detalhados nos próximos itens.

3.2.1.4.1 Formação de lotes e amostragem

A NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 7) define lote de concreto como “volume definido de concreto, elaborado e aplicado sob condições consideradas uniformes (mesma, classe, mesma família, mesmos procedimentos e mesmo equipamento) ” e amostra de concreto como “volume de concreto retirado do lote com o objetivo de fornecer informações, mediante realização de ensaios, sobre a conformidade deste lote, para fins de recebimento e aceitação”. Para a realização de ensaios de resistência à compressão a amostragem deve ser feita dividindo-se a estrutura em lotes que atendam os limites do quadro 4.

Quando 4 – Valores máximos para formação de lotes ^a

Identificação (o mais exigente para cada caso)	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples ^b
Volume do Concreto	50 m ³	100 m ³
Número de Andares	1	1
Tempo de Concretagem	Três dias de concretagem ^c	
^a No caso de controle por amostragem total, cada betonada deve ser considerada um lote. ^b No caso de complemento de pilar, o concreto faz parte do volume de lajes e vigas. ^c Este período deve estar compreendido no prazo total máximo de sete dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.		

(fonte: adaptado de NBR 12655, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 7)

As amostras devem ser coletadas de maneira aleatória durante as operações de concretagem e o procedimento a ser seguido para a preparação das amostras que serão ensaiadas para a determinação das propriedades estão descritos na NBR NM 33 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) e nas alíneas a seguir estão expostos alguns dos principais procedimentos abordados pela norma:

- a) as amostras devem ser coletadas aleatoriamente, após completa homogeneização da mistura e adição de todos os componentes, inclusive a água;

- b) o tempo decorrido entre a coleta da primeira e da última parte de uma amostra não ser em nenhum caso superior a 15 minutos;
- c) para os ensaios de resistência à compressão o volume da amostra deve ser de no mínimo 30 litros;
- d) a coleta das amostras de caminhões-betoneira deve ser realizada durante a descarga, após a retirada dos primeiros 15% e antes de completar 85% do volume total da betoneira;
- e) a moldagem de corpos de provas para ensaios de resistência à compressão deve iniciar em até 15 minutos após a obtenção da amostra composta;
- f) a amostra deve ser protegida de qualquer fonte de evaporação durante o período entre a coleta e a utilização.

A NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) ainda indica que para cada exemplar que compõem a amostra deve ser constituído de dois corpos de prova da mesma amassada para cada idade de rompimento, moldados no mesmo ato e mesmas condições. Admite-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores de resistência à compressão.

3.2.1.4.2 Controle estatístico

Segundo NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 19) o controle estatístico da resistência pode ser realizado de duas maneiras:

controle estatístico do concreto por amostragem parcial e o controle do concreto por amostragem total. Para o controle por amostragem parcial é prevista uma forma de cálculo do valor estimado da resistência característica, $f_{ck,est}$, do lote de concreto em estudo. Para o controle por amostragem total a 100% das betonadas, a análise da conformidade deve ser realizada em cada betonada.

Para o primeiro caso, controle estatístico por amostragem parcial, são retirados exemplares de algumas betonadas. Para lotes com o número de exemplares de 6 a 20 unidades o valor estimado para a resistência característica à compressão ($f_{ck,est}$) é demonstrado pela equação 2 enquanto para lotes com número de exemplares superior a 20 é dado pela equação 3 (NBR 12655, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015):

$$f_{ck,est} = 2 \times \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m - 1} - f_m \quad (\text{equação 2})$$

onde:

$f_{ck,est}$ é a resistência característica estimada expressa em megapascals (MPa);

f_1, f_2, \dots, f_m ordenadas em ordem crescente, são os valores das resistências dos exemplares; m é igual a $n/2$. Se n for ímpar, despreza-se o valor mais alto.

$$f_{ck,est} = f_{cm} - 1,65 \times s_d \quad (\text{equação 3})$$

sendo:

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm})^2} \quad (\text{equação 4})$$

onde:

f_{cm} é a resistência média dos exemplares do lote, expressa em megapascals (MPa);

s_d é o desvio padrão da amostra de n exemplares, expresso em megapascals (MPa);

Para o controle estatístico de amostragem total a 100% são obtidos exemplares de todas as betonadas e este determina a resistência à compressão daquele concreto naquela betonada. O valor estimado para a resistência característica à compressão ($f_{ck,est}$), neste caso, é demonstrado pela equação 5 (NBR 12655, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015):

$$f_{ck,est} = f_{c,betonada} \quad (\text{equação 5})$$

Sendo:

$f_{c,betonada}$ é o valor da resistência à compressão do concreto que representa a betonada, expresso em megapascals (MPa).

Em relação a conformidade dos lotes de concreto a NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 20) indica que:

os lotes de concreto, no caso da amostragem parcial, e os exemplares no caso de amostragem total, devem ser aceitos, quando o valor estimado de resistência característica ou o valor de cada exemplar de uma amostragem a 100%, [...], atender à resistência característica do concreto à compressão especificada no projeto estrutural.

Quanto à qualidade das operações de ensaio a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p.8) apresenta “um procedimento para avaliação estatística dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão quanto à dispersão dos resultados, devido às operações de ensaio”.

Para a execução desta análise é calculada a amplitude dos valores de resistência de um exemplar, a partir da diferença entre o maior e o menor resultado de resistência à compressão. A partir disso, calcula-se a estimativa do desvio padrão do ensaio (s_e) pela equação 6 apresentada abaixo:

$$s_e = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{d_2 \cdot n} \quad (\text{equação 6})$$

onde:

A_i é a amplitude dos valores de resistência à compressão, em megapascals (MPa);

n é o número de exemplares da amostra;

d_2 coeficiente segundo tabela 1.

Tabela 1 – Coeficiente d_2

Quantidade de corpos de prova	Coeficiente d_2
2	1,128
3	1,693
4	2,059
5	2,326
6	2,534

(fonte: adaptado de NBR 5739, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007)

Para avaliação da eficiência das operações de ensaio é calculado o coeficiente de variação (cv_e) de acordo com a equação 7 e é relacionada com os níveis de avaliação do quadro 5 que podem variar de excelente a deficiente:

$$cv_e = \frac{S_e}{f_{mc}} \quad (\text{equação 7})$$

onde:

f_{mc} é a média do valores de resistência à compressão dos exemplares da amostra.

Quadro 5 – Coeficiente de variação cv_e

Coeficiente de variação (cv_e)				
Nível 1 (Excelente)	Nível 2 (Muito bom)	Nível 3 (Bom)	Nível 4 (Razoável)	Nível 5 (deficiente)
$cve \leq 3,0$	$3,0 < cve \leq 4,0$	$4 < cve \leq 5,0$	$5,0 < cve \leq 6,0$	$cve > 6,0$

(fonte: adaptado de NBR 5739, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007)

3.2.1.4.3 Moldagem e cura

O processo de moldagem dos corpos de prova inicia com a limpeza e aplicação de desmoldante nas fôrmas, que podem ser cilíndricas ou prismáticas. Na sequência os moldes são preenchidos com concreto e adensados. É permitida a utilização de dois métodos de adensamento: manual, com o auxílio de uma haste metálica, ou mecânico, através de vibração com tempos de vibração determinados para cada classe de concreto, tipo de vibrador e de molde. Com os corpos de prova adensados, deve-se prosseguir com o rasamento da superfície e transporte para o local onde será realizada a cura inicial. Recomenda-se o armazenamento dos corpos de prova em local livre de intempéries e devidamente cobertos por material não reativo e não absorvente, com o objetivo de evitar a perda de água do concreto. Após 24 horas de cura inicial os corpos de prova devem ser transportados para o local onde serão desmoldados e encaminhados para cura que deve ser realizada em água saturada de hidróxido de cálcio ou em câmara úmida com umidade temperatura controlada, onde permanecerão até a atingirem a idade de ruptura. Nas vésperas da execução dos ensaios à compressão axial, as bases, superfície superior e inferior dos corpos de prova recebem tratamento, são retificadas ou capeadas para posteriormente serem ensaiados (NBR 5738, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003). Na idade determinada para verificação da resistência, geralmente 3, 7 e 28 dias dependendo das necessidades do controle, os corpos de prova são submetidos a forças de compressão conforme as recomendações da NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

3.2.1.4.4 Ensaio

Como citado anteriormente a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) prescreve o método de ensaio de resistência à compressão pelo qual os corpos de prova cilíndricos de concreto devem ser submetidos. A norma especifica generalidades sobre a máquina de ensaio, a configuração dos pratos inferior e superior de compressão, a calibração da máquina, preparo dos corpos de prova, os detalhes para a execução do ensaio, entre outros.

Um ponto a ser destacado são as tolerâncias de tempo permitidas para a execução dos ensaios. Cada corpo de prova moldado de acordo com a NBR 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) e submetido ao ensaio de resistência à compressão na idade

especificada, deve respeitar as tolerâncias de tempo descritas na tabela 1, que deve ser contada a partir da hora da moldagem.

Tabela 2 – Tolerância de tempo para cada idade de ensaio

Idade de ensaio	Tolerância permitida (h)
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48

(fonte: adaptado de NBR 5739, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007)

O cálculo da resistência à compressão deve ser através da seguinte expressão:

$$f_c = \frac{4F}{\pi \times D^2} \quad (\text{equação 8})$$

Sendo:

f_c é a resistência à compressão, em megapascals;

F é a força máxima, em newtons;

D é o diâmetro do corpo de prova, em milímetros.

3.2.1.4.3 Influência das operações de ensaio nos resultados de resistência à compressão

Helene e Terzian (1993, p. 134) citam que “dispersões na coleta de exemplares, moldagem, cura, capeamento e ruptura dos corpos de prova podem introduzir variações na resistência que não correspondem a variações no concreto da estrutura”. Já foram realizados diversos trabalhos que analisam a influência das diferentes etapas do controle tecnológico na resistência à compressão do concreto, e confirmam a afirmação feita por Helene e Terzian (1993, p. 134).

Como, por exemplo, o trabalho realizado por Mascolo (2012), o qual buscou determinar, entre outros itens, se existem variações da resistência à compressão de amostras coletadas em diferentes pontos de coleta ao longo da descarga de um mesmo caminhão-betoneira. Para esse trabalho, foram analisados valores de resistência à compressão aos 28 dias de amostras coletadas em 5 pontos distintos, após a descarga de 5%, 25%, 50%, 75% e 95% do volume total de cada caminhão. Foram obtidas amostras para três diferentes traços de dosagem. Para o primeiro traço foram obtidas amostras de 40 amassadas, para o segundo traço foram coletadas amostras de 12 amassadas e para o terceiro traço foram coletadas amostras de 13 amassadas.

Além da análise da resistência à compressão axial, a homogeneidade das misturas foi controlada através da consistência, com a realização do ensaio de abatimento pelo tronco de cone, e também através do teor de agregado graúdo.

Através deste trabalho, Mascolo (2012, p. 91) constatou:

elevada variação da resistência à compressão média entre os lotes e um mesmo traço de concreto, [...] observou-se ainda que para diferentes dias de produção havia diferentes resistências médias para o mesmo traço teórico, demonstrando assim que há fatores externos, não mensurados na pesquisa que influem globalmente nas propriedades da mistura.

Também constatou-se variação significativa da resistência à compressão entre os pontos de coleta para 2 dos lotes analisados. Porém, não foi possível afirmar que as amostras retiradas do terço médio do caminhão, conforme especificação da NBR NM 33 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), tem melhor representatividade do lote em relação à resistência à compressão (MASCOLO, 2012, p. 92).

Outros trabalhos, como os realizados por Chies (2011) e Fernandes (2011) analisaram a influência do tipo de preparação das superfícies na variabilidade da resistência à compressão no controle tecnológico do concreto.

Chies (2011), em seu trabalho, comparou alguns métodos de preparo das bases de corpos de prova, como o capeamento por argamassa de enxofre, a borracha de neoprene e o desgaste superficial por meio de retífica vertical e horizontal para concretos de resistência à compressão de 20 a 120 MPa. E comprovou que o tipo de preparação das bases influencia nos resultados de resistência à compressão, principalmente para concretos de alta resistência.

Com isso, Chies (2011, p.77), entre outras conclusões, pode afirmar que “o método utilizando discos de neoprene se mostrou um método muito interessante, onde juntamente com a retífica vertical sempre esteve entre as maiores resistências, apresentando coeficientes de variação baixos em todos níveis de resistência” enquanto uso de capeamento com enxofre “[...] apresentou coeficientes de variação geralmente superiores aos outros métodos”.

Fernandes (2011), ao comparar a influência dos tipos de retificação de superfícies na variabilidade da resistência à compressão de corpos de prova, verificou que para concretos de pequena e média resistência à compressão o tipo de retifica utilizado para a preparação das superfícies é significativo. Através dos ensaios realizados neste trabalho se constatou que os corpos de prova tratados com retifica vertical apresentaram variabilidade superior aos tratados com a retifica horizontal.

Em síntese, o quadro 6 apresenta quantitativamente a máxima variação que cada operação de ensaio pode causar na resistência à compressão do concreto (HELENE;TERZIAN, 1993, p. 135).

Quadro 6 – Fatores relacionados aos procedimentos de ensaio que influenciam o resultado da resistência à compressão do concreto

Procedimentos de ensaio	
* coleta imprecisa	-10%
*adensamento inadequado	-50%
*cura (efeito considerado aos 28 dias ou mais)	± 10%
*remate inadequado dos topos	- 30% para concavidade
*ruptura (velocidade de carregamento)	- 50% para convexidade
	± 5%

(fonte: adaptado de HELENE;TERZIAN, 1993, p. 135)

3.2.2 Concreto no estado fresco

A resistência do concreto é bastante influenciada por seu grau de adensamento. Assim, é fundamental que a consistência da mistura seja tal que o concreto possa ser adequadamente transportado, lançando, adensado e acabado facilmente e sem segregação (NEVILLE, 2016 p. 190).

“O método para avaliação da trabalhabilidade mais empregado, sem dúvida nenhuma, é o abatimento pelo tronco de cone, mais conhecido como “slump”, por sua extrema simplicidade de execução, rapidez, baixíssimo custo e pela singeleza dos equipamentos empregados” (RECENA, 2002, p. 21). A norma brasileira que especifica este método é a NBR NM 67 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

A NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) recomenda que para concretos usinados a avaliação da consistência do concreto fresco seja realizada a cada betonada de concreto produzido. Enquanto para concretos dosados e elaborados no canteiro de obras a avaliação deve ser realizada em diferentes situações: na primeira amassada do dia, quando houver troca de operadores, ao reiniciar o preparo após uma interrupção da jornada de concretagens de pelo menos duas horas e a cada vez que forem moldados corpos de prova.

Os equipamentos necessários para o ensaio são um molde metálico em formato de tronco de cone oco e superfícies superiores e inferiores abertas, com diâmetro da base inferior do molde de $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, diâmetro da base superior de $100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ e altura $300 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. Uma haste metálica de diâmetro de 16 mm e 600 mm de comprimento e uma placa metálica com lados de pelo menos 500 mm para servir como apoio do molde. Para a execução do ensaio devem ser seguidos os seguintes passos (NBR NM 67, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998):

- a) limpeza e umedecimento da placa metálica e a fôrma cônica;
- b) posicionamento da chapa metálica em local nivelado e livre de vibrações, para que não ocorra abatimento desbalanceado;
- c) preenchimento do molde metálico em três camadas, cada camada com aproximadamente um terço da altura do molde, nesta etapa a fôrma deve ser pressionada contra a chapa da base afim de evitar fuga do concreto

- d) compactação do concreto com auxílio da haste de compactação, aplicação de 25 golpes distribuídos uniformemente em toda superfície de cada camada, sem interferência da camada anterior;
- e) retirada do molde com o movimento perfeitamente vertical que deve ser realizado de 5 a 10 segundos;
- f) medição da diferença entre a altura da fôrma e a altura do eixo do tronco abatido de concreto, em milímetros.

4 ESTUDO DA VARIABILIDADE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DO CONCRETO

Com os resultados obtidos neste trabalho, pretende-se avaliar a variabilidade da resistência à compressão axial do concreto fornecido por três concreteiras à uma obra, bem como avaliar o desempenho dos ensaios segundo à NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007). Para a elaboração deste trabalho foram realizadas coletas de dados de duas etapas de uma mesma obra localizada em Porto Alegre. Os dados foram fornecidos pela equipe de engenharia através de laudos técnicos e relatórios dos ensaios realizados por laboratórios contratados para a execução deste serviço.

4.1 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A OBRA E O PROCESSO CONSTRUTIVO

A obra estudada caracteriza-se por um condomínio residencial pertencente ao programa habitacional de interesse social Minha Casa Minha Vida situado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O condomínio é composto por 14 torres de 5 pavimentos, com 4 unidades habitacionais por pavimento, totalizando 280 unidades.

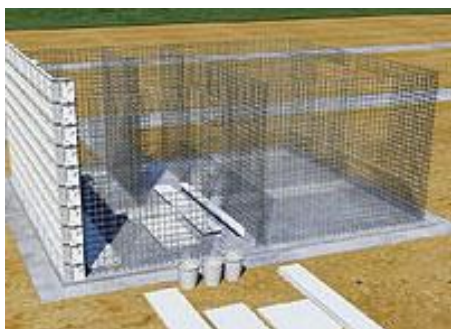
Foi utilizado para a construção, o sistema construtivo de paredes e lajes de concreto armado moldado no local com o emprego de fôrmas de alumínio. As fôrmas, são compostas por painéis fabricados com chapas e perfis de alumínio com dimensões limitadas conforme o peso para garantir uma boa produtividade na montagem e desmontagem das fôrmas, que é realizada manualmente. A sequência do processo construtivo utilizado na obra em análise foi o seguinte:

- 1) execução das fundações profundas em estacas do tipo hélice-contínua;
- 2) execução do piso em concreto armado;
- 3) colocação das armaduras para paredes;
- 4) instalação dos kits de instalações elétricas e hidráulicas;
- 5) montagem das fôrmas das paredes, com gabaritos para as aberturas das portas e janelas;
- 6) montagem das fôrmas, escoramentos e armação da laje superior;
- 7) montagem das fôrmas de platibanda, quando for o caso;

- 8) concretagem;
- 9) desforma.

A figura 5 ilustra a montagem da armação, que geralmente é feita com painéis de tela soldada. Enquanto a figura 6 apresenta a montagem das fôrmas para a execução do pavimento térreo.

Figura 5 – Armaduras instaladas para as paredes a serem concretadas no local



(fonte: TÉCHNE, 2009)

Figura 6 – Fôrma de alumínio para concretagem de paredes em obra



(fonte: TÉCHNE, 2009)

No empreendimento em estudo os itens 1 e 2, referentes às fundações, foram executados para as 14 torres no período de março a maio de 2016. Os ciclos de concretagens dos apartamentos com as fôrmas de alumínio, dos itens 3 ao 9, foram realizados em duas etapas, conforme ilustrado na figura 7, que se diferem pelo número de unidades, período de concretagem e empresas prestadoras de serviço:

a) etapa 1

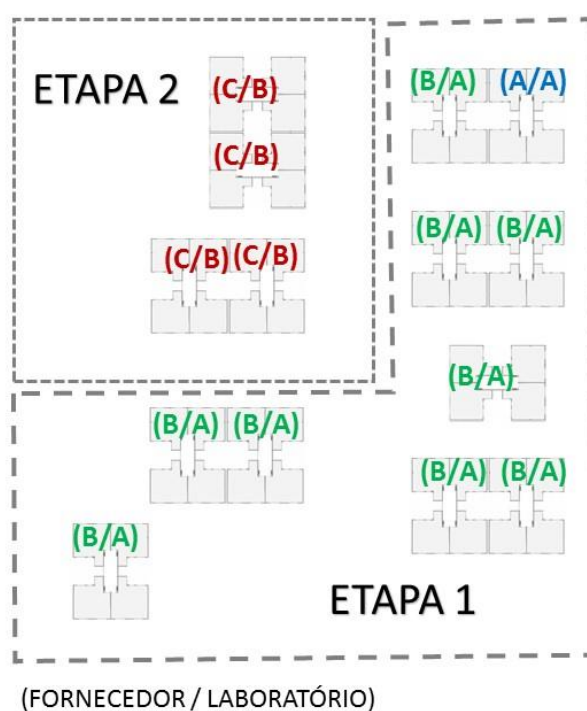
- período de concretagem de paredes e lajes: abril a julho de 2016;
- número de unidades: 200 unidades habitacionais, ou seja 10 torres de 5 pavimentos;
- volume de concreto: 2650 m³;
- Fck,28 dias de projeto: 25 MPa
- fornecedor do concreto: A e B;
- controle tecnológico: Laboratório A.

b) etapa 2:

- período de concretagem de paredes e lajes: dezembro de 2016 a janeiro de 2017;
- número de unidades: 80 unidades habitacionais, ou seja 4 torres de 5 pavimentos;

- volume de concreto: 1060 m³;
- Fck,28 dias de projeto: 25 MPa
- fornecedor do concreto: C;
- controle tecnológico: Laboratório B.

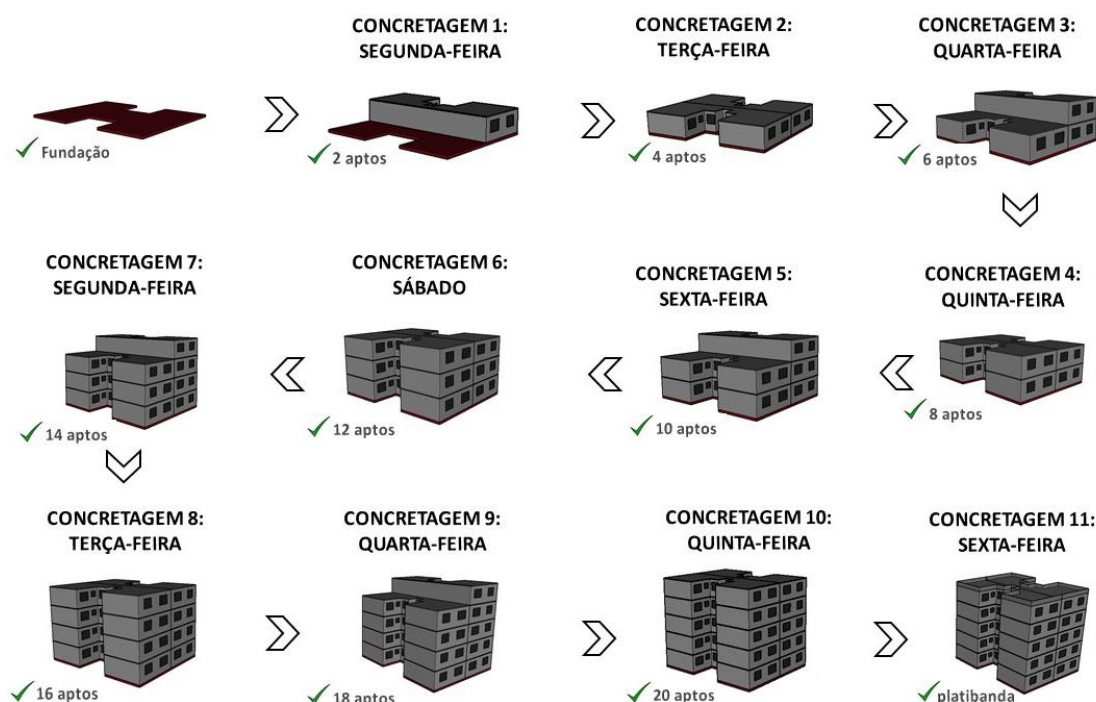
Figura 7 – Resumo das empresas envolvidas: fornecedor/laboratório



(fonte: elaborado pela autora)

Para ambas etapas, foram realizados ciclos diários de concretagem, com execução de concretagens todos os dias de segunda à sábado no período da tarde. A figura 8 ilustra o ciclo de concretagem para uma torre e mostra que 11 dias após o início das concretagens da estrutura com a utilização de fôrmas de alumínio tem-se a conclusão da estrutura de uma torre.

Figura 8 – ciclo de concretagem de estrutura com a utilização de um jogo de fôrma de alumínio com 4 apartamentos por pavimento



(fonte: elaborado pela autora)

Para obra em questão foram utilizados dois jogos de fôrma, permitindo a construção de duas torres simultaneamente e produzindo 24 apartamentos por semana.

Para garantir qualidade e segurança estrutural, o projeto estrutural desta obra exige que a desforma não seja realizada antes que o concreto atinja 3 MPa de resistência à compressão. Por isso, foram realizadas diariamente verificações de resistência à compressão axial 14 horas após o início da concretagem, idade especificada no projeto estrutural que possibilita a execução de ciclos diários de concretagens. No item 4.2 está descrito o procedimento realizado pela empresa para o controle tecnológico do concreto.

O consumo diário de concreto utilizado para estrutura, desconsiderando perdas, foi de aproximadamente 53 m³, ou ainda 26,5 m³ por jogo de fôrma. Desta maneira, tem-se um volume total teórico de concreto em torno de 3700 m³ para os 280 apartamentos construídos. Em termos de custo, este concreto juntamente com o concreto utilizado para as fundações (somente o material) representou 10% do custo total da obra. O quadro 7 apresenta as características do concreto especificado em projeto e solicitado aos fornecedores.

Quadro 7 – Especificação de projeto do concreto

Especificação de projeto do Concreto	
Fc 14h	3,0 MPa
Fck, 28	25 MPa
Eci (módulo de deformação tangencia inicial)	28GPa
Ecs (módulo de deformação secante)	24 GPa
Massa Específica	2400 Kg/m ³
Relação água/cimento	< 0,6
Abatimento	200 ± 30 mm
Agregado graúdo	Brita zero
Fibra de polipropileno	> 350 g/m ³
Consumo de cimento	> 320 kg/m ³

(fonte: elaborada pela autora)

O fornecimento de concreto para ambas as fases da obra foi realizado através de caminhões betoneira com diferentes capacidades, variando de 4 m³ a 11,5 m³ de concreto, dependendo da necessidade da obra e da disponibilidade da concreteira. O controle tecnológico do concreto foi realizado em obra, por laboratório com profissionais especializados que receberam o concreto no estado fresco, moldaram os corpos de prova e realizaram os ensaios que certificam a resistência à compressão do concreto solicitado. Mais detalhes sobre a obra e execução dos ensaios são descritos nos itens a seguir.

4.2 RECEBIMENTO E CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Para o recebimento do concreto, a construtora determina um procedimento padrão a ser seguido para cada caminhão de concreto que chega na obra. Inicialmente é realizada uma checagem da nota fiscal, do lacre localizado na bica do caminhão, das características do concreto e do tempo desde a primeira adição de água na usina. Após estas verificações, deve ser providenciada a retirada de uma amostra para a verificação do abatimento do concreto, através do ensaio de abatimento de tronco de cone, de acordo com a NBR NM 67 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA

DE NORMAS TÉCNICAS, 1998). Caso o concreto estiver adequado e for liberado para lançamento, deve-se moldar corpos de prova para os ensaios de resistência à compressão.

Devido ao recebimento diário de concreto e execução diária de controle tecnológico, os Laboratórios A e B montaram sedes provisórias no canteiro de obras, com prensa, tanques para cura imersa dos corpos de prova, fôrmas e os demais equipamentos necessários para a elaboração dos ensaios de abatimento pelo tronco de cone e resistência à compressão axial. A figura 9 mostra uma prensa modelo EMIC PCE 100 C, mesmo modelo da utilizada pelo laboratório A. As figuras 10 e 11 ilustram a prensa e o tanque para cura úmida utilizados pelo laboratório B.

Figura 9 – prensa modelo EMIC PCE 100 C similar a utilizada pelo laboratório A



(fonte: catálogo EMIC, p. 5; 2017)

Figura 10 – Tanque para cura imersa utilizado pelo laboratório B

Figura 11 - Prensa utilizada pelo laboratório B



(fonte: foto do autor)

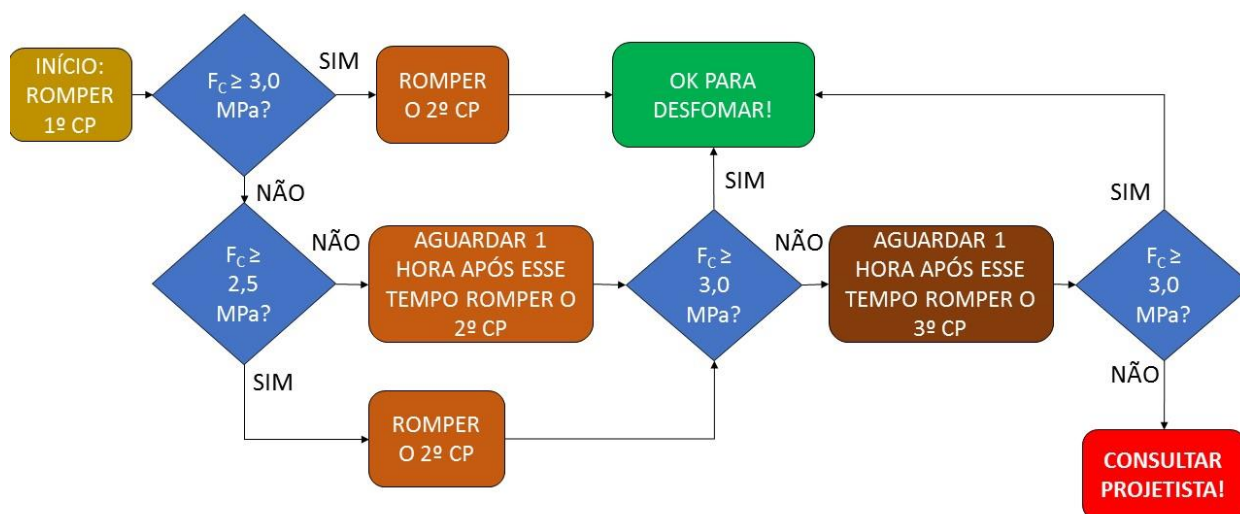


(fonte: foto do autor)

Para o controle tecnológico do concreto da estrutura, o procedimento da empresa recomenda que sejam moldados 7 corpos de prova por caminhão, os quais devem ser ensaiados a compressão axial em três idades distintas: 3 corpos de prova após 14 horas da concretagem, 2 corpos de prova aos 7 dias e 2 corpos de prova aos 28 dias. A verificação da resistência à compressão após 14 horas da concretagem é feita conforme demonstrado na figura 12 e tem como objetivo verificar a possibilidade realizar a desforma da estrutura, a qual só pode ser realizada quando o concreto alcançar 3 MPa. A figura 12 ilustra o procedimento utilizado para o rompimento dos corpos de prova a partir das 14 horas da concretagem.

Figura 12 - Procedimento utilizado para a o rompimento dos corpos de prova a partir das 14 horas da concretagem

PROCEDIMENTO - Executado no primeiro horário, após 14 horas da concretagem



(fonte: adaptado do procedimento disponibilizado pela construtora)

Para a moldagem dos corpos de prova, ambos os laboratórios utilizaram fôrmas metálicas cilíndricas de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. O procedimento de moldagem foi de acordo com o determinado pela NBR 5738 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003), com apenas uma camada de concreto até o preenchimento total do molde, visto que, o abatimento do concreto especificado é 200 ± 30 mm e o adensamento manual foi realizado com auxílio de haste metálica e aplicação de 12 golpes. Os dois laboratórios fizeram a cura dos corpos de prova em tanques de água com solução saturada de hidróxido de cálcio à temperatura ambiente. Para a regularização dos topos dos corpos de prova e distribuição uniforme das tensões foram utilizados pelos dois laboratórios capeamento não colado com Neoprene.

Em relação a formação de lotes, foi realizado o controle tecnológico em 100% dos caminhões betoneira que abasteceram a obra, ou seja, foram obtidos exemplares e determinada a resistência à compressão de todas as betonadas. Em acordo com o preconizado pela NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), neste trabalho cada betonada é considerada um lote e trabalha-se com a resistência potencial, tomando-se como a resistência do lote o maior dos dois valores obtidos no ensaio de resistência à compressão. A tabela 3 traz um resumo das características do controle tecnológico do concreto realizado.

Tabela 3 – Resumo das características do controle realizado do concreto

Concreteira	Etapa	Laboratório	Nº Caminhões / Lotes	Nº CPs Ensaiaados por idade - 14h, 7 dias e 28 dias
Fornecedores A e B	1	A	314	628
Fornecedor C	2	B	97	194

(fonte: elaborado pela autora)

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os dados coletados, bem como, as análises pertinentes ao trabalho com o objetivo de comprovar a hipótese feita inicialmente. Para isso, serão apresentadas as análises de conformidade dos lotes segundo a NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), análise da variabilidade através das amplitudes e desvios-padrão, avaliação estatística de desempenho dos ensaios conforme a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) e análise variância dos resultados de resistência à compressão entre fornecedores pelo método ANOVA.

Nas tabelas 4, 5 e 6 nas figuras 13, 14 e 15 são apresentadas as resistências à compressão mínimas, médias, máximas e os desvios padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios de 14 horas, 7 dias e 28 dias, respectivamente. É importante salientar que são valores potenciais de resistência à compressão axial.

Pelos resultados apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 observa-se que o maior valor de desvio-padrão se refere ao concreto fornecido pelo Fornecedor C e analisado Laboratório B, sendo 5,02 MPa, e superando valor de desvio-padrão de dosagem de 4,00 MPa sugerido pela NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) para esse tipo de concreto. Os demais valores de desvio-padrão podem ser considerados como valores aceitáveis quando comparados com o sugerido pela referida norma.

Tabela 4 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios-padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios às 14 horas

Fornecedor / laboratório	Maior F_{c14h} (MPa)	Menor F_{c14h} (MPa)	Resistência média (MPa)	Desvio padrão (MPa)
Fornecedor A / Lab. A	12,80	3,40	6,48	2,38
Fornecedor B / Lab. A	12,00	3,00	4,16	1,40
Fornecedor C / Lab. B	17,51	3,28	8,45	2,78

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 5 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios-padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios aos 7 dias

Fornecedor / laboratório	Maior F_{c7} (MPa)	Menor F_{c7} (MPa)	Resistência média (MPa)	Desvio padrão (MPa)
Fornecedor A / Lab. A	26,20	17,80	20,82	2,29
Fornecedor B / Lab. A	34,10	16,10	23,88	3,43
Fornecedor C / Lab. B	35,84	13,75	23,61	5,02

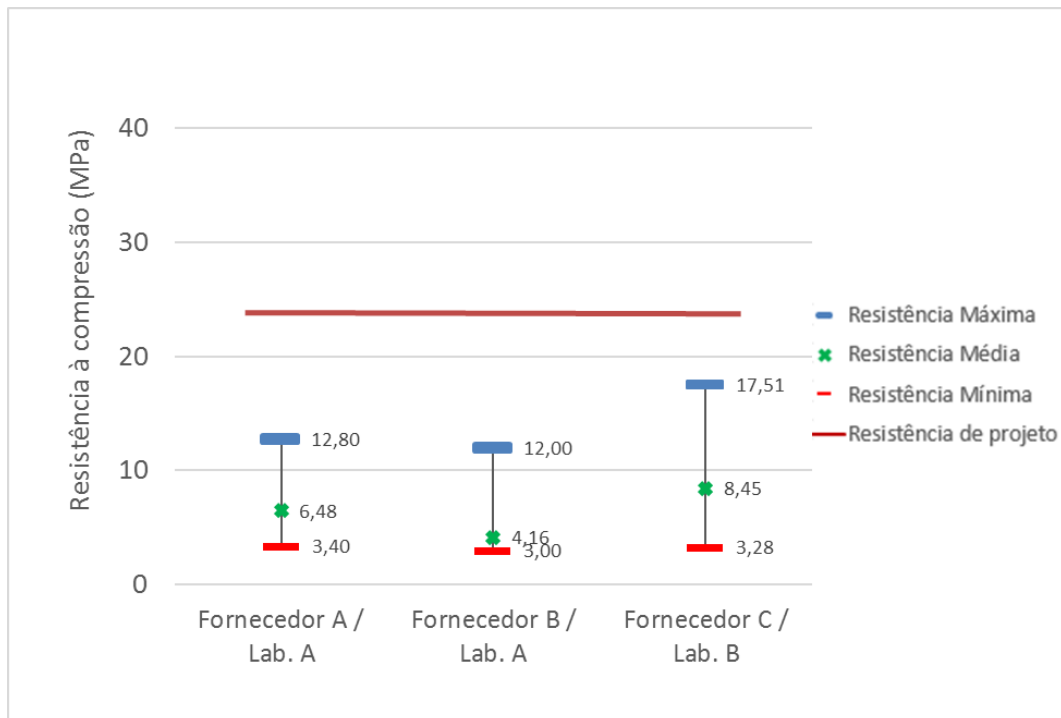
(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 6 – Resistências à compressão mínimas, médias, máximas e desvios padrão obtidos para cada fornecedor nos ensaios aos 28 dias

Fornecedor / laboratório	Maior F_{c28} (MPa)	Menor F_{c28} (MPa)	Resistência média (MPa)	Desvio padrão (MPa)	fck \geq 25 MPa
Fornecedor A / Lab. A	38,50	25,00	29,39	3,02	100%
Fornecedor B / Lab. A	43,70	22,70	30,14	3,25	99,99%
Fornecedor C / Lab. B	36,80	25,03	30,79	3,04	100%

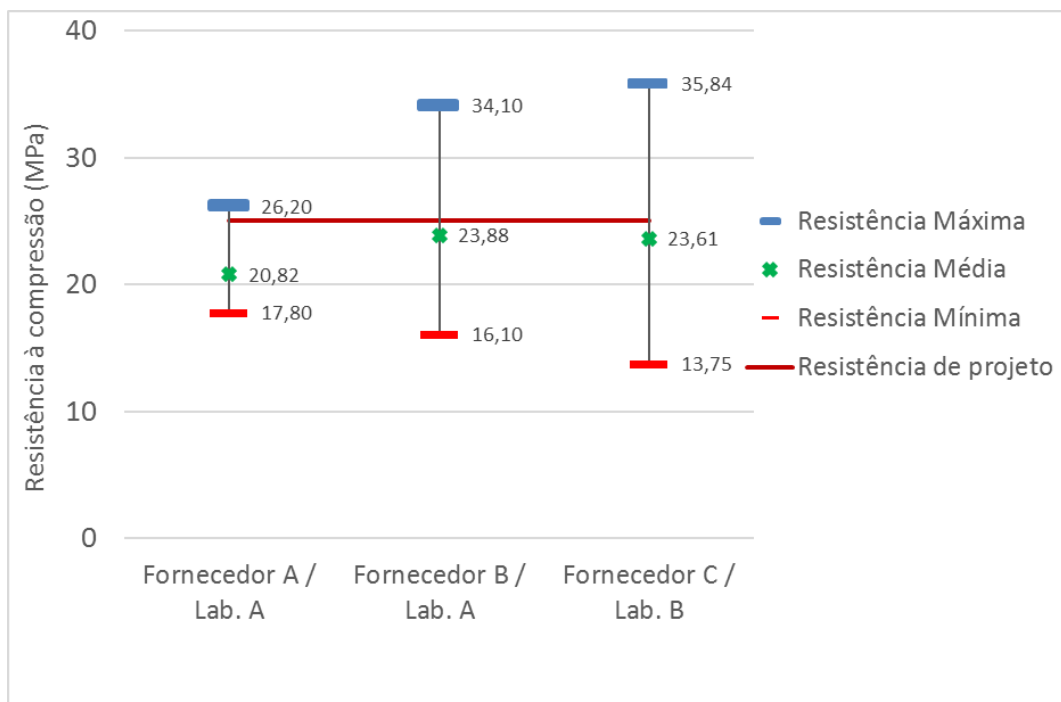
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 13 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas às 14 horas de idade



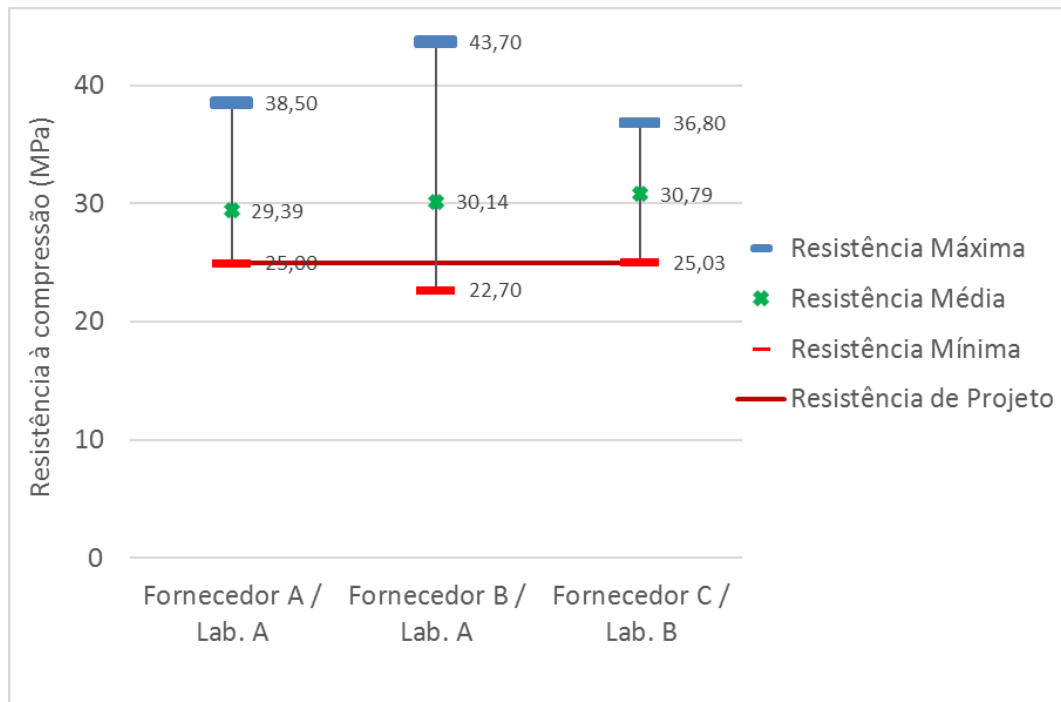
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 14 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas aos 7 dias de idade



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 15 – Resistências à compressão mínimas, médias e máximas obtidas aos 28 dias de idade



(fonte: elaborado pela autora)

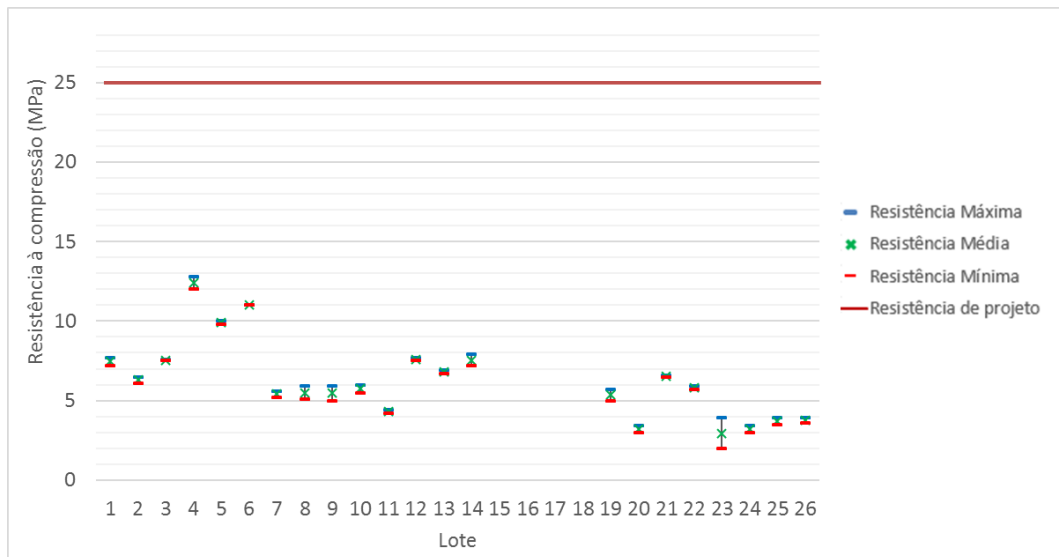
Com o objetivo de facilitar a visualização dos dados optou-se por representar os valores individuais e a média dos exemplares pelo método gráfico nos itens a seguir. No Apêndice A apresentam-se os resultados individualizados dos corpos de prova às 14 horas, 7 dias e 28 dias, indicando a data da moldagem e o resultado do abatimento pelo tronco de cone para cada amostra, de acordo com os laudos fornecidos pela construtora..

5.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA A E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO A

As figuras 16, 17 e 18 demonstram os valores de resistência à compressão de todos os exemplares e o valor médio de cada amostra de corpos de prova relacionados ao Fornecedor A / Laboratório A para ensaiados nas idades de 14 horas, 7 dias e 28 dias, respectivamente. Foi realizado o controle tecnológico por amostragem total em 26 caminhões betoneira recebidos pela equipe de obra.

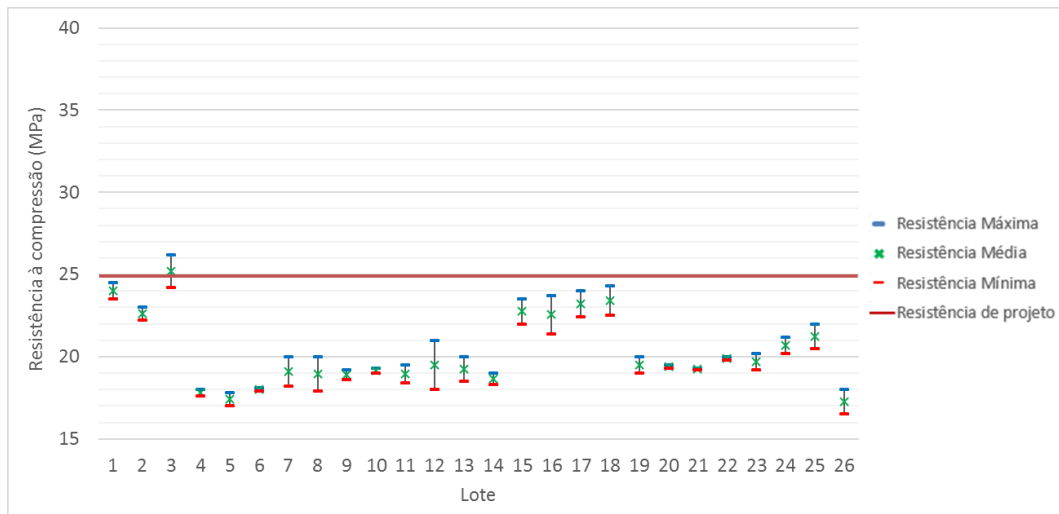
Através das figuras 16, 17 e 18 é possível visualizar que as maiores amplitudes entre os valores de resistência à compressão dos exemplares de uma mesma amostra foram encontradas para os lotes 05 e 20 nos ensaios aos 28 dias e são respectivamente 9,30 MPa e 4,80 MPa. As mesmas amplitudes não são encontradas nos valores de resistência à compressão nas demais idades. Pode-se se afirmar estes altos valores de amplitude encontrados nos resultados de resistência à compressão aos 28 dias se devem às condições das operações de ensaio e são classificadas como deficiente de acordo com o abordado no item 5.4 deste capítulo.

Figura 16 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A às 14 horas de idade



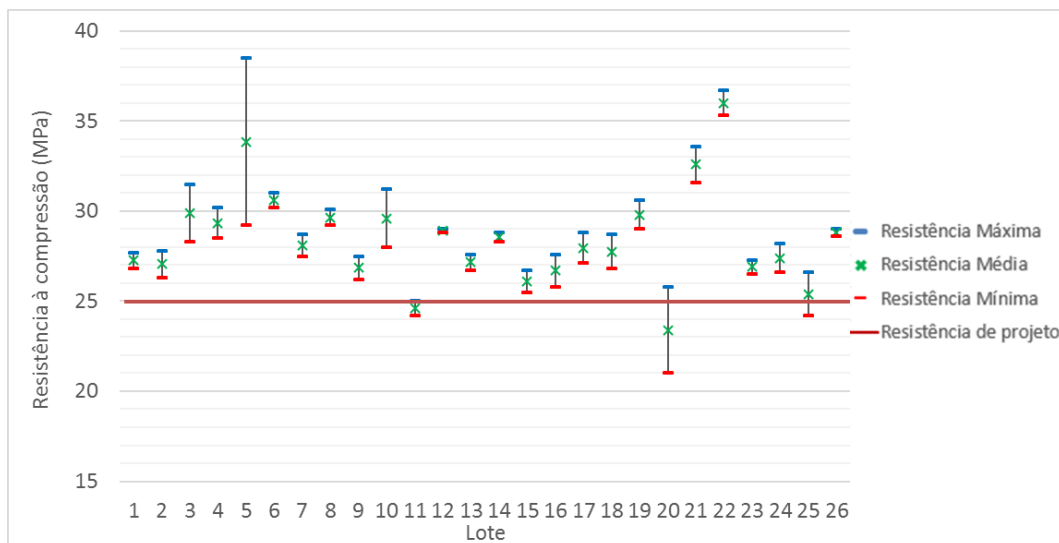
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 17 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A aos 7 dias de idade



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 18 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor A / Laboratório A aos 28 dias de idade



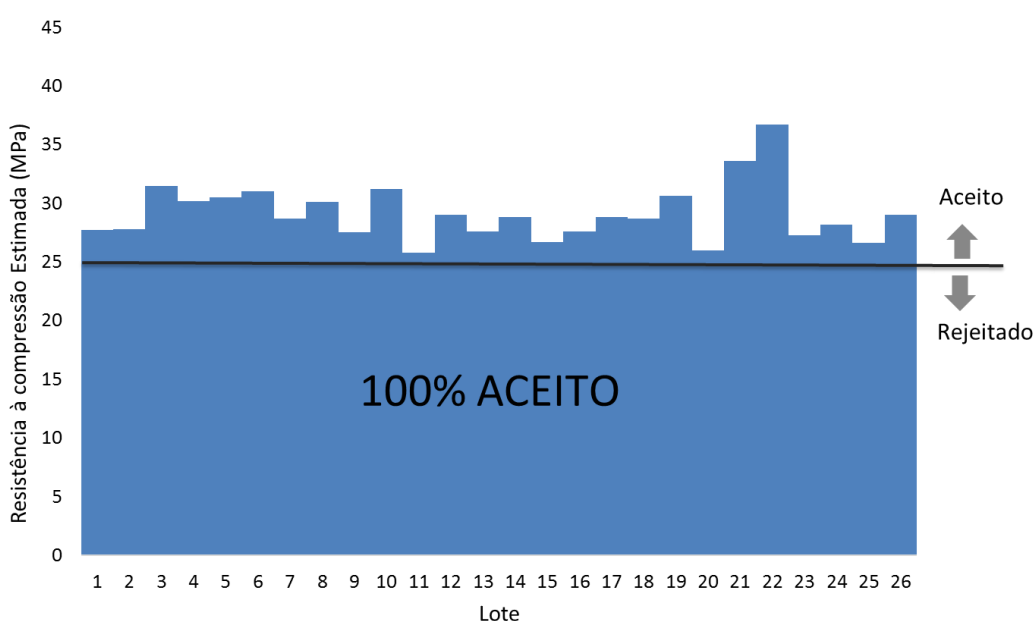
(fonte: elaborado pela autora)

5.1.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015

Após a organização de todos os resultados de resistência à compressão prosseguiu-se com a análise da conformidade dos lotes. Para início da análise, tomou-se como resistência característica à compressão estimada o maior dos dois valores obtidos nos ensaios aos 28 dias

de cada caminhão. A partir destes valores pode-se elaborar o gráfico apresentado na figura 19 e fazer a análise comparativa entre os resultados de resistência à compressão estimada de cada lote com a resistência característica definida pelo projeto estrutural igual a 25 MPa, conforme indicação da NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007). Dos 26 lotes analisados constatou-se que 100% dos resultados de resistência à compressão ensaiados aos 28 dias atendem à resistência característica especificada no projeto estrutural.

Figura 19 – Análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do o Fornecedor A / Laboratório A



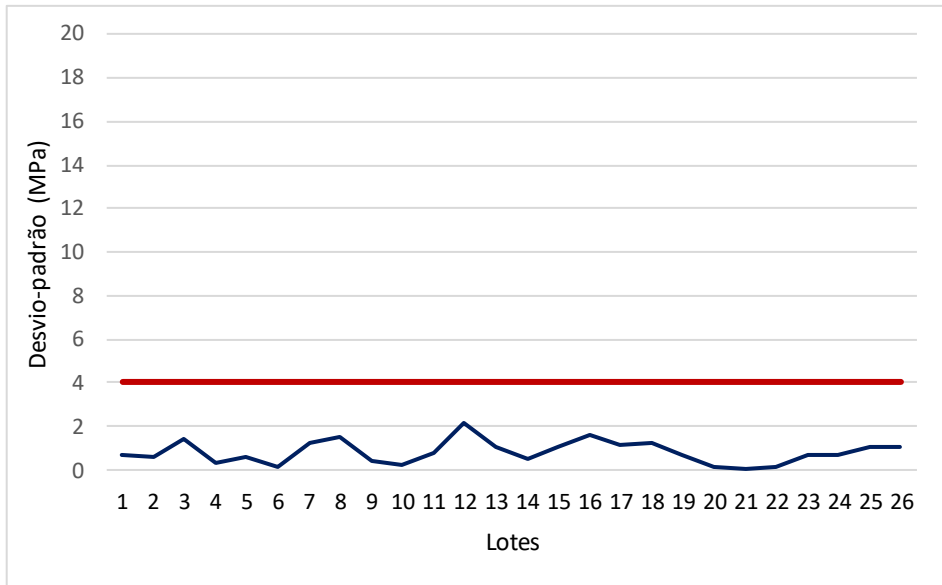
(fonte: elaborado pela autora)

5.1.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão

De acordo com Helene e Terzian (1992, p. 167) “acompanhar a evolução do desvio-padrão é, [...] o aspecto mais importante do controle da qualidade do processo de produção do concreto”, desta forma foram obtidos os valores de desvios-padrão entre exemplares de um mesmo lote para os ensaios realizados aos 7 dias e 28 dias, e podem ser visualizados nas figuras 20 e 21, respectivamente. Como não se tem conhecimento do desvio-padrão admitido pelo fornecedor para o cálculo da resistência de dosagem, foi utilizado como critério de comparação o valor de desvio-padrão de dosagem de 4,00 MPa especificado pela NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

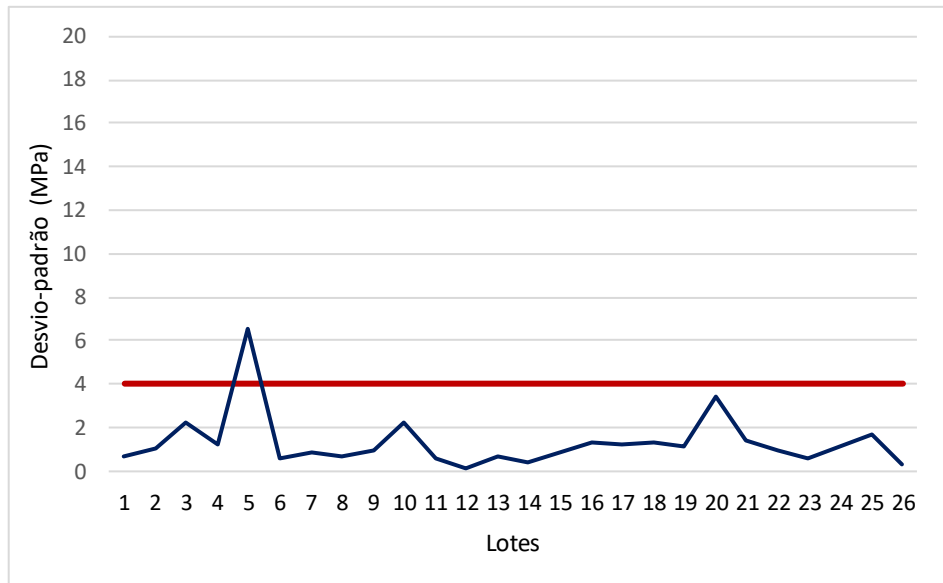
Pela figura 21 é possível observar o que o valor de desvio-padrão dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do lote 5, está acima do sugerido pela norma (4 MPa), mesmo lote identificado pela alta amplitude (figura 16) e deficiência nas operações de ensaio (figura 29).

Figura 20 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor A / Laboratório A



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 21 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor A / Laboratório A

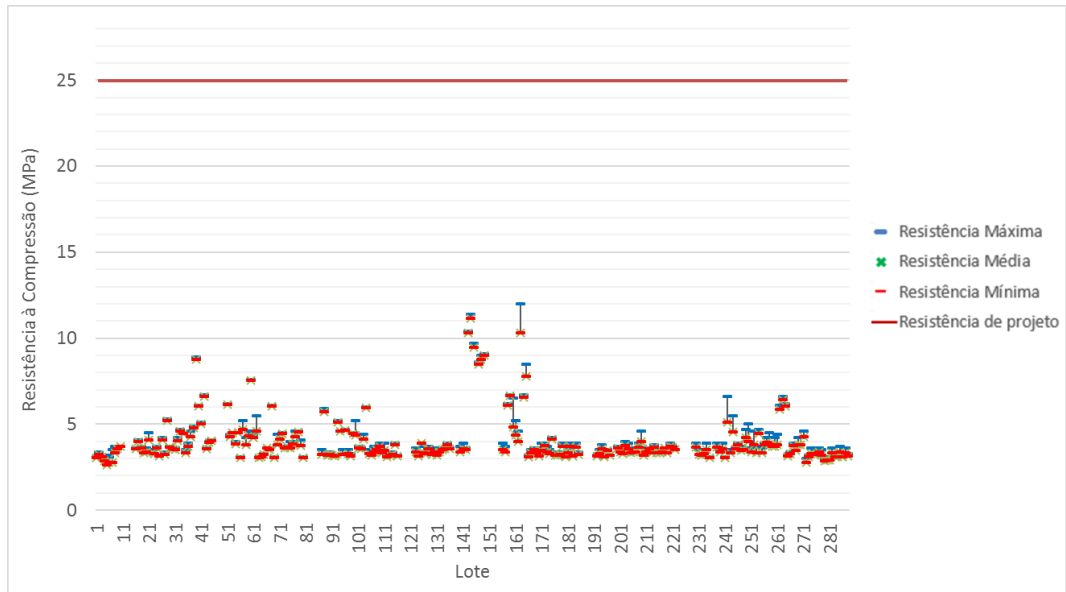


(fonte: elaborado pela autora)

5.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA B E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO A

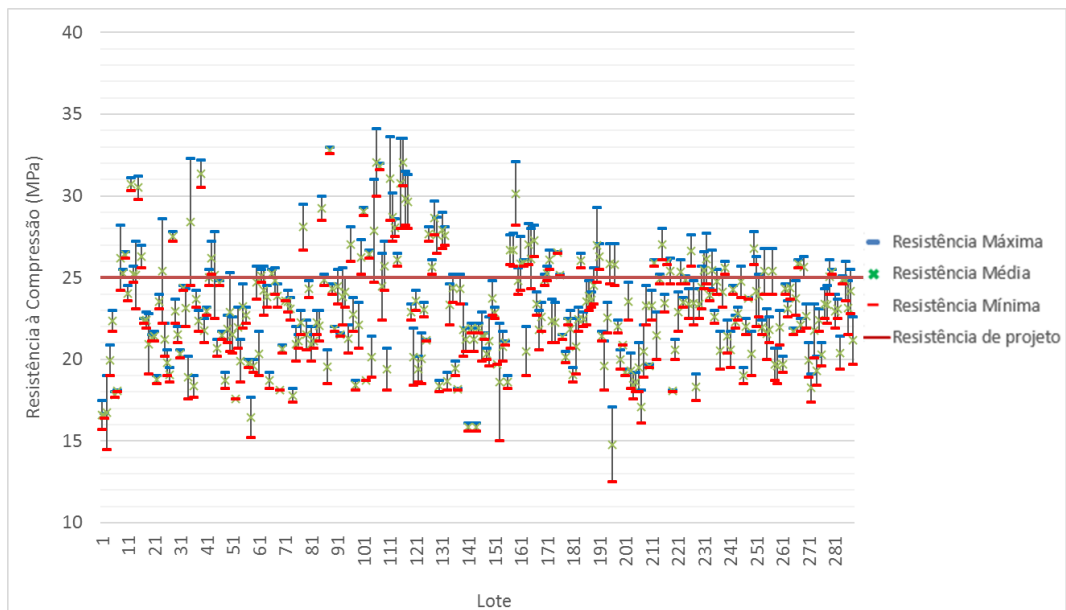
As figuras 22, 23 e 24 apresentam a variação dos valores de resistência à compressão de cada lote relacionado ao Fornecedor B / Laboratório A, para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias. Foi realizado o controle tecnológico por amostragem total nos 288 caminhões betoneira recebidos pela equipe de obra de abril a junho de 2016.

Figura 22 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A às 14 horas de idade



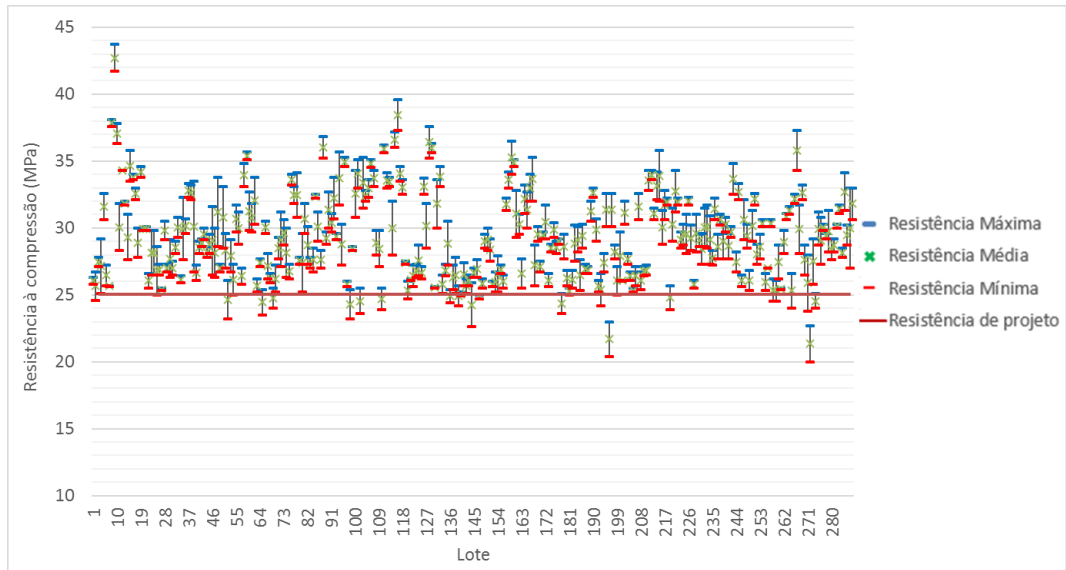
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 23 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A aos 7 dias de idade



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 24 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor B / Laboratório A aos 28 dias de idade

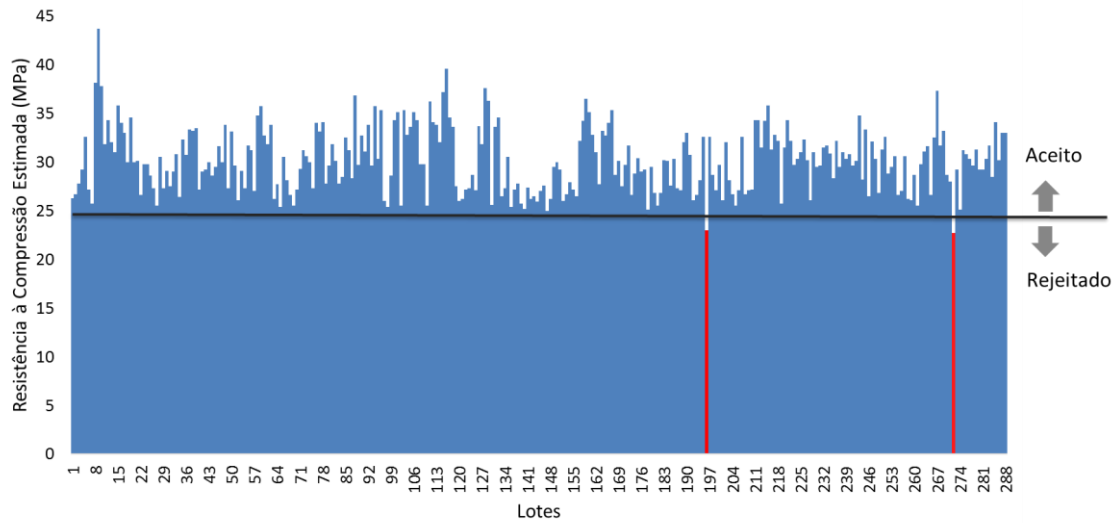


(fonte: elaborado pela autora)

5.2.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015

Da mesma maneira que realizado no item 5.1.3, os dados foram organizados de forma gráfica como pode ser visto na figura 24 para uma análise comparativa entre os resultados de resistência à compressão estimada de cada lote e a resistência característica definida pelo projeto estrutural (25 MPa). Dos 288 lotes analisados constatou-se que 99,99% dos resultados de resistência à compressão potenciais ensaiados aos 28 dias atendem à resistência característica especificada no projeto estrutural. Os lotes 196 e 272 com resistências estimadas de 23,00 MPa e 22,7 MPa, respectivamente, não atingiram a resistência característica mínima definida para a estrutura e foram rejeitados. A maior resistência estimada é de 43,7 MPa e representa o lote 9.

Figura 25 - Análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor B / Laboratório A

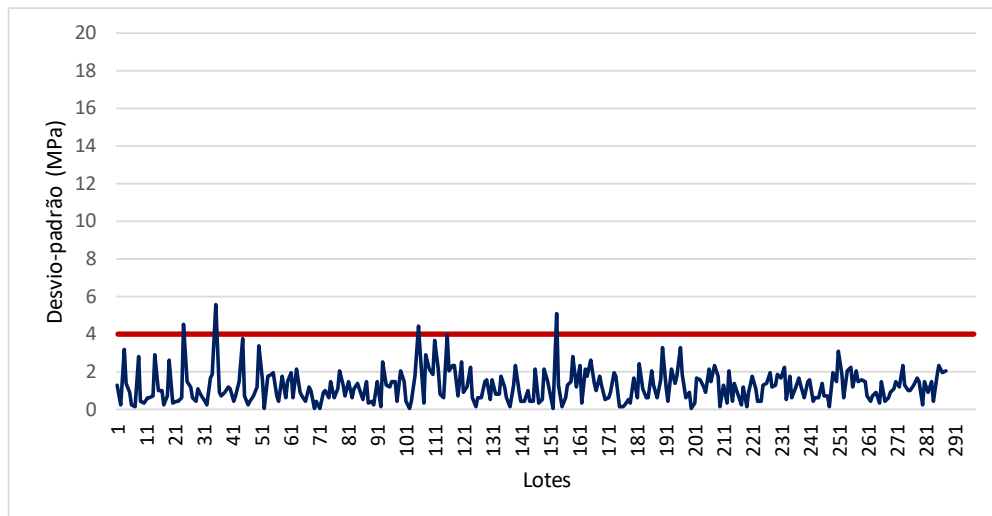


(fonte: elaborado pela autora)

5.2.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão

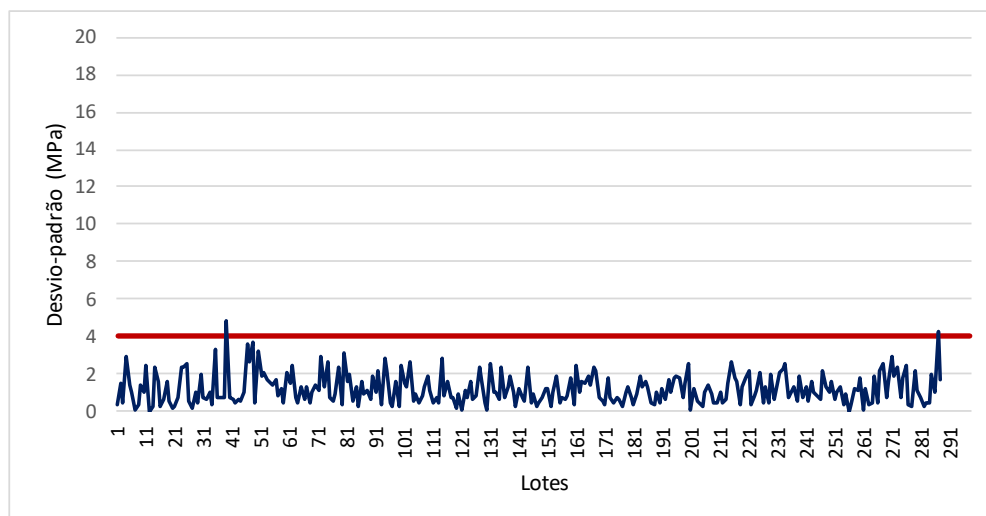
Da mesma maneira como realizado para o fornecedor A / Laboratório A, foram calculados os desvios-padrão para cada amostra aos 7 e aos 28 dias e representados nas figuras 26 e 27, respectivamente, e foi realizada a comparação com o valor de desvio-padrão admitido pela NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Os valores mais elevados de desvio-padrão aos 7 dias, que superam os 4 MPa, são relativos aos lotes 24, 35, 105 e 188, enquanto aos 28 dias os valores de desvio-padrão mais elevados foram encontrados nos lotes 39 e 287. Mesmos lotes identificados como deficientes na avaliação de desempenho de acordo com o descrito no item 5.4. Não foi encontrada nenhuma relação entre os desvios-padrão dos lotes rejeitados pela análise do item 5.2.1 com os valores mais significativos desta análise.

Figura 26 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor B / Laboratório A



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 27 – Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor B / Laboratório A

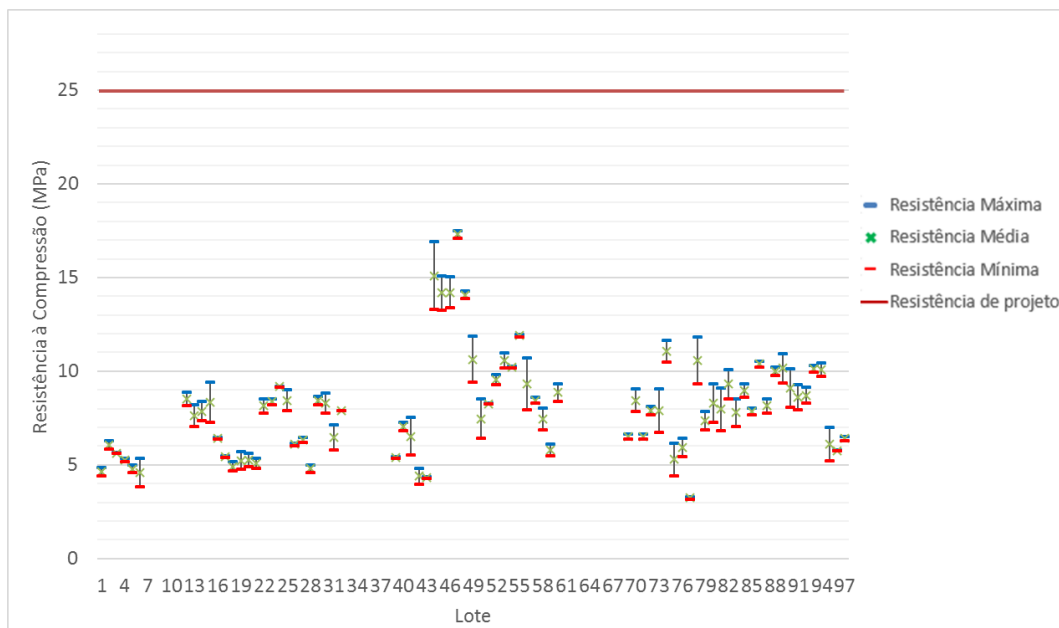


(fonte: elaborado pela autora)

5.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO FORNECIDO PELA EMPRESA C E ENSAIADO PELO LABORATÓRIO B

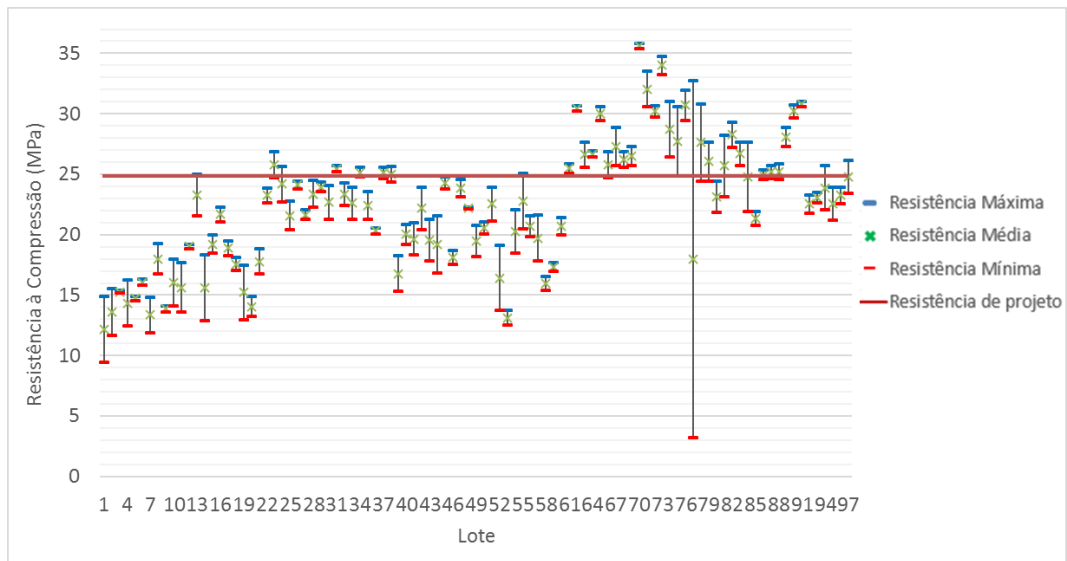
As figuras 28, 29 e 30 apresentam os dados coletados às 14 horas, 7 dias e 28 dias, respectivamente, e apresentam a variação da resistência à compressão máxima, média e mínima. Foi realizado o controle tecnológico por amostragem total nos 97 caminhões betoneira, que formaram os 97 lotes apresentados. Foi possível observar que alguns lotes apresentaram amplitudes maiores, como é o caso do lote 29 e 75 com amplitudes de 5,01 MPa e 4,02 MPa, para os valores aos 28 dias. Enquanto aos 7 dias se destaca o lote 77 com uma amplitude de 29,54 MPa, a causa dessa elevada amplitude de maneira isolada não foi identificada.

Figura 28 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B às 14 horas de idade



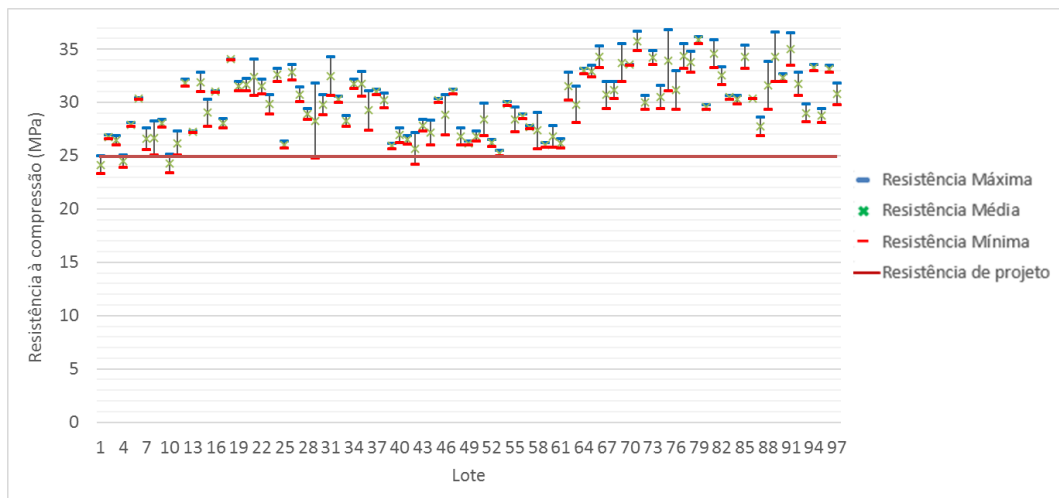
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 29 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B aos 7 dias de idade



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 30 – Resistências mínimas, médias e máximas obtidas para Fornecedor C / Laboratório B aos 28 dias de idade

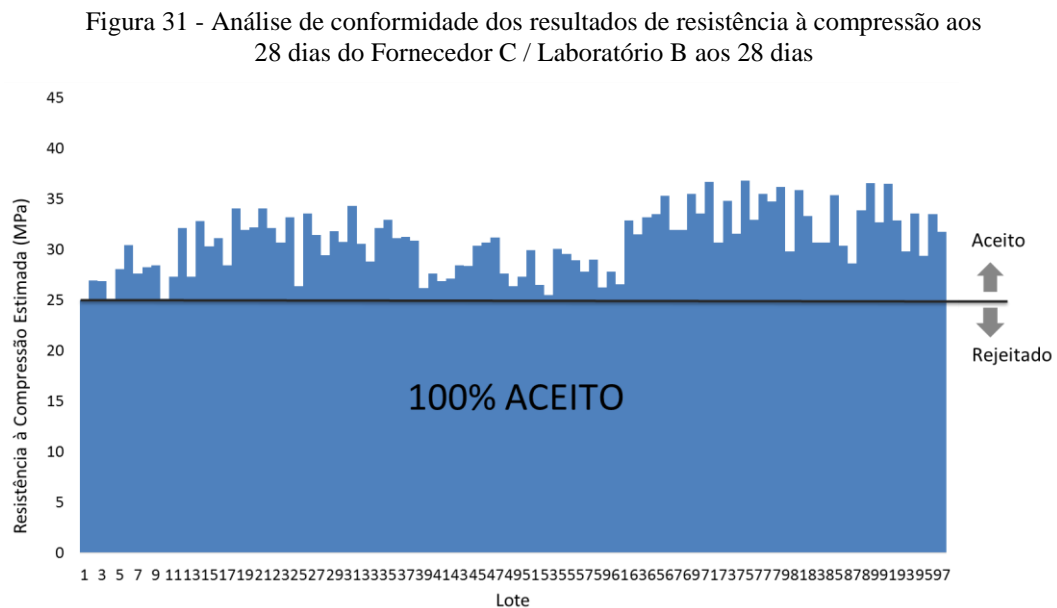


(fonte: elaborado pela autora)

5.3.1 Controle estatístico do concreto conforme a NBR 12655/2015

A avaliação da conformidade dos lotes em relação ao especificado pelo projeto estrutural foi realizado da mesma maneira que para as demais séries de dados coletados, segundo o estabelecido pela NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS,

2015). Através da análise das resistências estimadas dos 97 lotes pode-se afirmar que o concreto de 100% dos lotes atingiu a resistência mínima exigida pelo projeto estrutural. A maior resistência estimada é 36,80 MPa e representa o lote 75, enquanto a menor é 25,03 MPa e representa o lote 1. A figura 31 apresenta a análise de conformidade dos resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor C / Laboratório B aos 28 dias

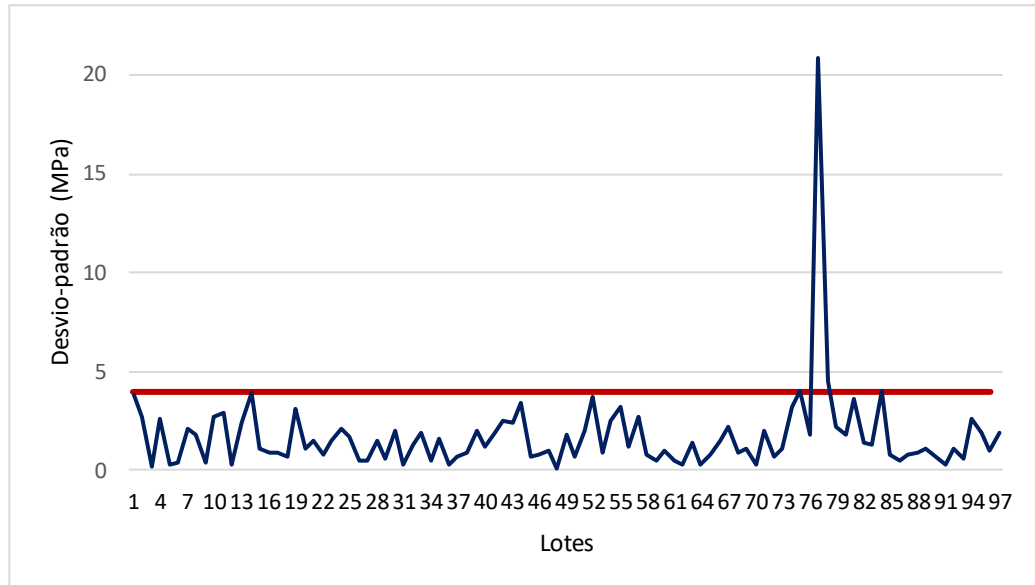


(fonte: elaborado pela autora)

5.3.2 Análise da variabilidade através do desvio-padrão

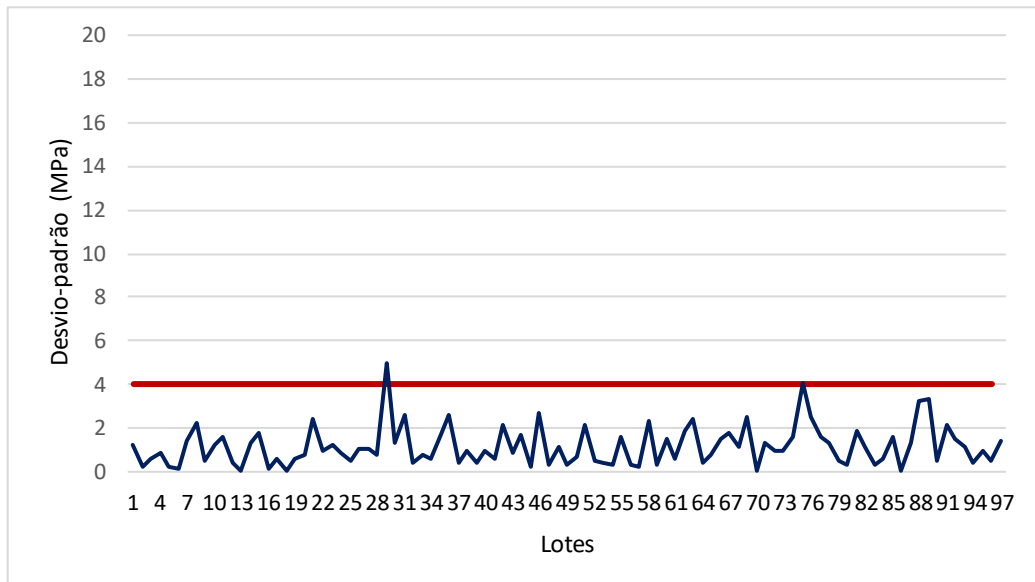
As figuras 32 e 33 apresentam os valores de desvio-padrão dos 97 lotes, e realizada a comparação entre os valores de desvio-padrão obtidos e o valor de referência, da mesma maneira realizada para o Fornecedor A / Laboratório A, Fornecedor B / Laboratório A. Para o este último caso foi observado que o lote 29 supera o valor de desvio-padrão sugerido em 1,01 MPa. Este lote já teve destaque no item 5.3 pelo alto valor da amplitude e também é classificado como deficiente pela avaliação de desempenho apresentada no item 5.4.

Figura 32 - Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 7 dias do Fornecedor C / Laboratório B



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 33 - Desvio-padrão para os resultados de resistência à compressão aos 28 dias do Fornecedor C / Laboratório B



(fonte: elaborado pela autora)

5.4 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DE DESEMPENHO DOS ENSAIOS CONFORME A NBR 5739/2007

Como citando anteriormente no capítulo 3, qualquer falha nos procedimentos de amostragem, moldagem e ruptura podem agregar variabilidade e alterar significativamente os resultados da resistência à compressão. Com o intuito de analisar a qualidade dos ensaios realizados pelos laboratórios A e B, este item apresenta a avaliação estatística de desempenho dos ensaios de resistência à compressão de acordo com o método especificado pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

Para a elaboração desta análise foram seguidos os procedimentos preconizados pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) que se trata da avaliação da eficiência das operações de ensaios com base no cálculo do coeficiente de variação e comparação com os valores padrão adotados pela norma. Para o cálculo dos coeficientes de variação de cada amostra foram utilizadas as equações 06 e 07 (páginas 33 e 34, respectivamente) e o coeficiente d_2 da tabela 1 (página 34). Foi adotado d_2 igual a 1,128 visto que se tem 2 corpos de prova por exemplar. Após o cálculo dos coeficientes de variação pode-se classificar cada lote, de acordo com os níveis especificados pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) e demonstrados esquematicamente na figura 34:

Figura 34 – Níveis de classificação dos coeficientes de variação segundo a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007)

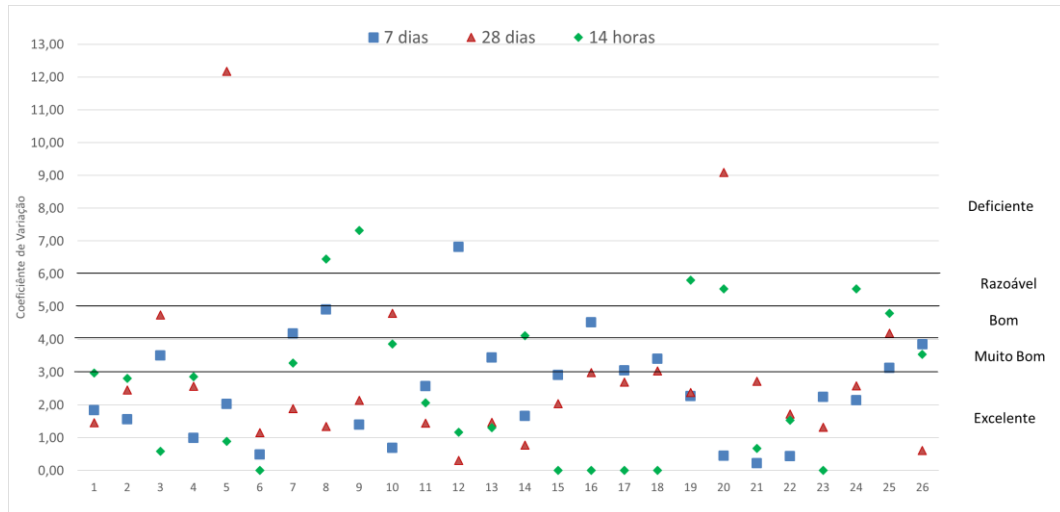


(fonte: elaborado pela autora)

Os valores de coeficiente de variação das resistências à compressão obtidos para as idades de 14 horas, 7 dias e 28 dias para o Fornecedor A / Laboratório A, para o Fornecedor B / Laboratório A e para o Fornecedor C / Laboratório B estão representados nas figuras 35, 36 e

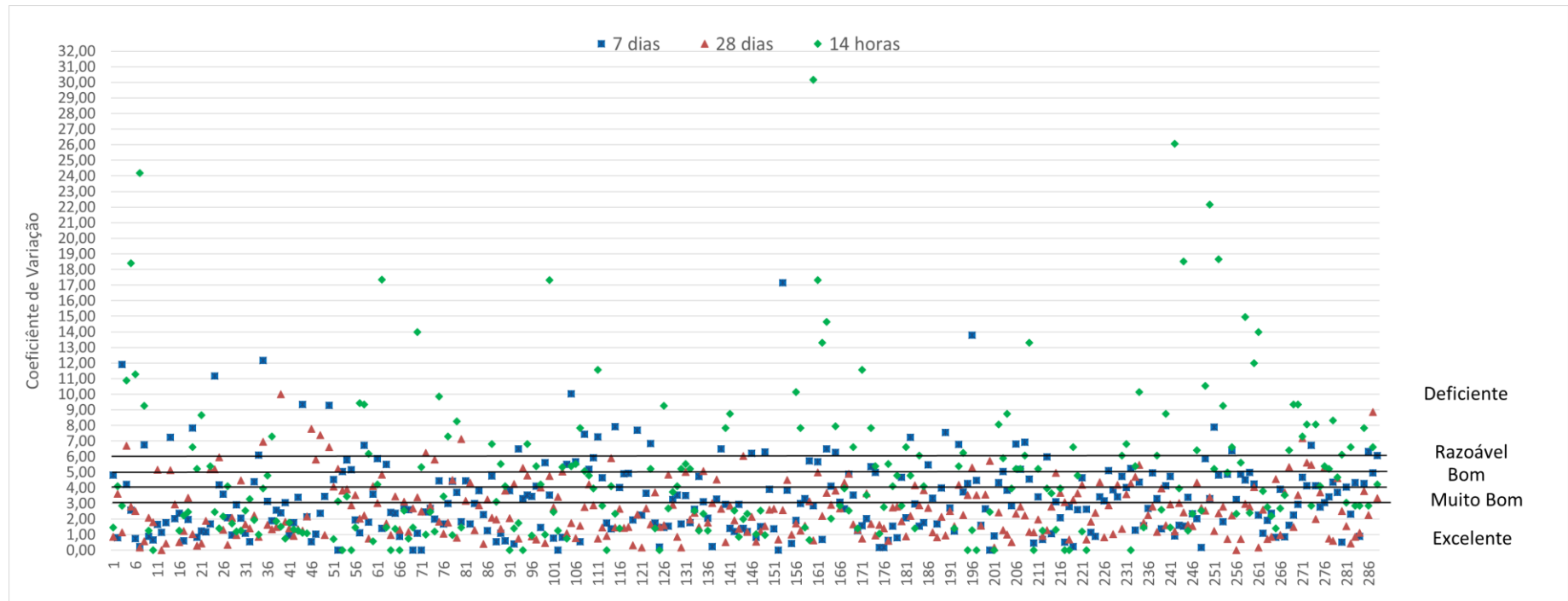
37 respectivamente. O Apêndice B apresenta os valores individuais de média, desvio padrão e amplitude utilizados para o cálculo dos coeficientes de variação.

Figura 35 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor A / Laboratório A para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias



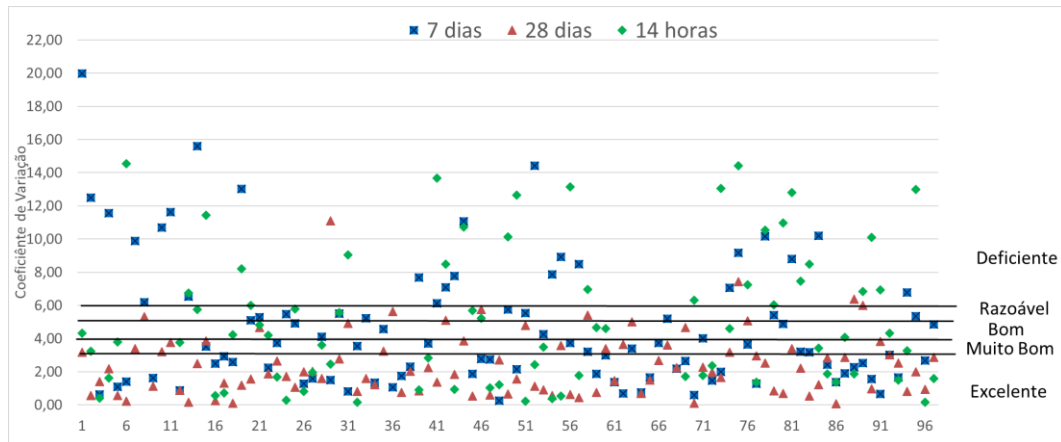
(fonte: elaborado pela autora)

Figura 36 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor B / Laboratório A para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 37 – Coeficientes de variação referentes ao Fornecedor C / Laboratório B para as idades: 14 horas, 7 dias e 28 dias



(fonte: elaborado pela autora)

Como o objeto de avaliação neste item é a eficiência das operações de ensaios por parte dos laboratórios e tem-se as mesmas especificações de concreto para todas as concreteiras, a análise pode ser realizada unindo-se todos os ensaios realizados pelo Laboratório A (concreto fornecido pelos Fornecedores A e B). As tabelas 7, 8 e 9 apresentam o percentual de amostras em cada nível de classificação para os dois laboratórios em estudo as três idades de ruptura. Através da análise das figuras 35, 36 e 37 e das tabelas 7, 8 e 9 observa-se uma grande concentração de amostras nos níveis Excelente, Muito Bom e Bom para os valores de resistência à compressão aos 28 dias. Enquanto que para os valores de resistência à compressão às 14 horas e 7 dias observa-se um maior número de ensaios classificados como razoável e deficiente.

Tabela 7 – Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios às 14 horas

Fornecedor	Classificação de desempenho dos ensaios às 14 horas				
	Excelente	Muito Bom	Bom	Razoável	Deficiente
Laboratório A	46%	8%	8%	11%	27%
Laboratório B	38%	9%	12%	6%	35%

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 8 – Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios aos 7 dias

Fornecedor	Classificação de desempenho dos ensaios aos 7 dias				
	Excelente	Muito Bom	Bom	Razoável	Deficiente
Laboratório A	52%	15%	15%	6%	11%
Laboratório B	44%	12%	7%	10%	26%

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 9– Percentual de amostras por nível de classificação de desempenho dos ensaios de acordo com NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) para ensaios aos 28 dias

Fornecedor	Classificação de desempenho dos ensaios aos 28 dias				
	Excelente	Muito Bom	Bom	Razoável	Deficiente
Laboratório A	68%	12%	10%	6%	4%
Laboratório B	69%	15%	4%	8%	3%

(fonte: elaborado pela autora)

Um dos possíveis motivos pelo qual os ensaios realizados após 14 horas da moldagem, possuírem um elevado número de lotes classificados entre razoável e deficiente, pode ser a sensibilidade da resistência à compressão nas idades iniciais. Foi verificado que não houve rigor sobre o controle dos horários de início das concretagens e horários das chegadas de cada um dos caminhões betoneira na obra, havendo a possibilidade dos resultados de 14 horas serem referentes a ensaios realizados em uma faixa horária de 13 a 18 horas.

Considerando que houve concretagem diariamente, de segunda a sábado, e que os serviços de concretagem iniciam somente após a verificação da resistência inicial dos corpos de prova, se descarta a possibilidade de os ensaios serem realizados após 19 horas ou mais, da moldagem dos corpos de prova, pois impossibilitaria a realização da concretagem naquele dia, em horário de jornada normal de trabalho.

Ao se tratar de sensibilidade da resistência à compressão nas idades iniciais, se destaca a tolerância de tempo permitida pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007), que indica uma tolerância de apenas 0,5 horas para ensaios realizados após 24 horas contadas a partir da data de moldagem dos corpos de prova, conforme descrito na tabela 2 (página 36) deste trabalho. Para os resultados de resistência a compressão realizados 7 dias e 28 dias após a data da moldagem, se considera este fator como de menor relevância, visto que as tolerâncias permitidas pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) são 6 horas e 24 horas, respectivamente.

Outros fatores que agregam variabilidade aos resultados de resistência à compressão do concreto são a variabilidade dos materiais utilizados para produção do concreto, possível falta de padronização nos procedimentos de produção do concreto pelos fornecedores, variabilidade dos procedimentos de ensaio, desde a amostragem, coleta e ruptura dos corpos de prova.

Conforme abordado no capítulo 3 deste trabalho, a alteração do ponto de coleta das amostras ao longo da descarga do caminhão betoneira, de acordo com estudo realizado por Mascolo (2012) ou os equipamentos utilizado para o executar o acabamento superficial dos corpos de prova de acordo com os trabalhos de conclusão de curso de Fernandes (2011) e Chies (2011), também podem agregar variabilidade nos resultados de resistência à compressão axial.

Helene e Terzian (1993) classificam as causas da variação nos resultados de resistência à compressão em quatro grandes itens: devido aos materiais, à mão de obra, devido aos equipamentos e devido aos procedimentos de ensaios. O quadro 8 apresenta o efeito máximo que cada causa pode afetar no resultado.

Quadro 8 – Principais fatores que influenciam o resultado da resistência à compressão

Causas da Variação	Efeito máximo no resultado
A - Materiais * variabilidade da resistência do cimento * variabilidade da quantidade total de água * variabilidade dos agregados	± 12% ± 15% ± 8%
B - Mão de Obra * Variabilidade do tempo e procedimento de mistura	-30%

C- Equipamento *ausência de aferição de balanças *mistura inicial, sobre e subcarregamento, correias, etc.	- 15% - 10%
D - Procedimentos de ensaio * coleta imprecisa *adesamento inadequado *cura (efeito considerado aos 28 dias ou mais) *remate inadequado dos topos *ruptura (velocidade de carregamento)	- 10% -50%

(fonte: HELENE E TERZIAN, 1993, p. 135)

5.5 COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ENTRE OS TRÊS FORNECEDORES ATRAVÉS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIAS

Com o objetivo de identificar se existe diferença entre o concreto fornecido por cada um dos três diferentes fornecedores, foi realizada a análise de variância pelo método ANOVA de fator único. Esta análise estatística permite identificar se os valores de uma variável de resposta medidos em diversos níveis se diferem, mesmo com amostras de diferentes tamanhos, como é o caso deste trabalho.

As análises foram elaboradas com auxílio do software *Statistica*, considerando como fator controlável a resistência à compressão em três níveis: Fornecedor A, Fornecedor B e Fornecedor C. Os resultados para as três idades de ensaios, 14 horas, 7 dias e 28 dias, são apresentadas nas tabelas 10, 11 e 12, e as análises aos pares apresentadas nas tabelas 13, 14 e 15, respectivamente.

Tabela 10 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados às 14 horas

14 horas						
	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p	Significância
Fornecedor	1031,143	2	515,571	132,078	0,0000	sim
Erro	1217,904	312	3,904			

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 11 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 7 dias

7 dias						
	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p	Significância
Fornecedor	226,84	2	113,42	7,31	0,000761	sim
Erro	6347,55	409	15,52			

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 12 – análise de variância (ANOVA) para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 28 dias

28 dias						
	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p	Significância
Fornecedor	29,0	2	14,5	1,24	0,290651	não
Erro	4780,5	409	11,7			

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 13 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados às 14 horas

Teste F - 14 horas			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	-	V.S.	V.S.
Fornecedor B	V.S.	-	V.S.
Fornecedor C	V.S.	V.S.	-

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 14 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 7 dias

Teste F - 7 dias			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	-	V.S.	V.S.
Fornecedor B	V.S.	-	V.N.S.
Fornecedor C	V.S.	V.N.S.	-

(fonte: elaborado pela autora)

Tabela 15 – teste F para a resistência a compressão para ensaios realizados aos 28 dias

Teste F - 28 dias			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	-	V.N.S.	V.N.S.
Fornecedor B	V.N.S.	-	V.N.S.
Fornecedor C	V.N.S.	V.N.S.	-

(fonte: elaborado pela autora)

Com uma confiabilidade de 95%, para as análises onde se obteve valores de p inferiores a 0,05 (5%), afirma-se a empresa fornecedora do concreto tem significância sobre os valores de

resistência à compressão. Desta maneira, conclui-se que para as resistências à compressão axial obtidas nos ensaios realizados às 14 horas e aos 7 dias, existe diferença significativa entre o concreto fornecido pelas empresas A, B e C. Ao realizar a análise aos pares, identifica-se que para a idade de ensaio de 7 dias, não há diferença significativa entre o concreto fornecido pelos fornecedores B e C.

Para os ensaios realizados aos 28 dias, não foi constatada diferença significativa entre os concretos fornecido pelos diferentes fornecedores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento realizado teve por objetivo realizar a verificação da conformidade e variabilidade dos valores de resistência à compressão do concreto usinado e bombeado fornecido por três diferentes fornecedores e avaliados por laboratórios distintos para uma mesma obra de Porto Alegre.

Tendo como base as informações obtidas neste experimento, conclui-se que as três empresas de fornecimento de concreto usinado que atenderam a obra em estudo, Fornecedor A, Fornecedor B e Fornecedor C, apresentaram desempenho satisfatório quanto a atender a resistência característica de projeto, segundo a verificação de conformidade realizado segundo NBR 12655 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Pode-se afirmar também que os dois laboratórios envolvidos na pesquisa apresentaram comportamento similar, segundo a avaliação de desempenho dos ensaios, realizada de acordo com a NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007). Ambos laboratórios apresentam um melhor desempenho quanto maior for a idade de ruptura, considerando uma das causas a sensibilidade da resistência à compressão e um possível descuido quanto ao horário de ruptura nas idades iniciais, sendo esta também uma das causas de variabilidade.

Sobre a análise comparativa entre o concreto fornecido pelos diferentes fornecedores, conclui-se que para as resistências à compressão axial obtidas nos ensaios realizados às 14 horas e aos 7 dias, existe diferença significativa entre o concreto fornecido pelas três empresas. Entretanto, para os ensaios realizados aos 28 dias, não foi constatada diferença significativa entre elas. Ao realizar a análise aos pares, identificou-se que para a idade de ensaio de 7 dias, não há diferença significativa entre o concreto fornecido pelos fornecedores B e C.

REFERÊNCIAS

AMORIM, K. **Nova norma de concreto de cimento Portland é publicada e entra em vigor em fevereiro**. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/normas-legislacao/nova-norma-de-concreto-de-cimento-portland-e-publicada-e-337694-1.aspx>>. Acesso em: 13 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. (BT-106).

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

_____. **NBR 12655**: concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 7212**: execução de concreto dosado em central - procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 5739**: concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

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

_____. **NBR NM 33**: concreto – amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, 1998.

CHIES, J. A. **Corpos-de-prova submetidos à compressão: influência do tipo de preparação das faces para diferentes níveis de resistência do concreto**. 2011. 87 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EMIC. **Série PC EMIC prensas de Compressão para Laboratório**. Disponível em <http://www.emic.com.br/arquivos/pcserieemic_brochurev1_34758.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2017.

FARIA, R. **Análise concreta: para professor, atendimento do fck de projeto não deve ser visto isoladamente**. Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 17; nov. 2009a.

FERNANDES, M. C. **Influência da retificação de superfícies de corpo de prova na variabilidade da resistência à compressão no controle tecnológico do concreto**. 2011. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GIRARDI, R. **Contribuição ao estudo da variabilidade do cimento Portland brasileiro**. Porto Alegre, 2014.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo : Pini, 1993.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de Cimento Portland**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. São Paulo: IBRACON, 2010.

MASCOLO, R. **Concreto usinado: Análise da variação da resistência à compressão e de propriedades físicas ao longo da descarga do caminhão betoneira**. Conclusão (Mestre em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, 2012.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 1. ed. (4 tiragem) São Paulo: Pini, 1998 (tiragem 2001).

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A. M. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. 13. ed. São Paulo : Globo, 1998.

PILZ, S. E. **Produção de concreto: verificação da variabilidade da resistência à compressão do concreto em empresas construtoras da cidade de Chapecó**. Trabalho de Conclusão (Mestre em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, 2005.

RECENA, F. A. P. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

SILVA, F. B. DA. **Fôrmas de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas no local**. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/153/artigo286659-1.aspx>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

APÊNDICE A – Resultados individuais de resistência à compressão às 14 horas, 7 dias e 28 dias, abatimento de tronco de cone e datas de moldagem dos corpos de prova referentes ao Fornecedor A / Laboratório A, Fornecedor B / Laboratório A e Fornecedor C / Laboratório B

Fornecedor A / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares - 14 horas (MPa)		Exemplares - 7 dias (MPa)		Exemplares - 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
1	18/04/2016	7,70	7,2	23,50	24,50	27,70	26,80	250
2	18/04/2016	6,50	6,1	23,00	22,20	26,30	27,80	250
3	18/04/2016	7,60	7,5	24,20	26,20	31,50	28,30	250
4	19/04/2016	12,00	12,8	18,00	17,60	28,50	30,20	-
5	19/04/2016	10,00	9,8	17,00	17,80	38,50	29,20	-
6	19/04/2016	11,00	11	17,90	18,10	30,20	31,00	-
7	20/04/2016	5,20	5,6	18,20	20,00	27,50	28,70	250
8	20/04/2016	5,90	5,1	20,00	17,90	29,20	30,10	250
9	20/04/2016	5,00	5,9	19,20	18,60	26,20	27,50	250
10	20/04/2016	6,00	5,5	19,00	19,30	28,00	31,20	250
11	22/04/2016	4,20	4,4	18,40	19,50	24,20	25,00	250
12	22/04/2016	7,50	7,7	18,00	21,00	28,80	29,00	250
13	22/04/2016	6,90	6,7	18,50	20,00	27,60	26,70	250
14	22/04/2016	7,20	7,9	18,30	19,00	28,80	28,30	250
15	23/04/2016	-	-	23,50	22,00	26,70	25,50	250
16	23/04/2016	-	-	23,70	21,40	27,60	25,80	250
17	23/04/2016	-	-	22,40	24,00	27,10	28,80	250
18	23/04/2016	-	-	24,30	22,50	28,70	26,80	250
19	25/04/2016	5,70	5,00	19,00	20,00	29,00	30,60	250
20	25/04/2016	3,40	3,00	19,30	19,50	21,00	25,80	250
21	25/04/2016	6,60	6,50	19,30	19,20	31,60	33,60	250
22	25/04/2016	5,90	5,70	19,80	20,00	36,70	35,30	250

continua

continuação

Fornecedor A / Laboratório A

Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares - 14 horas (MPa)		Exemplares - 7 dias (MPa)		Exemplares - 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
23	26/04/2016	2,00	3,90	20,20	19,20	26,50	27,30	250
24	26/04/2016	3,00	3,40	20,20	21,20	28,20	26,60	250
25	26/04/2016	3,90	3,50	20,50	22,00	24,20	26,60	250
26	26/04/2016	3,60	3,90	16,50	18,00	29,00	28,60	250

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
1	27/04/2016	3,00	3,10	17,50	15,70	26,30	25,80	180
2	27/04/2016	3,40	3,10	16,40	16,70	26,70	24,60	230
3	27/04/2016	3,00	3,20	14,50	19,00	27,80	27,10	230
4	28/04/2016	2,50	3,20	20,90	19,00	29,20	25,10	180
5	28/04/2016	3,20	2,10	21,70	23,00	30,60	32,60	220
6	28/04/2016	2,40	3,10	17,70	18,00	27,20	25,70	230
7	28/04/2016	2,00	3,50	18,10	18,00	25,70	25,60	0
8	29/04/2016	3,00	3,70	24,20	28,20	37,60	38,10	230
9	29/04/2016	3,50	3,60	25,50	25,00	43,70	41,70	240
10	29/04/2016	3,70	3,70	26,20	26,60	36,30	37,80	230
11	30/04/2016	-	-	24,50	23,60	28,30	31,80	230
12	30/04/2016	-	-	30,30	31,10	34,30	34,30	230
13	30/04/2016	-	-	24,70	25,70	32,00	31,70	230
14	30/04/2016	-	-	27,20	23,10	27,60	31,00	230
15	30/04/2016	-	-	31,20	29,80	33,50	35,80	230
16	02/05/2016	3,60	3,50	25,60	27,00	33,60	34,00	230
17	02/05/2016	4,10	3,90	22,50	22,20	33,00	32,10	230
18	02/05/2016	3,70	3,50	22,90	21,90	27,80	30,00	240
19	02/05/2016	3,60	3,10	22,80	19,10	34,60	33,80	240
20	02/05/2016	3,60	3,20	21,50	21,10	29,80	30,00	230
21	02/05/2016	3,70	4,50	21,70	21,10	29,80	30,10	240
22	03/05/2016			19,00	18,50	26,60	25,50	250

continua

ntinuaçãoFornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
22	03/05/2016			19,00	18,50	26,60	25,50	250
23	03/05/2016	3,50	3,10	23,10	24,00	29,80	26,50	22
24	03/05/2016	3,50	3,70	22,20	28,60	29,80	26,50	220
25	03/05/2016	3,10	3,20	22,20	20,20	28,60	25,00	230
26	03/05/2016	4,20	4,00	20,60	19,00	27,30	26,50	250
27	03/05/2016	3,10	3,40	18,60	19,50	25,30	25,50	240
28	03/05/2016	5,10	5,30	27,20	27,80	29,10	30,50	240
29	04/05/2016	3,70	3,60	22,20	23,70	26,70	27,30	240
30	04/05/2016	3,60	3,50	21,00	22,00	26,30	29,10	240
31	04/05/2016	3,40	3,60	20,60	20,10	26,50	27,50	250
32	04/05/2016	3,90	4,20	24,50	24,20	29,00	28,10	240
33	04/05/2016	4,70	4,50	24,30	22,00	29,30	30,80	240
34	04/05/2016	4,40	4,50	20,20	17,60	25,90	26,40	250
35	05/05/2016	3,20	3,50	24,50	32,30	32,30	27,60	240
	05/05/2016	3,50	3,90	19,00	17,70	29,60	30,70	250
37	05/05/2016	4,60	3,90	23,20	24,20	33,30	32,30	250
38	05/05/2016	4,90	4,70	21,70	23,00	33,20	32,10	260
39	05/05/2016	8,60	8,90	30,50	32,20	33,50	26,70	240
40	06/05/2016	6,10	6,00	21,00	22,50	27,20	26,10	230
41	06/05/2016	5,10	4,90	23,20	22,70	29,00	28,10	240
42	06/05/2016	6,50	6,70	25,50	24,50	29,20	28,60	240
43	06/05/2016	3,60	3,50	25,20	27,20	30,00	29,10	230
44	06/05/2016	3,90	4,00	27,80	22,50	27,80	28,60	240

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
45	06/05/2016	4,00	4,10	21,20	20,20	29,50	28,10	250
46	07/05/2016	-	-	24,80	24,50	31,60	26,50	240
47	07/05/2016	-	-	21,20	21,70	30,00	26,30	250
48	07/05/2016	-	-	18,20	19,20	33,80	28,60	250
49	07/05/2016	-	-	21,00	22,70	26,70	27,30	230
50	07/05/2016	-	-	25,30	20,50	28,50	33,10	240
51	09/05/2016	6,20	6,10	20,40	22,60	27,00	29,60	240
52	09/05/2016	4,10	4,40	17,60	17,60	23,20	26,10	250
53	09/05/2016	4,50	4,50	20,70	23,20	26,70	29,10	250
54	09/05/2016	3,70	4,00	21,20	18,60	27,30	25,00	240
55	09/05/2016	4,50	4,50	21,90	24,60	29,70	31,70	220
56	09/05/2016	3,10	3,00	22,20	23,20	28,80	31,20	240
57	10/05/2016	4,20	5,20	19,50	20,00	27,00	25,80	240
58	10/05/2016	3,40	4,20	15,20	17,70	33,10	34,80	240
59	10/05/2016	4,00	4,60	19,20	20,00	35,10	35,70	230
60	10/05/2016	7,50	7,60	25,70	23,70	32,70	29,80	250
61	10/05/2016	4,00	4,40	21,70	19,00	29,70	31,80	250
62	10/05/2016	3,70	5,50	24,70	25,50	33,80	30,30	240
63	11/05/2016	3,10	3,00	25,70	22,70	25,20	26,20	240
64	11/05/2016	3,10	3,10	23,20	24,50	27,10	27,70	250
65	11/05/2016	3,30	3,20	18,20	19,20	25,40	23,50	240
66	11/05/2016	3,60	3,60	25,50	25,00	30,50	29,60	230

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
67	11/05/2016	3,40	3,60	25,60	24,00	28,10	26,20	240
68	11/05/2016	6,00	6,10	24,60	23,20	25,90	26,60	240
69	12/05/2016	3,10	3,00	18,10	18,10	24,00	25,50	240
70	12/05/2016	3,20	4,40	20,90	20,40	25,20	27,20	240
71	12/05/2016	3,90	4,40	23,60	23,60	27,70	29,30	250
72	12/05/2016	4,50	4,40	24,20	22,90	27,10	31,20	250
73	12/05/2016	3,70	3,50	23,80	22,40	28,70	30,60	240
74	12/05/2016	3,70	3,60	18,20	17,40	30,00	26,30	250
75	13/05/2016	3,20	4,00	22,00	19,90	26,20	27,30	240
76	13/05/2016	3,70	4,00	20,70	21,50	33,20	34,00	250
77	13/05/2016	4,60	3,90	23,00	21,50	33,10	31,80	240
78	13/05/2016	4,50	4,60	29,50	26,70	30,80	34,10	240
79	13/05/2016	3,40	4,10	22,40	20,60	27,80	27,30	240
80	13/05/2016	3,00	3,10	24,80	23,80	25,20	29,60	250
81	14/05/2016	-	-	22,00	19,90	29,60	31,80	240
82	14/05/2016	-	-	20,70	21,50	27,30	30,10	240
83	14/05/2016	-	-	23,00	21,50	27,00	27,80	250
84	14/05/2016	-	-	23,00	21,10	28,50	26,70	240
85	14/05/2016	-	-	28,50	30,00	32,50	32,20	230
86	14/05/2016	-	-	25,20	24,50	31,20	29,00	240
87	16/05/2016	3,50	3,00	20,60	18,50	27,00	28,30	240
88	16/05/2016	5,90	5,50	32,60	33,00	36,80	35,20	250

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
89	16/05/2016	3,00	3,40	24,60	24,00	29,70	28,80	240
90	16/05/2016	3,10	3,40	22,00	21,70	32,70	30,00	250
91	16/05/2016	3,20	3,20	23,40	25,50	31,10	29,70	230
92	16/05/2016	3,20	3,10	21,40	21,60	30,70	33,80	240
93	17/05/2016	5,00	5,20	22,10	25,60	29,10	29,60	230
94	17/05/2016	4,60	4,60	23,20	25,00	35,70	31,70	240
95	17/05/2016	3,50	3,00	20,40	22,10	27,20	30,30	250
96	17/05/2016	4,60	4,70	26,00	28,10	34,60	35,30	240
97	17/05/2016	3,50	3,10	23,80	21,70	26,00	25,60	250
98	17/05/2016	3,00	3,30	18,10	18,70	25,40	23,20	250
99	18/05/2016	4,40	4,50	23,50	20,70	28,30	28,60	240
100	18/05/2016	3,50	5,20	25,20	27,30	30,80	34,30	230
101	18/05/2016	3,50	3,70	28,80	29,30	33,00	35,10	250
102	18/05/2016	3,60	3,50	18,70	18,70	25,50	23,60	230
103	18/05/2016	3,90	4,40	26,20	26,70	35,30	31,50	240
104	18/05/2016	5,90	6,00	18,90	21,40	32,80	32,00	240
105	19/05/2016	3,50	3,10	31,00	24,70	33,60	32,30	240
106	19/05/2016	3,40	3,00	30,00	34,10	35,10	34,50	250
107	19/05/2016	3,70	3,10	32,00	31,60	33,10	34,30	240
108	19/05/2016	3,30	3,70	22,40	26,50	29,80	28,00	230
109	19/05/2016	3,50	3,90	24,20	27,20	29,80	27,10	240
110	19/05/2016	3,50	3,20	20,70	18,10	25,50	23,90	250

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
111	20/05/2016	3,90	3,00	33,60	28,50	36,20	35,60	180
112	20/05/2016	3,20	3,00	27,20	30,20	33,00	34,10	175
113	20/05/2016	3,20	3,20	27,50	28,60	33,80	33,10	190
114	20/05/2016	3,10	3,40	25,70	26,50	32,00	28,00	185
115	20/05/2016	3,70	3,90	28,00	33,50	36,00	37,20	190
116	20/05/2016	3,20	3,10	33,50	30,60	37,30	39,60	195
117	21/05/2016	-	-	31,50	28,20	33,50	34,60	200
118	21/05/2016	-	-	28,00	31,30	33,60	32,50	195
119	21/05/2016	-	-	23,40	22,40	27,30	27,50	190
120	21/05/2016	-	-	21,90	18,40	24,70	26,00	200
121	21/05/2016	-	-	23,00	24,20	26,20	26,10	190
122	21/05/2016	-	-	20,20	18,60	27,20	25,60	195
123	23/05/2016	3,20	3,60	21,60	18,50	27,30	26,30	195
124	23/05/2016	3,10	3,20	22,60	23,50	28,70	26,40	200
125	23/05/2016	3,90	3,90	21,20	21,10	27,10	26,20	190
126	23/05/2016	3,00	3,70	28,10	27,20	32,50	33,70	195
127	23/05/2016	3,20	3,40	25,20	26,10	31,80	28,50	200
128	23/05/2016	3,70	3,40	27,60	29,70	35,20	37,60	200
129	23/05/2016	3,10	3,40	26,50	28,70	35,60	36,30	190
130	24/05/2016	3,60	3,20	18,70	18,00	25,60	25,50	240
131	24/05/2016	3,00	3,40	26,80	29,00	33,60	30,00	230
132	24/05/2016	3,60	3,20	28,10	27,00	34,60	33,10	240
133	24/05/2016	3,40	3,60	19,20	18,10	25,10	26,50	240

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	5	5	6	
134	24/05/2016	3,50	3,60	24,60	22,10	26,40	27,30	250
135	24/05/2016	3,70	3,90	23,50	25,20	27,20	30,50	240
136	24/05/2016	3,50	3,60	19,00	19,90	24,40	25,40	290
137	25/05/2016	-	-	18,20	18,10	27,20	25,40	250
138	25/05/2016	-	-	25,20	23,40	27,80	25,10	240
139	25/05/2016	-	-	23,40	20,20	24,20	25,70	230
140	25/05/2016	3,70	3,10	21,90	20,50	25,20	24,90	240
141	25/05/2016	3,20	3,90	16,10	15,60	25,70	27,40	250
142	25/05/2016	3,40	3,60	22,20	21,60	26,20	25,10	240
143	27/05/2016	10,20	10,40	21,90	20,50	25,70	26,50	120
144	27/05/2016	10,90	11,40	16,10	15,60	25,90	22,60	240
145	27/05/2016	9,20	9,70	22,20	21,60	26,30	27,00	250
146	27/05/2016	-	-	22,90	19,90	26,30	27,60	230
147	27/05/2016	8,60	8,40	21,60	21,20	24,70	25,00	250
148	27/05/2016	8,50	9,00	20,70	20,00	25,50	26,20	240
149	27/05/2016	8,90	9,10	22,60	19,60	28,50	29,50	230
150	28/05/2016	-	-	24,80	22,70	30,00	28,30	240
151	28/05/2016	-	-	23,20	22,50	29,20	27,50	230
152	28/05/2016	-	-	19,70	19,70	25,60	26,00	250
153	28/05/2016	-	-	15,00	22,20	26,70	25,20	240
154	28/05/2016	-	-	21,70	19,90	27,90	25,20	250
155	28/05/2016	-	-	21,10	20,90	27,20	26,60	240

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
156	30/05/2016	3,90	3,10	18,20	19,00	25,50	26,50	250
157	30/05/2016	3,10	3,70	25,80	27,60	31,30	32,20	240
158	30/05/2016	6,00	6,20	25,70	27,70	33,00	34,20	250
159	30/05/2016	6,60	6,70	28,20	32,10	36,50	34,00	240
160	30/05/2016	3,20	6,50	24,00	25,60	35,10	34,60	240
161	30/05/2016	3,50	5,20	27,50	24,20	32,80	29,30	230
162	30/05/2016	3,40	4,60	26,10	25,70	29,50	31,00	240
163	31/05/2016	12,00	8,60	22,00	19,00	25,50	27,70	240
164	31/05/2016	6,40	6,70	28,30	25,80	31,10	33,20	230
165	31/05/2016	8,50	7,10	28,00	24,30	30,00	32,70	250
166	31/05/2016	3,20	3,00	28,20	26,30	32,00	34,00	230
167	31/05/2016	3,50	3,20	22,70	24,10	35,30	32,00	240
168	31/05/2016	3,40	3,60	23,00	20,60	25,70	28,70	240
169	01/06/2016	3,60	3,10	23,50	21,70	30,10	29,00	240
170	01/06/2016	3,10	3,20	25,20	24,50	26,70	27,50	230
171	01/06/2016	3,90	3,00	24,80	25,70	29,70	29,20	240
172	01/06/2016	3,90	3,60	26,70	25,50	29,20	31,70	240
173	01/06/2016	3,70	3,10	23,70	21,00	26,60	25,60	230
174	01/06/2016	3,10	3,50	21,00	23,50	28,20	28,80	250
175	02/06/2016	4,20	4,10	26,50	26,60	30,40	29,30	230
176	02/06/2016	3,10	3,30	25,20	25,10	29,00	28,10	240
177	02/06/2016	3,00	3,40	21,20	21,50	28,80	29,20	230

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
178	02/06/2016	3,10	3,40	19,80	20,50	25,10	23,60	240
179	02/06/2016	3,90	3,50	22,50	22,10	27,70	29,50	230
180	03/06/2016	3,00	3,20	20,70	23,00	26,80	25,70	240
181	03/06/2016	3,60	3,10	19,50	18,60	25,00	25,50	230
182	03/06/2016	3,90	3,50	19,10	22,50	26,80	25,50	240
183	03/06/2016	3,10	3,20	21,70	23,20	27,50	30,20	240
184	03/06/2016	3,90	3,40	26,50	25,60	28,20	30,10	250
185	03/06/2016	3,10	3,40	22,90	22,00	25,30	27,60	240
186	04/06/2016	-	-	22,10	25,00	30,30	28,50	240
187	04/06/2016	-	-	24,80	23,00	27,30	26,60	250
188	04/06/2016	-	-	24,10	23,20	27,10	26,60	240
189	04/06/2016	-	-	23,40	25,60	30,50	32,00	240
190	04/06/2016	-	-	24,70	29,30	33,00	32,30	230
191	04/06/2016	-	-	25,50	27,10	29,00	30,70	240
192	06/06/2016	3,20	3,10	21,70	21,10	26,10	25,20	240
193	06/06/2016	3,10	3,50	18,10	21,10	24,20	26,60	230
194	06/06/2016	3,30	3,80	21,60	23,50	26,70	28,10	240
195	06/06/2016	3,10	3,10	27,10	24,60	30,10	32,60	250
196	06/06/2016	3,40	3,50	17,10	12,50	20,40	23,00	230
197	06/06/2016	3,20	3,20	27,10	24,50	32,60	30,10	250
198	06/06/2016	-	-	22,40	21,60	27,70	28,70	240
199	06/06/2016	-	-	19,40	20,60	27,10	25,00	230

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	5	5	6	
200	07/06/2016	3,50	3,70	20,90	20,90	26,10	29,70	230
201	07/06/2016	3,40	3,40	19,40	19,00	26,00	26,10	240
202	07/06/2016	3,00	3,60	24,70	22,40	32,00	30,30	250
203	08/06/2016	3,50	4,00	20,40	18,20	27,30	28,10	230
204	08/06/2016	3,20	3,90	19,20	17,60	26,10	26,70	240
205	08/06/2016	3,50	3,20	19,20	18,00	25,50	25,20	250
206	08/06/2016	3,20	3,60	18,00	21,00	25,70	27,10	250
207	08/06/2016	3,20	3,60	18,10	16,10	32,60	30,60	240
208	08/06/2016	3,40	3,90	18,90	22,10	26,70	25,40	230
209	08/06/2016	3,40	4,60	22,10	24,50	27,10	26,40	250
210	09/06/2016	3,20	3,20	19,70	19,50	26,50	27,20	230
211	09/06/2016	3,20	3,60	24,20	22,40	34,30	32,80	230
212	09/06/2016	3,60	3,50	25,70	26,10	33,60	34,30	240
213	09/06/2016	3,20	3,50	22,90	20,00	31,50	30,60	240
214	09/06/2016	3,80	3,50	24,60	25,20	32,10	34,20	250
215	09/06/2016	3,30	3,40	28,00	26,10	35,80	32,00	230
216	10/06/2016	3,20	3,50	24,00	22,90	28,80	31,30	240
217	10/06/2016	3,40	3,40	26,10	25,80	30,60	32,80	230
218	10/06/2016	3,60	3,60	26,20	24,60	32,20	31,70	240
219	10/06/2016	3,10	3,60	18,10	18,00	25,70	23,90	230
220	10/06/2016	3,90	3,50	20,00	21,20	31,50	29,00	240
221	10/06/2016	3,60	3,70	24,10	21,70	31,20	34,30	250

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
222	10/06/2016	3,50	3,50	26,10	24,60	32,20	31,70	240
223	11/06/2016	-	-	23,20	23,80	28,50	29,70	240
224	11/06/2016	-	-	25,10	24,60	28,70	30,30	230
225	11/06/2016	-	-	22,50	24,30	31,00	28,10	240
226	11/06/2016	-	-	27,60	25,70	31,70	32,30	240
227	11/06/2016	-	-	24,80	22,10	28,30	30,20	230
228	11/06/2016	-	-	17,50	19,10	25,50	26,10	-
229	11/06/2016	-	-	22,50	24,30	31,00	28,20	240
230	13/06/2016	3,90	3,40	25,70	23,10	28,60	29,50	240
231	13/06/2016	3,00	3,50	26,60	24,30	27,30	29,60	250
232	13/06/2016	3,20	3,20	24,60	27,70	28,60	31,50	240
233	13/06/2016	3,10	3,50	23,60	24,30	28,50	31,70	230
234	13/06/2016	3,90	3,10	26,70	24,20	30,90	27,30	240
235	14/06/2016	3,00	3,10	22,20	23,00	27,20	28,30	200
236	14/06/2016	-	-	24,00	25,50	30,60	32,20	190
237	14/06/2016	-	-	19,40	21,70	29,50	27,70	200
238	14/06/2016	3,90	3,40	25,00	23,20	31,00	30,20	200
239	14/06/2016	3,30	3,50	25,20	26,00	30,30	27,70	200
240	14/06/2016	3,90	3,20	22,40	20,40	29,70	30,80	200
241	14/06/2016	3,00	3,10	19,50	21,70	27,70	29,60	200
242	15/06/2016	3,60	6,60	24,50	24,00	29,30	30,10	200
243	15/06/2016	3,20	3,50	22,70	21,90	34,80	32,50	225

continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
244	15/06/2016	3,60	5,50	23,20	22,40	28,20	26,70	230
245	15/06/2016	3,50	3,60	25,70	23,80	33,30	32,10	220
246	15/06/2016	3,90	3,70	18,50	19,50	25,60	26,50	230
247	15/06/2016	3,20	3,70	21,50	22,50	29,10	32,10	200
248	16/06/2016	3,40	3,60	23,80	23,70	28,50	30,30	220
249	16/06/2016	4,70	3,70	21,70	19,00	25,30	26,80	230
250	16/06/2016	3,00	5,00	27,80	25,80	29,00	31,30	200
251	16/06/2016	3,20	3,60	26,30	22,00	32,60	31,70	215
252	16/06/2016	3,00	4,60	25,20	22,60	27,30	28,80	230
253	16/06/2016	3,00	3,70	22,40	21,50	27,70	29,50	230
254	17/06/2016	4,70	4,20	24,00	26,80	30,10	30,60	200
255	17/06/2016	3,10	3,60	23,10	20,00	25,30	26,60	235
256	17/06/2016	3,90	3,70	21,00	22,60	27,00	27,00	230
257	17/06/2016	3,70	4,20	24,00	26,80	30,10	30,60	200
258	17/06/2016	4,50	3,20	18,70	20,70	24,50	26,20	220
259	17/06/2016	3,60	3,80	20,70	18,50	24,50	26,10	230
260	17/06/2016	3,20	4,20	20,90	23,00	28,70	26,20	235
261	17/06/2016	3,20	4,40	19,20	20,20	25,50	25,40	230
262	18/06/2016	5,60	6,10	24,00	24,60	28,10	29,80	235
263	18/06/2016	6,20	6,60	23,60	22,60	31,10	30,60	250
264	18/06/2016	5,90	6,20	25,00	23,70	31,00	31,60	225
265	20/06/2016	3,10	3,20	21,50	21,90	26,60	24,00	240

Continua

continuação

Fornecedor B / Laboratório A								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
266	20/06/2016	3,40	3,20	22,70	24,80	32,50	31,80	230
267	20/06/2016	3,90	3,60	25,60	26,10	34,30	37,30	220
268	21/06/2016	3,20	3,70	22,50	21,70	28,10	31,70	225
269	21/06/2016	3,40	4,20	26,30	25,00	32,10	33,20	195
270	21/06/2016	4,20	3,40	21,90	23,40	26,50	28,70	215
271	22/06/2016	3,90	4,60	18,90	21,00	28,00	23,80	240
272	22/06/2016	3,00	2,50	17,40	19,10	20,00	22,70	230
273	22/06/2016	3,00	3,20	20,10	23,40	25,80	29,20	250
274	23/06/2016	3,00	3,60	18,40	20,20	24,00	25,10	225
275	23/06/2016	3,40	3,10	21,70	23,10	28,70	31,20	200
276	23/06/2016	3,10	3,50	19,60	21,00	30,80	27,30	220
277	23/06/2016	3,60	3,20	22,50	24,30	29,80	30,30	210
278	24/06/2016	2,90	3,50	22,20	24,50	29,20	29,60	200
279	24/06/2016	2,70	3,00	26,10	24,00	28,20	31,30	215
280	24/06/2016	2,70	3,10	25,50	25,20	27,60	29,20	200
281	24/06/2016	2,80	3,00	21,90	24,00	29,20	28,20	220
282	25/06/2016	3,10	3,60	23,70	22,50	30,30	30,00	215
283	25/06/2016	3,00	3,20	21,40	19,40	31,10	31,70	200
284	25/06/2016	3,00	3,20	25,10	24,60	28,50	27,80	230
285	27/06/2016	3,10	3,70	26,00	23,60	31,30	34,10	200
286	27/06/2016	3,00	3,20	21,50	24,80	28,70	30,20	225
287	27/06/2016	3,10	3,60	25,50	22,80	27,00	33,00	210

Análise da variabilidade da resistência à compressão em corpos de prova de concreto moldados em obra situada em Porto Alegre

Fornecedor C / Laboratório B

Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
1	29/12/2016	4,84	4,39	9,42	14,90	25,03	23,30	190
2	29/12/2016	6,28	5,84	15,51	11,68	26,93	26,60	200
3	29/12/2016	5,60	5,65	15,37	15,15	26,05	26,89	180
4	29/12/2016	5,35	5,16	16,22	12,48	23,91	25,11	200
5	29/12/2016	4,99	4,58	14,90	14,54	27,73	28,09	200
6	29/12/2016	5,36	3,85	16,30	15,79	30,44	30,28	190
7	30/12/2016	-	-	14,85	11,87	27,63	25,60	200
8	30/12/2016	-	-	19,24	16,73	28,27	25,08	200
9	30/12/2016	-	-	13,62	14,13	28,43	27,72	200
10	30/12/2016	-	-	14,09	17,95	25,16	23,40	200
11	30/12/2016	-	-	13,59	17,69	25,08	27,30	200
12	03/01/2017	8,15	8,87	19,21	18,83	31,54	32,16	190
13	03/01/2017	7,05	8,21	21,53	24,96	27,30	27,20	200
14	03/01/2017	8,37	7,35	12,86	18,35	32,81	31,02	200
15	03/01/2017	7,26	9,41	19,99	18,46	27,77	30,30	210
16	03/01/2017	6,39	6,47	21,07	22,28	31,12	30,94	190
17	04/01/2017	5,49	5,40	18,25	19,49	27,64	28,47	200
18	04/01/2017	5,16	4,69	17,06	18,08	34,00	34,08	190
19	04/01/2017	5,72	4,75	12,99	17,46	31,12	31,96	190
20	04/01/2017	4,89	5,60	13,25	14,87	31,12	32,23	200
21	04/01/2017	4,80	5,35	18,84	16,72	34,08	30,67	190
22	05/01/2017	8,54	7,77	22,66	23,84	32,16	30,84	190

continua

continuação

Fornecedor C / Laboratório B								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
23	05/01/2017	8,21	8,53	24,70	26,87	28,95	30,72	200
24	05/01/2017	9,15	9,21	22,68	25,67	33,23	31,97	200
25	05/01/2017	8,99	7,89	22,77	20,38	26,36	25,73	190
26	05/01/2017	6,15	6,04	23,76	24,45	33,56	32,09	200
27	05/01/2017	6,20	6,48	21,26	22,04	31,45	30,05	190
28	06/01/2017	4,99	4,60	24,46	22,29	29,45	28,42	190
29	06/01/2017	8,20	8,67	23,55	24,36	31,83	24,75	180
30	06/01/2017	7,78	8,82	21,26	24,08	28,88	30,74	200
31	06/01/2017	5,81	7,13	25,22	25,68	34,30	30,69	200
32	06/01/2017	7,91	7,88	22,41	24,28	30,02	30,57	200
33	07/01/2017	-	-	23,94	21,28	27,79	28,80	180
34	07/01/2017	-	-	24,79	25,55	32,16	31,30	200
35	07/01/2017	-	-	21,26	23,57	30,62	32,93	190
36	07/01/2017	-	-	20,08	20,56	31,12	27,41	200
37	07/01/2017	-	-	24,61	25,60	31,27	30,75	190
38	07/01/2017	-	-	25,63	24,34	30,89	29,51	200
39	09/01/2017	5,35	5,46	15,32	18,23	25,68	26,18	200
40	09/01/2017	7,27	6,82	19,19	20,86	26,27	27,63	180
41	09/01/2017	7,52	5,51	21,01	18,30	26,90	26,08	200
42	09/01/2017	3,97	4,81	20,41	23,95	24,19	27,15	200
43	09/01/2017	4,38	4,29	17,83	21,26	27,29	28,44	190
44	12/01/2017	16,93	13,28	21,57	16,79	26,00	28,36	200

Continua

Continuação

Fornecedor C / Laboratório B								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
45	12/01/2017	13,27	15,09	24,78	23,75	30,38	30,02	200
46	12/01/2017	15,04	13,37	18,68	17,55	26,98	30,72	190
47	12/01/2017	17,11	17,51	24,57	23,10	30,80	31,21	200
48	12/01/2017	13,88	14,27	22,28	22,15	26,00	27,63	200
49	12/01/2017	11,85	9,42	20,74	18,22	26,39	26,00	200
50	12/01/2017	8,53	6,40	20,02	21,02	26,37	27,32	190
51	12/01/2017	8,28	8,24	21,14	23,95	29,95	26,88	190
52	13/01/2017	9,80	9,28	19,09	13,75	26,53	25,87	200
53	13/01/2017	10,99	10,16	12,49	13,75	24,97	25,48	190
54	13/01/2017	10,19	10,28	18,46	22,05	30,07	29,69	200
55	13/01/2017	11,97	11,83	25,08	20,49	27,25	29,55	190
56	13/01/2017	7,95	10,72	21,59	19,84	28,92	28,51	200
57	13/01/2017	8,28	8,62	17,83	21,61	27,81	27,53	190
58	13/01/2017	8,02	6,85	16,56	15,41	29,03	25,69	200
59	13/01/2017	6,11	5,50	17,70	16,97	25,80	26,24	200
60	13/01/2017	8,40	9,32	19,99	21,39	25,80	27,85	200
61	14/01/2017	-	-	25,08	25,86	25,73	26,59	200
62	14/01/2017	-	-	30,21	30,69	30,26	32,86	200
63	14/01/2017	-	-	27,63	25,60	28,14	31,51	200
64	14/01/2017	-	-	26,90	26,45	32,72	33,23	190
65	14/01/2017	-	-	29,45	30,57	33,50	32,39	200
66	14/01/2017	-	-	24,70	26,87	33,24	35,31	190

Continua

Continuação

Fornecedor C / Laboratório B								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
67	14/01/2017	-	-	28,90	25,71	29,46	31,96	190
68	14/01/2017	-	-	25,59	26,88	30,40	31,97	200
69	16/01/2017	6,63	6,38	25,72	27,30	31,96	35,50	200
70	16/01/2017	9,05	7,85	35,84	35,36	33,50	33,58	190
71	16/01/2017	6,39	6,65	33,50	30,60	36,68	34,84	200
72	16/01/2017	7,69	8,11	30,69	29,70	29,36	30,69	190
73	16/01/2017	9,04	6,72	33,24	34,77	33,56	34,84	200
74	16/01/2017	11,65	10,50	31,03	26,45	29,41	31,59	190
75	16/01/2017	4,43	6,15	30,57	24,84	31,12	36,80	190
76	16/01/2017	6,42	5,45	31,97	29,45	29,39	32,95	190
77	16/01/2017	3,18	3,28	3,18	32,72	33,23	35,51	200
78	17/01/2017	9,32	11,83	30,79	24,45	32,86	34,77	190
79	17/01/2017	7,86	6,86	24,45	27,63	36,21	35,52	200
80	17/01/2017	7,26	9,31	21,86	24,41	29,36	29,81	200
81	17/01/2017	9,12	6,82	23,15	28,25	33,24	35,87	200
82	17/01/2017	10,10	8,53	27,25	29,30	33,33	31,70	190
83	17/01/2017	7,04	8,53	25,73	27,63	30,32	30,69	200
84	17/01/2017	8,63	9,32	21,93	27,63	30,69	29,86	190
85	17/01/2017	8,02	7,69	20,75	21,91	33,23	35,41	200
86	17/01/2017	10,54	10,22	25,34	24,57	30,34	30,39	190
87	18/01/2017	8,52	7,77	25,73	24,66	26,87	28,66	200
88	18/01/2017	9,78	10,20	24,57	25,86	29,32	33,87	190

continua

Continuação

Fornecedor C / Laboratório B								
Lote	Data amostra (moldagem)	Exemplares / 14 horas (MPa)		Exemplares / 7 dias (MPa)		Exemplares / 28 dias (MPa)		Slump (mm)
		1	2	3	4	5	6	
89	18/01/2017	10,95	9,38	28,90	27,30	31,97	36,61	190
90	18/01/2017	10,13	8,06	29,67	30,72	32,67	31,96	190
91	18/01/2017	7,92	9,26	30,56	31,02	33,50	36,53	200
92	19/01/2017	8,29	9,14	21,77	23,31	30,69	32,86	190
93	19/01/2017	9,97	10,31	23,48	22,63	28,20	29,84	200
94	19/01/2017	9,71	10,45	22,05	25,69	33,58	32,96	200
95	19/01/2017	7,00	5,21	23,94	21,21	28,11	29,41	200
96	19/01/2017	5,76	5,78	22,54	23,94	32,81	33,50	200
97	20/01/2017	6,53	6,30	26,11	23,41	29,81	31,79	200

APÊNDICE B – Valores individuais de média, desvio-padrão, amplitude, coeficientes de variação e classificação de estatística de desempenho dos ensaios.

Concreto fornecido pela concreteira A e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
1	7,45	0,50	0,22	2,97	Excelente	24,00	1,00	0,44	1,85	Excelente	27,25	0,90	0,40	1,46	Excelente
2	6,30	0,40	0,18	2,81	Excelente	22,60	0,80	0,35	1,57	Excelente	27,05	1,50	0,66	2,46	Excelente
3	7,55	0,10	0,04	0,59	Excelente	25,20	2,00	0,89	3,52	Muito Bom	29,90	3,20	1,42	4,74	Bom
4	12,40	0,80	0,35	2,86	Excelente	17,80	0,40	0,18	1,00	Excelente	29,35	1,70	0,75	2,57	Excelente
5	9,90	0,20	0,09	0,90	Excelente	17,40	0,80	0,35	2,04	Excelente	33,85	9,30	4,12	12,18	Deficiente
6	11,00	0,00	0,00	0,00	Excelente	18,00	0,20	0,09	0,49	Excelente	30,60	0,80	0,35	1,16	Excelente
7	5,40	0,40	0,18	3,28	Muito Bom	19,10	1,80	0,80	4,18	Bom	28,10	1,20	0,53	1,89	Excelente
8	5,50	0,80	0,35	6,45	Deficiente	18,95	2,10	0,93	4,91	Bom	29,65	0,90	0,40	1,35	Excelente
9	5,45	0,90	0,40	7,32	Deficiente	18,90	0,60	0,27	1,41	Excelente	26,85	1,30	0,58	2,15	Excelente
10	5,75	0,50	0,22	3,85	Muito Bom	19,15	0,30	0,13	0,69	Excelente	29,60	3,20	1,42	4,79	Bom
11	4,30	0,20	0,09	2,06	Excelente	18,95	1,10	0,49	2,57	Excelente	24,60	0,80	0,35	1,44	Excelente
12	7,60	0,20	0,09	1,17	Excelente	19,50	3,00	1,33	6,82	Deficiente	28,90	0,20	0,09	0,31	Excelente
13	6,80	0,20	0,09	1,30	Excelente	19,25	1,50	0,66	3,45	Muito Bom	27,15	0,90	0,40	1,47	Excelente
14	7,55	0,70	0,31	4,11	Bom	18,65	0,70	0,31	1,66	Excelente	28,55	0,50	0,22	0,78	Excelente
15	-	-	-	-	-	22,75	1,50	0,66	2,92	Excelente	26,10	1,20	0,53	2,04	Excelente
16	-	-	-	-	-	22,55	2,30	1,02	4,52	Bom	26,70	1,80	0,80	2,99	Excelente
17	-	-	-	-	-	23,20	1,60	0,71	3,06	Muito Bom	27,95	1,70	0,75	2,70	Excelente
18	-	-	-	-	-	23,40	1,80	0,80	3,41	Muito Bom	27,75	1,90	0,84	3,03	Muito Bom
19	5,35	0,70	0,31	5,80	Razoável	19,50	1,00	0,44	2,27	Excelente	29,80	1,60	0,71	2,38	Excelente
20	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	19,40	0,20	0,09	0,46	Excelente	23,40	4,80	2,13	9,09	Deficiente
21	6,55	0,10	0,04	0,68	Excelente	19,25	0,10	0,04	0,23	Excelente	32,60	2,00	0,89	2,72	Excelente
22	5,80	0,20	0,09	1,53	Excelente	19,90	0,20	0,09	0,45	Excelente	36,00	1,40	0,62	1,72	Excelente
23	-	-	-	-	-	19,70	1,00	0,44	2,25	Excelente	26,90	0,80	0,35	1,32	Excelente
24	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	20,70	1,00	0,44	2,14	Excelente	27,40	1,60	0,71	2,59	Excelente
25	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	21,25	1,50	0,66	3,13	Muito Bom	25,40	2,40	1,06	4,19	Bom
26	3,75	0,30	0,13	3,55	Muito Bom	17,25	1,50	0,66	3,85	Muito Bom	28,80	0,40	0,18	0,62	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
Lote	14 horas					7 DIAS					28 DIAS				
	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
1	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	16,60	1,80	0,80	4,81	Bom	26,05	0,50	0,22	0,85	Excelente
2	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	16,55	0,30	0,13	0,80	Excelente	25,65	2,10	0,93	3,63	Muito Bom
3	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	16,75	4,50	1,99	11,91	Deficiente	27,45	0,70	0,31	1,13	Excelente
4	2,85	0,70	0,31	10,89	Deficiente	19,95	1,90	0,84	4,22	Bom	27,15	4,10	1,82	6,69	Deficiente
5	2,65	1,10	0,49	18,40	Deficiente	22,35	1,30	0,58	2,58	Excelente	31,60	2,00	0,89	2,81	Excelente
6	2,75	0,70	0,31	11,28	Deficiente	17,85	0,30	0,13	0,74	Excelente	26,45	1,50	0,66	2,51	Excelente
7	2,75	1,50	0,66	24,18	Deficiente	18,05	0,10	0,04	0,25	Excelente	25,65	0,10	0,04	0,17	Excelente
8	3,35	0,70	0,31	9,26	Deficiente	26,20	4,00	1,77	6,77	Deficiente	37,85	0,50	0,22	0,59	Excelente
9	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	25,25	0,50	0,22	0,88	Excelente	42,70	2,00	0,89	2,08	Excelente
10	3,70	0,00	0,00	0,00	Excelente	26,40	0,40	0,18	0,67	Excelente	37,05	1,50	0,66	1,79	Excelente
11	-	-	-	-	-	24,05	0,90	0,40	1,66	Excelente	30,05	3,50	1,55	5,16	Razoável
12	-	-	-	-	-	30,70	0,80	0,35	1,16	Excelente	34,30	0,00	0,00	0,00	Excelente
13	-	-	-	-	-	25,20	1,00	0,44	1,76	Excelente	31,85	0,30	0,13	0,42	Excelente
14	-	-	-	-	-	25,15	4,10	1,82	7,23	Deficiente	29,30	3,40	1,51	5,14	Razoável
15	-	-	-	-	-	30,50	1,40	0,62	2,03	Excelente	34,65	2,30	1,02	2,94	Excelente
16	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	26,30	1,40	0,62	2,36	Excelente	33,80	0,40	0,18	0,52	Excelente
17	4,00	0,20	0,09	2,22	Excelente	22,35	0,30	0,13	0,59	Excelente	32,55	0,90	0,40	1,23	Excelente
18	3,60	0,20	0,09	2,46	Excelente	22,40	1,00	0,44	1,98	Excelente	28,90	2,20	0,98	3,37	Muito Bom
19	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	20,95	3,70	1,64	7,83	Deficiente	34,20	0,80	0,35	1,04	Excelente
20	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	21,30	0,40	0,18	0,83	Excelente	29,90	0,20	0,09	0,30	Excelente
21	4,10	0,80	0,35	8,65	Deficiente	21,40	0,60	0,27	1,24	Excelente	29,95	0,30	0,13	0,44	Excelente
22	-	-	-	-	-	18,75	0,50	0,22	1,18	Excelente	26,05	1,10	0,49	1,87	Excelente
23	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	23,55	0,90	0,40	1,69	Excelente	28,15	3,30	1,46	5,20	Razoável
24	3,60	0,20	0,09	2,46	Excelente	25,40	6,40	2,84	11,17	Deficiente	28,15	3,30	1,46	5,20	Razoável
25	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	21,20	2,00	0,89	4,18	Bom	26,80	3,60	1,60	5,95	Razoável
26	4,10	0,20	0,09	2,16	Excelente	19,80	1,60	0,71	3,58	Muito Bom	26,90	0,80	0,35	1,32	Excelente
27	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	19,05	0,90	0,40	2,09	Excelente	25,40	0,20	0,09	0,35	Excelente
28	5,20	0,20	0,09	1,70	Excelente	27,50	0,60	0,27	0,97	Excelente	29,80	1,40	0,62	2,08	Excelente
29	3,65	0,10	0,04	1,21	Excelente	22,95	1,50	0,66	2,90	Excelente	27,00	0,60	0,27	0,99	Excelente
30	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	21,50	1,00	0,44	2,06	Excelente	27,70	2,80	1,24	4,48	Bom

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
31	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	20,35	0,50	0,22	1,09	Excelente	27,00	1,00	0,44	1,64	Excelente
32	4,05	0,30	0,13	3,28	Muito Bom	24,35	0,30	0,13	0,55	Excelente	28,55	0,90	0,40	1,40	Excelente
33	4,60	0,20	0,09	1,93	Excelente	23,15	2,30	1,02	4,40	Bom	30,05	1,50	0,66	2,21	Excelente
34	4,45	0,10	0,04	1,00	Excelente	18,90	2,60	1,15	6,10	Deficiente	26,15	0,50	0,22	0,85	Excelente
35	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	28,40	7,80	3,46	12,17	Deficiente	29,95	4,70	2,08	6,96	Deficiente
36	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	18,35	1,30	0,58	3,14	Muito Bom	30,15	1,10	0,49	1,62	Excelente
37	4,25	0,70	0,31	7,30	Deficiente	23,70	1,00	0,44	1,87	Excelente	32,80	1,00	0,44	1,35	Excelente
38	4,80	0,20	0,09	1,85	Excelente	22,35	1,30	0,58	2,58	Excelente	32,65	1,10	0,49	1,49	Excelente
39	8,75	0,30	0,13	1,52	Excelente	31,35	1,70	0,75	2,40	Excelente	30,10	6,80	3,01	10,01	Deficiente
40	6,05	0,10	0,04	0,73	Excelente	21,75	1,50	0,66	3,06	Muito Bom	26,65	1,10	0,49	1,83	Excelente
41	5,00	0,20	0,09	1,77	Excelente	22,95	0,50	0,22	0,97	Excelente	28,55	0,90	0,40	1,40	Excelente
42	6,60	0,20	0,09	1,34	Excelente	25,00	1,00	0,44	1,77	Excelente	28,90	0,60	0,27	0,92	Excelente
43	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	26,20	2,00	0,89	3,38	Muito Bom	29,55	0,90	0,40	1,35	Excelente
44	3,95	0,10	0,04	1,12	Excelente	25,15	5,30	2,35	9,34	Deficiente	28,20	0,80	0,35	1,26	Excelente
45	4,05	0,10	0,04	1,09	Excelente	20,70	1,00	0,44	2,14	Excelente	28,80	1,40	0,62	2,15	Excelente
46	-	-	-	-	-	24,65	0,30	0,13	0,54	Excelente	29,05	5,10	2,26	7,78	Deficiente
47	-	-	-	-	-	21,45	0,50	0,22	1,03	Excelente	28,15	3,70	1,64	5,83	Razoável
48	-	-	-	-	-	18,70	1,00	0,44	2,37	Excelente	31,20	5,20	2,30	7,39	Deficiente
49	-	-	-	-	-	21,85	1,70	0,75	3,45	Muito Bom	27,00	0,60	0,27	0,99	Excelente
50	-	-	-	-	-	22,90	4,80	2,13	9,29	Deficiente	30,80	4,60	2,04	6,62	Deficiente
51	6,15	0,10	0,04	0,72	Excelente	21,50	2,20	0,98	4,54	Bom	28,30	2,60	1,15	4,07	Bom
52	4,25	0,30	0,13	3,13	Muito Bom	17,60	0,00	0,00	0,00	Excelente	24,65	2,90	1,29	5,21	Razoável
53	4,50	0,00	0,00	0,00	Excelente	21,95	2,50	1,11	5,05	Razoável	27,90	2,40	1,06	3,81	Muito Bom
54	3,85	0,30	0,13	3,45	Muito Bom	19,90	2,60	1,15	5,79	Razoável	26,15	2,30	1,02	3,90	Muito Bom
55	4,50	0,00	0,00	0,00	Excelente	23,25	2,70	1,20	5,15	Razoável	30,70	2,00	0,89	2,89	Excelente
56	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	22,70	1,00	0,44	1,95	Excelente	30,00	2,40	1,06	3,55	Muito Bom
57	4,70	1,00	0,44	9,43	Deficiente	19,75	0,50	0,22	1,12	Excelente	26,40	1,20	0,53	2,01	Excelente
58	3,80	0,80	0,35	9,33	Deficiente	16,45	2,50	1,11	6,74	Deficiente	33,95	1,70	0,75	2,22	Excelente
59	4,30	0,60	0,27	6,19	Deficiente	19,60	0,80	0,35	1,81	Excelente	35,40	0,60	0,27	0,75	Excelente
60	7,55	0,10	0,04	0,59	Excelente	24,70	2,00	0,89	3,59	Muito Bom	31,25	2,90	1,29	4,11	Bom

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
61	4,20	0,40	0,18	4,22	Bom	20,35	2,70	1,20	5,88	Razoável	30,75	2,10	0,93	3,03	Muito Bom
62	4,60	1,80	0,80	17,35	Deficiente	25,10	0,80	0,35	1,41	Excelente	32,05	3,50	1,55	4,84	Bom
63	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	24,20	3,00	1,33	5,49	Razoável	25,70	1,00	0,44	1,72	Excelente
64	3,10	0,00	0,00	0,00	Excelente	23,85	1,30	0,58	2,42	Excelente	27,40	0,60	0,27	0,97	Excelente
65	3,25	0,10	0,04	1,36	Excelente	18,70	1,00	0,44	2,37	Excelente	24,45	1,90	0,84	3,44	Muito Bom
66	3,60	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,25	0,50	0,22	0,88	Excelente	30,05	0,90	0,40	1,33	Excelente
67	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	24,80	1,60	0,71	2,86	Excelente	27,15	1,90	0,84	3,10	Muito Bom
68	6,05	0,10	0,04	0,73	Excelente	23,90	1,40	0,62	2,60	Excelente	26,25	0,70	0,31	1,18	Excelente
69	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	18,10	0,00	0,00	0,00	Excelente	24,75	1,50	0,66	2,69	Excelente
70	3,80	1,20	0,53	14,00	Deficiente	20,65	0,50	0,22	1,07	Excelente	26,20	2,00	0,89	3,38	Muito Bom
71	4,15	0,50	0,22	5,34	Razoável	23,60	0,00	0,00	0,00	Excelente	28,50	1,60	0,71	2,49	Excelente
72	4,45	0,10	0,04	1,00	Excelente	23,55	1,30	0,58	2,45	Excelente	29,15	4,10	1,82	6,23	Deficiente
73	3,60	0,20	0,09	2,46	Excelente	23,10	1,40	0,62	2,69	Excelente	29,65	1,90	0,84	2,84	Excelente
74	3,65	0,10	0,04	1,21	Excelente	17,80	0,80	0,35	1,99	Excelente	28,15	3,70	1,64	5,83	Razoável
75	3,60	0,80	0,35	9,85	Deficiente	20,95	2,10	0,93	4,44	Bom	26,75	1,10	0,49	1,82	Excelente
76	3,85	0,30	0,13	3,45	Muito Bom	21,10	0,80	0,35	1,68	Excelente	33,60	0,80	0,35	1,06	Excelente
77	4,25	0,70	0,31	7,30	Deficiente	22,25	1,50	0,66	2,99	Excelente	32,45	1,30	0,58	1,78	Excelente
78	4,55	0,10	0,04	0,97	Excelente	28,10	2,80	1,24	4,42	Bom	32,45	3,30	1,46	4,51	Bom
79	3,75	0,70	0,31	8,27	Deficiente	21,50	1,80	0,80	3,71	Muito Bom	27,55	0,50	0,22	0,80	Excelente
80	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	24,30	1,00	0,44	1,82	Excelente	27,40	4,40	1,95	7,12	Deficiente
81	-	-	-	-	-	20,95	2,10	0,93	4,44	Bom	30,70	2,20	0,98	3,18	Muito Bom
82	-	-	-	-	-	21,10	0,80	0,35	1,68	Excelente	28,70	2,80	1,24	4,32	Bom
83	-	-	-	-	-	22,25	1,50	0,66	2,99	Excelente	27,40	0,80	0,35	1,29	Excelente
84	-	-	-	-	-	22,05	1,90	0,84	3,82	Muito Bom	27,60	1,80	0,80	2,89	Excelente
85	-	-	-	-	-	29,25	1,50	0,66	2,27	Excelente	32,35	0,30	0,13	0,41	Excelente
86	-	-	-	-	-	24,85	0,70	0,31	1,25	Excelente	30,10	2,20	0,98	3,24	Muito Bom
87	3,25	0,50	0,22	6,82	Deficiente	19,55	2,10	0,93	4,76	Bom	27,65	1,30	0,58	2,08	Excelente
88	5,70	0,40	0,18	3,11	Muito Bom	32,80	0,40	0,18	0,54	Excelente	36,00	1,60	0,71	1,97	Excelente
89	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	24,30	0,60	0,27	1,09	Excelente	29,25	0,90	0,40	1,36	Excelente
90	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	21,85	0,30	0,13	0,61	Excelente	31,35	2,70	1,20	3,82	Muito Bom

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
91	3,20	0,00	0,00	0,00	Excelente	24,45	2,10	0,93	3,81	Muito Bom	30,40	1,40	0,62	2,04	Excelente
92	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	21,50	0,20	0,09	0,41	Excelente	32,25	3,10	1,37	4,26	Bom
93	5,10	0,20	0,09	1,74	Excelente	23,85	3,50	1,55	6,50	Deficiente	29,35	0,50	0,22	0,76	Excelente
94	4,60	0,00	0,00	0,00	Excelente	24,10	1,80	0,80	3,31	Muito Bom	33,70	4,00	1,77	5,26	Razoável
95	3,25	0,50	0,22	6,82	Deficiente	21,25	1,70	0,75	3,55	Muito Bom	28,75	3,10	1,37	4,78	Bom
96	4,65	0,10	0,04	0,95	Excelente	27,05	2,10	0,93	3,44	Muito Bom	34,95	0,70	0,31	0,89	Excelente
97	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	22,75	2,10	0,93	4,09	Bom	25,80	0,40	0,18	0,69	Excelente
98	3,15	0,30	0,13	4,22	Bom	18,40	0,60	0,27	1,45	Excelente	24,30	2,20	0,98	4,01	Bom
99	4,45	0,10	0,04	1,00	Excelente	22,10	2,80	1,24	5,62	Razoável	28,45	0,30	0,13	0,47	Excelente
100	4,35	1,70	0,75	17,32	Deficiente	26,25	2,10	0,93	3,55	Muito Bom	32,55	3,50	1,55	4,77	Bom
101	3,60	0,20	0,09	2,46	Excelente	29,05	0,50	0,22	0,76	Excelente	34,05	2,10	0,93	2,73	Excelente
102	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	18,70	0,00	0,00	0,00	Excelente	24,55	1,90	0,84	3,43	Muito Bom
103	4,15	0,50	0,22	5,34	Razoável	26,45	0,50	0,22	0,84	Excelente	33,40	3,80	1,68	5,04	Razoável
104	5,95	0,10	0,04	0,74	Excelente	20,15	2,50	1,11	5,50	Razoável	32,40	0,80	0,35	1,09	Excelente
105	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	27,85	6,30	2,79	10,03	Deficiente	32,95	1,30	0,58	1,75	Excelente
106	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	32,05	4,10	1,82	5,67	Razoável	34,80	0,60	0,27	0,76	Excelente
107	3,40	0,60	0,27	7,82	Deficiente	31,80	0,40	0,18	0,56	Excelente	33,70	1,20	0,53	1,58	Excelente
108	3,50	0,40	0,18	5,07	Razoável	24,45	4,10	1,82	7,43	Deficiente	28,90	1,80	0,80	2,76	Excelente
109	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	25,70	3,00	1,33	5,17	Razoável	28,45	2,70	1,20	4,21	Bom
110	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	19,40	2,60	1,15	5,94	Razoável	24,70	1,60	0,71	2,87	Excelente
111	3,45	0,90	0,40	11,56	Deficiente	31,05	5,10	2,26	7,28	Deficiente	35,90	0,60	0,27	0,74	Excelente
112	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	28,70	3,00	1,33	4,63	Bom	33,55	1,10	0,49	1,45	Excelente
113	3,20	0,00	0,00	0,00	Excelente	28,05	1,10	0,49	1,74	Excelente	33,45	0,70	0,31	0,93	Excelente
114	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	26,10	0,80	0,35	1,36	Excelente	30,00	4,00	1,77	5,91	Razoável
115	3,80	0,20	0,09	2,33	Excelente	30,75	5,50	2,44	7,93	Deficiente	36,60	1,20	0,53	1,45	Excelente
116	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	32,05	2,90	1,29	4,01	Bom	38,45	2,30	1,02	2,65	Excelente
117	-	-	-	-	-	29,85	3,30	1,46	4,90	Bom	34,05	1,10	0,49	1,43	Excelente
118	-	-	-	-	-	29,65	3,30	1,46	4,93	Bom	33,05	1,10	0,49	1,48	Excelente
119	-	-	-	-	-	22,90	1,00	0,44	1,94	Excelente	27,40	0,20	0,09	0,32	Excelente
120	-	-	-	-	-	20,15	3,50	1,55	7,70	Deficiente	25,35	1,30	0,58	2,27	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
Lote	14 horas					7 DIAS					28 DIAS				
	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
121	-	-	-	-	-	23,60	1,20	0,53	2,25	Excelente	26,15	0,10	0,04	0,17	Excelente
122	-	-	-	-	-	19,40	1,60	0,71	3,66	Muito Bom	26,40	1,60	0,71	2,69	Excelente
123	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	20,05	3,10	1,37	6,85	Deficiente	26,80	1,00	0,44	1,65	Excelente
124	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	23,05	0,90	0,40	1,73	Excelente	27,55	2,30	1,02	3,70	Muito Bom
125	3,90	0,00	0,00	0,00	Excelente	21,15	0,10	0,04	0,21	Excelente	26,65	0,90	0,40	1,50	Excelente
126	3,35	0,70	0,31	9,26	Deficiente	27,65	0,90	0,40	1,44	Excelente	33,10	1,20	0,53	1,61	Excelente
127	3,30	0,20	0,09	2,69	Excelente	25,65	0,90	0,40	1,56	Excelente	30,15	3,30	1,46	4,85	Bom
128	3,55	0,30	0,13	3,75	Muito Bom	28,65	2,10	0,93	3,25	Muito Bom	36,40	2,40	1,06	2,92	Excelente
129	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	27,60	2,20	0,98	3,53	Muito Bom	35,95	0,70	0,31	0,86	Excelente
130	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	18,35	0,70	0,31	1,69	Excelente	25,55	0,10	0,04	0,17	Excelente
131	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	27,90	2,20	0,98	3,50	Muito Bom	31,80	3,60	1,60	5,02	Razoável
132	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	27,55	1,10	0,49	1,77	Excelente	33,85	1,50	0,66	1,96	Excelente
133	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	18,65	1,10	0,49	2,61	Excelente	25,80	1,40	0,62	2,41	Excelente
134	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	23,35	2,50	1,11	4,75	Bom	26,85	0,90	0,40	1,49	Excelente
135	3,80	0,20	0,09	2,33	Excelente	24,35	1,70	0,75	3,09	Muito Bom	28,85	3,30	1,46	5,07	Razoável
136	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	19,45	0,90	0,40	2,05	Excelente	24,90	1,00	0,44	1,78	Excelente
137	-	-	-	-	-	18,15	0,10	0,04	0,24	Excelente	26,30	1,80	0,80	3,03	Muito Bom
138	-	-	-	-	-	24,30	1,80	0,80	3,28	Muito Bom	26,45	2,70	1,20	4,52	Bom
139	-	-	-	-	-	21,80	3,20	1,42	6,51	Deficiente	24,95	1,50	0,66	2,66	Excelente
140	3,40	0,60	0,27	7,82	Deficiente	21,20	1,40	0,62	2,93	Excelente	25,05	0,30	0,13	0,53	Excelente
141	3,55	0,70	0,31	8,74	Deficiente	15,85	0,50	0,22	1,40	Excelente	26,55	1,70	0,75	2,84	Excelente
142	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	21,90	0,60	0,27	1,21	Excelente	25,65	1,10	0,49	1,90	Excelente
143	10,30	0,20	0,09	0,86	Excelente	21,20	1,40	0,62	2,93	Excelente	26,10	0,80	0,35	1,36	Excelente
144	11,15	0,50	0,22	1,99	Excelente	15,85	0,50	0,22	1,40	Excelente	24,25	3,30	1,46	6,03	Deficiente
145	9,45	0,50	0,22	2,35	Excelente	21,90	0,60	0,27	1,21	Excelente	26,65	0,70	0,31	1,16	Excelente
146	-	-	-	-	-	21,40	3,00	1,33	6,21	Deficiente	26,95	1,30	0,58	2,14	Excelente
147	8,50	0,20	0,09	1,04	Excelente	21,40	0,40	0,18	0,83	Excelente	24,85	0,30	0,13	0,54	Excelente
148	8,75	0,50	0,22	2,53	Excelente	20,35	0,70	0,31	1,52	Excelente	25,85	0,70	0,31	1,20	Excelente
149	9,00	0,20	0,09	0,99	Excelente	21,10	3,00	1,33	6,30	Deficiente	29,00	1,00	0,44	1,53	Excelente
150	-	-	-	-	-	23,75	2,10	0,93	3,92	Muito Bom	29,15	1,70	0,75	2,59	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
151	-	-	-	-	-	22,85	0,70	0,31	1,36	Excelente	28,35	1,70	0,75	2,66	Excelente
152	-	-	-	-	-	19,70	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,80	0,40	0,18	0,69	Excelente
153	-	-	-	-	-	18,60	7,20	3,19	17,16	Deficiente	25,95	1,50	0,66	2,56	Excelente
154	-	-	-	-	-	20,80	1,80	0,80	3,84	Muito Bom	26,55	2,70	1,20	4,51	Bom
155	-	-	-	-	-	21,00	0,20	0,09	0,42	Excelente	26,90	0,60	0,27	0,99	Excelente
156	3,50	0,80	0,35	10,13	Deficiente	18,60	0,80	0,35	1,91	Excelente	26,00	1,00	0,44	1,70	Excelente
157	3,40	0,60	0,27	7,82	Deficiente	26,70	1,80	0,80	2,99	Excelente	31,75	0,90	0,40	1,26	Excelente
158	6,10	0,20	0,09	1,45	Excelente	26,70	2,00	0,89	3,32	Muito Bom	33,60	1,20	0,53	1,58	Excelente
159	6,65	0,10	0,04	0,67	Excelente	30,15	3,90	1,73	5,73	Razoável	35,25	2,50	1,11	3,14	Muito Bom
160	4,85	3,30	1,46	30,16	Deficiente	24,80	1,60	0,71	2,86	Excelente	34,85	0,50	0,22	0,64	Excelente
161	4,35	1,70	0,75	17,32	Deficiente	25,85	3,30	1,46	5,66	Razoável	31,05	3,50	1,55	5,00	Bom
162	4,00	1,20	0,53	13,30	Deficiente	25,90	0,40	0,18	0,68	Excelente	30,25	1,50	0,66	2,20	Excelente
163	10,30	3,40	1,51	14,63	Deficiente	20,50	3,00	1,33	6,49	Deficiente	26,60	2,20	0,98	3,67	Muito Bom
164	6,55	0,30	0,13	2,03	Excelente	27,05	2,50	1,11	4,10	Bom	32,15	2,10	0,93	2,90	Excelente
165	7,80	1,40	0,62	7,96	Deficiente	26,15	3,70	1,64	6,27	Deficiente	31,35	2,70	1,20	3,82	Muito Bom
166	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	27,25	1,90	0,84	3,09	Muito Bom	33,00	2,00	0,89	2,69	Excelente
167	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	23,40	1,40	0,62	2,65	Excelente	33,65	3,30	1,46	4,35	Bom
168	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	21,80	2,40	1,06	4,88	Bom	27,20	3,00	1,33	4,89	Bom
169	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	22,60	1,80	0,80	3,53	Muito Bom	29,55	1,10	0,49	1,65	Excelente
170	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	24,85	0,70	0,31	1,25	Excelente	27,10	0,80	0,35	1,31	Excelente
171	3,45	0,90	0,40	11,56	Deficiente	25,25	0,90	0,40	1,58	Excelente	29,45	0,50	0,22	0,75	Excelente
172	3,75	0,30	0,13	3,55	Muito Bom	26,10	1,20	0,53	2,04	Excelente	30,45	2,50	1,11	3,64	Muito Bom
173	3,40	0,60	0,27	7,82	Deficiente	22,35	2,70	1,20	5,35	Razoável	26,10	1,00	0,44	1,70	Excelente
174	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	22,25	2,50	1,11	4,98	Bom	28,50	0,60	0,27	0,93	Excelente
175	4,15	0,10	0,04	1,07	Excelente	26,55	0,10	0,04	0,17	Excelente	29,85	1,10	0,49	1,63	Excelente
176	3,20	0,20	0,09	2,77	Excelente	25,15	0,10	0,04	0,18	Excelente	28,55	0,90	0,40	1,40	Excelente
177	3,20	0,40	0,18	5,54	Razoável	21,35	0,30	0,13	0,62	Excelente	29,00	0,40	0,18	0,61	Excelente
178	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	20,15	0,70	0,31	1,54	Excelente	24,35	1,50	0,66	2,73	Excelente
179	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	22,30	0,40	0,18	0,80	Excelente	28,60	1,80	0,80	2,79	Excelente
180	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	21,85	2,30	1,02	4,67	Bom	26,25	1,10	0,49	1,86	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
Lote	14 horas					7 DIAS					28 DIAS				
	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
181	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	19,05	0,90	0,40	2,09	Excelente	25,25	0,50	0,22	0,88	Excelente
182	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	20,80	3,40	1,51	7,25	Deficiente	26,15	1,30	0,58	2,20	Excelente
183	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	22,45	1,50	0,66	2,96	Excelente	28,85	2,70	1,20	4,15	Bom
184	3,65	0,50	0,22	6,07	Deficiente	26,05	0,90	0,40	1,53	Excelente	29,15	1,90	0,84	2,89	Excelente
185	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	22,45	0,90	0,40	1,78	Excelente	26,45	2,30	1,02	3,85	Muito Bom
186	-	-	-	-	-	23,55	2,90	1,29	5,46	Razoável	29,40	1,80	0,80	2,71	Excelente
187	-	-	-	-	-	23,90	1,80	0,80	3,34	Muito Bom	26,95	0,70	0,31	1,15	Excelente
188	-	-	-	-	-	23,65	0,90	0,40	1,69	Excelente	26,85	0,50	0,22	0,83	Excelente
189	-	-	-	-	-	24,50	2,20	0,98	3,98	Muito Bom	31,25	1,50	0,66	2,13	Excelente
190	-	-	-	-	-	27,00	4,60	2,04	7,55	Deficiente	32,65	0,70	0,31	0,95	Excelente
191	-	-	-	-	-	26,30	1,60	0,71	2,70	Excelente	29,85	1,70	0,75	2,52	Excelente
192	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	21,40	0,60	0,27	1,24	Excelente	25,65	0,90	0,40	1,56	Excelente
193	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	19,60	3,00	1,33	6,78	Deficiente	25,40	2,40	1,06	4,19	Bom
194	3,55	0,50	0,22	6,24	Deficiente	22,55	1,90	0,84	3,73	Muito Bom	27,40	1,40	0,62	2,26	Excelente
195	3,10	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,85	2,50	1,11	4,29	Bom	31,35	2,50	1,11	3,53	Muito Bom
196	3,45	0,10	0,04	1,28	Excelente	14,80	4,60	2,04	13,78	Deficiente	21,70	2,60	1,15	5,31	Razoável
197	3,20	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,80	2,60	1,15	4,47	Bom	31,35	2,50	1,11	3,53	Muito Bom
198	-	-	-	-	-	22,00	0,80	0,35	1,61	Excelente	28,20	1,00	0,44	1,57	Excelente
199	-	-	-	-	-	20,00	1,20	0,53	2,66	Excelente	26,05	2,10	0,93	3,57	Muito Bom
200	3,60	0,20	0,09	2,46	Excelente	20,90	0,00	0,00	0,00	Excelente	27,90	3,60	1,60	5,72	Razoável
201	3,40	0,00	0,00	0,00	Excelente	19,20	0,40	0,18	0,92	Excelente	26,05	0,10	0,04	0,17	Excelente
202	3,30	0,60	0,27	8,06	Deficiente	23,55	2,30	1,02	4,33	Bom	31,15	1,70	0,75	2,42	Excelente
203	3,75	0,50	0,22	5,91	Razoável	19,30	2,20	0,98	5,05	Razoável	27,70	0,80	0,35	1,28	Excelente
204	3,55	0,70	0,31	8,74	Deficiente	18,40	1,60	0,71	3,85	Muito Bom	26,40	0,60	0,27	1,01	Excelente
205	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	18,60	1,20	0,53	2,86	Excelente	25,35	0,30	0,13	0,52	Excelente
206	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	19,50	3,00	1,33	6,82	Deficiente	26,40	1,40	0,62	2,35	Excelente
207	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	17,10	2,00	0,89	5,18	Razoável	31,60	2,00	0,89	2,81	Excelente
208	3,65	0,50	0,22	6,07	Deficiente	20,50	3,20	1,42	6,92	Deficiente	26,05	1,30	0,58	2,21	Excelente
209	4,00	1,20	0,53	13,30	Deficiente	23,30	2,40	1,06	4,57	Bom	26,75	0,70	0,31	1,16	Excelente
210	3,20	0,00	0,00	0,00	Excelente	19,60	0,20	0,09	0,45	Excelente	26,85	0,70	0,31	1,16	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
211	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	23,30	1,80	0,80	3,42	Muito Bom	33,55	1,50	0,66	1,98	Excelente
212	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	25,90	0,40	0,18	0,68	Excelente	33,95	0,70	0,31	0,91	Excelente
213	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	21,45	2,90	1,29	5,99	Razoável	31,05	0,90	0,40	1,28	Excelente
214	3,65	0,30	0,13	3,64	Muito Bom	24,90	0,60	0,27	1,07	Excelente	33,15	2,10	0,93	2,81	Excelente
215	3,35	0,10	0,04	1,32	Excelente	27,05	1,90	0,84	3,11	Muito Bom	33,90	3,80	1,68	4,97	Bom
216	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	23,45	1,10	0,49	2,08	Excelente	30,05	2,50	1,11	3,69	Muito Bom
217	3,40	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,95	0,30	0,13	0,51	Excelente	31,70	2,20	0,98	3,08	Muito Bom
218	3,60	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,40	1,60	0,71	2,79	Excelente	31,95	0,50	0,22	0,69	Excelente
219	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	18,05	0,10	0,04	0,25	Excelente	24,80	1,80	0,80	3,22	Muito Bom
220	3,70	0,40	0,18	4,79	Bom	20,60	1,20	0,53	2,58	Excelente	30,25	2,50	1,11	3,66	Muito Bom
221	3,65	0,10	0,04	1,21	Excelente	22,90	2,40	1,06	4,65	Bom	32,75	3,10	1,37	4,20	Bom
222	3,50	0,00	0,00	0,00	Excelente	25,35	1,50	0,66	2,62	Excelente	31,95	0,50	0,22	0,69	Excelente
223	-	-	-	-	-	23,50	0,60	0,27	1,13	Excelente	29,10	1,20	0,53	1,83	Excelente
224	-	-	-	-	-	24,85	0,50	0,22	0,89	Excelente	29,50	1,60	0,71	2,40	Excelente
225	-	-	-	-	-	23,40	1,80	0,80	3,41	Muito Bom	29,55	2,90	1,29	4,35	Bom
226	-	-	-	-	-	26,65	1,90	0,84	3,16	Muito Bom	32,00	0,60	0,27	0,83	Excelente
227	-	-	-	-	-	23,45	2,70	1,20	5,10	Razoável	29,25	1,90	0,84	2,88	Excelente
228	-	-	-	-	-	18,30	1,60	0,71	3,88	Muito Bom	25,80	0,60	0,27	1,03	Excelente
229	-	-	-	-	-	23,40	1,80	0,80	3,41	Muito Bom	29,60	2,80	1,24	4,19	Bom
230	3,65	0,50	0,22	6,07	Deficiente	24,40	2,60	1,15	4,72	Bom	29,05	0,90	0,40	1,37	Excelente
231	3,25	0,50	0,22	6,82	Deficiente	25,45	2,30	1,02	4,01	Bom	28,45	2,30	1,02	3,58	Muito Bom
232	3,20	0,00	0,00	0,00	Excelente	26,15	3,10	1,37	5,25	Razoável	30,05	2,90	1,29	4,28	Bom
233	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	23,95	0,70	0,31	1,30	Excelente	30,10	3,20	1,42	4,71	Bom
234	3,50	0,80	0,35	10,13	Deficiente	25,45	2,50	1,11	4,35	Bom	29,10	3,60	1,60	5,48	Razoável
235	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	22,60	0,80	0,35	1,57	Excelente	27,75	1,10	0,49	1,76	Excelente
236	-	-	-	-	-	24,75	1,50	0,66	2,69	Excelente	31,40	1,60	0,71	2,26	Excelente
237	-	-	-	-	-	20,55	2,30	1,02	4,96	Bom	28,60	1,80	0,80	2,79	Excelente
238	3,65	0,50	0,22	6,07	Deficiente	24,10	1,80	0,80	3,31	Muito Bom	30,60	0,80	0,35	1,16	Excelente
239	3,40	0,20	0,09	2,61	Excelente	25,60	0,80	0,35	1,39	Excelente	29,00	2,60	1,15	3,97	Muito Bom
240	3,55	0,70	0,31	8,74	Deficiente	21,40	2,00	0,89	4,14	Bom	30,25	1,10	0,49	1,61	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
Lote	14 horas					7 DIAS					28 DIAS				
	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
241	3,05	0,10	0,04	1,45	Excelente	20,60	2,20	0,98	4,73	Bom	28,65	1,90	0,84	2,94	Excelente
242	5,10	3,00	1,33	26,07	Deficiente	24,25	0,50	0,22	0,91	Excelente	29,70	0,80	0,35	1,19	Excelente
243	3,35	0,30	0,13	3,97	Muito Bom	22,30	0,80	0,35	1,59	Excelente	33,65	2,30	1,02	3,03	Muito Bom
244	4,55	1,90	0,84	18,51	Deficiente	22,80	0,80	0,35	1,56	Excelente	27,45	1,50	0,66	2,42	Excelente
245	3,55	0,10	0,04	1,25	Excelente	24,75	1,90	0,84	3,40	Muito Bom	32,70	1,20	0,53	1,63	Excelente
246	3,80	0,20	0,09	2,33	Excelente	19,00	1,00	0,44	2,33	Excelente	26,05	0,90	0,40	1,53	Excelente
247	3,45	0,50	0,22	6,42	Deficiente	22,00	1,00	0,44	2,01	Excelente	30,60	3,00	1,33	4,35	Bom
248	3,50	0,20	0,09	2,53	Excelente	23,75	0,10	0,04	0,19	Excelente	29,40	1,80	0,80	2,71	Excelente
249	4,20	1,00	0,44	10,55	Deficiente	20,35	2,70	1,20	5,88	Razoável	26,05	1,50	0,66	2,55	Excelente
250	4,00	2,00	0,89	22,16	Deficiente	26,80	2,00	0,89	3,31	Muito Bom	30,15	2,30	1,02	3,38	Muito Bom
251	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	24,15	4,30	1,91	7,89	Deficiente	32,15	0,90	0,40	1,24	Excelente
252	3,80	1,60	0,71	18,66	Deficiente	23,90	2,60	1,15	4,82	Bom	28,05	1,50	0,66	2,37	Excelente
253	3,35	0,70	0,31	9,26	Deficiente	21,95	0,90	0,40	1,82	Excelente	28,60	1,80	0,80	2,79	Excelente
254	4,45	0,50	0,22	4,98	Bom	25,40	2,80	1,24	4,89	Bom	30,35	0,50	0,22	0,73	Excelente
255	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	21,55	3,10	1,37	6,38	Deficiente	25,95	1,30	0,58	2,22	Excelente
256	3,80	0,20	0,09	2,33	Excelente	21,80	1,60	0,71	3,25	Muito Bom	27,00	0,00	0,00	0,00	Excelente
257	3,95	0,50	0,22	5,61	Razoável	25,40	2,80	1,24	4,89	Bom	30,35	0,50	0,22	0,73	Excelente
258	3,85	1,30	0,58	14,97	Deficiente	19,70	2,00	0,89	4,50	Bom	25,35	1,70	0,75	2,97	Excelente
259	3,70	0,20	0,09	2,40	Excelente	19,60	2,20	0,98	4,98	Bom	25,30	1,60	0,71	2,80	Excelente
260	3,70	1,00	0,44	11,98	Deficiente	21,95	2,10	0,93	4,24	Bom	27,45	2,50	1,11	4,04	Bom
261	3,80	1,20	0,53	14,00	Deficiente	19,70	1,00	0,44	2,25	Excelente	25,45	0,10	0,04	0,17	Excelente
262	5,85	0,50	0,22	3,79	Muito Bom	24,30	0,60	0,27	1,09	Excelente	28,95	1,70	0,75	2,60	Excelente
263	6,40	0,40	0,18	2,77	Excelente	23,10	1,00	0,44	1,92	Excelente	30,85	0,50	0,22	0,72	Excelente
264	6,05	0,30	0,13	2,20	Excelente	24,35	1,30	0,58	2,37	Excelente	31,30	0,60	0,27	0,85	Excelente
265	3,15	0,10	0,04	1,41	Excelente	21,70	0,40	0,18	0,82	Excelente	25,30	2,60	1,15	4,56	Bom
266	3,30	0,20	0,09	2,69	Excelente	23,75	2,10	0,93	3,92	Muito Bom	32,15	0,70	0,31	0,97	Excelente
267	3,75	0,30	0,13	3,55	Muito Bom	25,85	0,50	0,22	0,86	Excelente	35,80	3,00	1,33	3,71	Muito Bom
268	3,45	0,50	0,22	6,42	Deficiente	22,10	0,80	0,35	1,60	Excelente	29,90	3,60	1,60	5,34	Razoável
269	3,80	0,80	0,35	9,33	Deficiente	25,65	1,30	0,58	2,25	Excelente	32,65	1,10	0,49	1,49	Excelente
270	3,80	0,80	0,35	9,33	Deficiente	22,65	1,50	0,66	2,94	Excelente	27,60	2,20	0,98	3,53	Muito Bom

Concreto fornecido pela concreteira B e analisado pelo laboratório A															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
271	4,25	0,70	0,31	7,30	Deficiente	19,95	2,10	0,93	4,67	Bom	25,90	4,20	1,86	7,19	Deficiente
272	2,75	0,50	0,22	8,06	Deficiente	18,25	1,70	0,75	4,13	Bom	21,35	2,70	1,20	5,61	Razoável
273	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	21,75	3,30	1,46	6,73	Deficiente	27,50	3,40	1,51	5,48	Razoável
274	3,30	0,60	0,27	8,06	Deficiente	19,30	1,80	0,80	4,13	Bom	24,55	1,10	0,49	1,99	Excelente
275	3,25	0,30	0,13	4,09	Bom	22,40	1,40	0,62	2,77	Excelente	29,95	2,50	1,11	3,70	Muito Bom
276	3,30	0,40	0,18	5,37	Razoável	20,30	1,40	0,62	3,06	Muito Bom	29,05	3,50	1,55	5,34	Razoável
277	3,40	0,40	0,18	5,21	Razoável	23,40	1,80	0,80	3,41	Muito Bom	30,05	0,50	0,22	0,74	Excelente
278	3,20	0,60	0,27	8,31	Deficiente	23,35	2,30	1,02	4,37	Bom	29,40	0,40	0,18	0,60	Excelente
279	2,85	0,30	0,13	4,67	Bom	25,05	2,10	0,93	3,72	Muito Bom	29,75	3,10	1,37	4,62	Bom
280	2,90	0,40	0,18	6,11	Deficiente	25,35	0,30	0,13	0,52	Excelente	28,40	1,60	0,71	2,50	Excelente
281	2,90	0,20	0,09	3,06	Muito Bom	22,95	2,10	0,93	4,06	Bom	28,70	1,00	0,44	1,54	Excelente
282	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	23,10	1,20	0,53	2,30	Excelente	30,15	0,30	0,13	0,44	Excelente
283	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	20,40	2,00	0,89	4,35	Bom	31,40	0,60	0,27	0,85	Excelente
284	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	24,85	0,50	0,22	0,89	Excelente	28,15	0,70	0,31	1,10	Excelente
285	3,40	0,60	0,27	7,82	Deficiente	24,80	2,40	1,06	4,29	Bom	32,70	2,80	1,24	3,80	Muito Bom
286	3,10	0,20	0,09	2,86	Excelente	23,15	3,30	1,46	6,32	Deficiente	29,45	1,50	0,66	2,26	Excelente
287	3,35	0,50	0,22	6,62	Deficiente	24,15	2,70	1,20	4,96	Bom	30,00	6,00	2,66	8,87	Deficiente
288	3,15	0,30	0,13	4,22	Bom	21,15	2,90	1,29	6,08	Deficiente	31,80	2,40	1,06	3,35	Muito Bom

Concreto fornecido pela concreteira C analisado pelo laboratório B															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
1	4,62	0,45	0,20	4,32	Bom	12,16	5,48	2,43	19,98	Deficiente	24,17	1,73	0,77	3,17	Muito Bom
2	6,06	0,44	0,20	3,22	Muito Bom	13,60	3,83	1,70	12,49	Deficiente	26,77	0,33	0,15	0,55	Excelente
3	5,63	0,05	0,02	0,39	Excelente	15,26	0,22	0,10	0,64	Excelente	26,47	0,84	0,37	1,41	Excelente
4	5,26	0,19	0,08	1,60	Excelente	14,35	3,74	1,66	11,55	Deficiente	24,51	1,20	0,53	2,17	Excelente
5	4,79	0,41	0,18	3,80	Muito Bom	14,72	0,36	0,16	1,08	Excelente	27,91	0,36	0,16	0,57	Excelente
6	4,61	1,51	0,67	14,53	Deficiente	16,05	0,51	0,23	1,41	Excelente	30,36	0,16	0,07	0,23	Excelente
7	-	-	-	-	-	13,36	2,98	1,32	9,89	Deficiente	26,62	2,03	0,90	3,38	Muito Bom
8	-	-	-	-	-	17,99	2,51	1,11	6,19	Deficiente	26,68	3,19	1,41	5,30	Razoável
9	-	-	-	-	-	13,88	0,51	0,23	1,63	Excelente	28,08	0,71	0,31	1,12	Excelente
10	-	-	-	-	-	16,02	3,86	1,71	10,68	Deficiente	24,28	1,76	0,78	3,21	Muito Bom
11	-	-	-	-	-	15,64	4,10	1,82	11,62	Deficiente	26,19	2,22	0,98	3,76	Muito Bom
12	8,51	0,72	0,32	3,75	Muito Bom	19,02	0,38	0,17	0,89	Excelente	31,85	0,62	0,27	0,86	Excelente
13	7,63	1,16	0,51	6,74	Deficiente	23,25	3,43	1,52	6,54	Deficiente	27,25	0,10	0,04	0,16	Excelente
14	7,86	1,02	0,45	5,75	Razoável	15,61	5,49	2,43	15,59	Deficiente	31,92	1,79	0,79	2,49	Excelente
15	8,34	2,15	0,95	11,43	Deficiente	19,23	1,53	0,68	3,53	Muito Bom	29,04	2,53	1,12	3,86	Muito Bom
16	6,43	0,08	0,04	0,55	Excelente	21,68	1,21	0,54	2,47	Excelente	31,03	0,18	0,08	0,26	Excelente
17	5,45	0,09	0,04	0,73	Excelente	18,87	1,24	0,55	2,91	Excelente	28,06	0,83	0,37	1,31	Excelente
18	4,93	0,47	0,21	4,23	Bom	17,57	1,02	0,45	2,57	Excelente	34,04	0,08	0,04	0,10	Excelente
19	5,24	0,97	0,43	8,21	Deficiente	15,23	4,47	1,98	13,01	Deficiente	31,54	0,84	0,37	1,18	Excelente
20	5,25	0,71	0,31	6,00	Deficiente	14,06	1,62	0,72	5,11	Razoável	31,68	1,11	0,49	1,55	Excelente
21	5,08	0,55	0,24	4,80	Bom	17,78	2,12	0,94	5,29	Razoável	32,38	3,41	1,51	4,67	Bom
22	8,16	0,77	0,34	4,19	Bom	23,25	1,18	0,52	2,25	Excelente	31,50	1,32	0,59	1,86	Excelente
23	8,37	0,32	0,14	1,69	Excelente	25,79	2,17	0,96	3,73	Muito Bom	29,84	1,77	0,78	2,63	Excelente
24	9,18	0,06	0,03	0,29	Excelente	24,18	2,99	1,33	5,48	Razoável	32,60	1,26	0,56	1,71	Excelente
25	8,44	1,10	0,49	5,78	Razoável	21,58	2,39	1,06	4,91	Bom	26,05	0,63	0,28	1,07	Excelente
26	6,10	0,11	0,05	0,80	Excelente	24,11	0,69	0,31	1,27	Excelente	32,83	1,47	0,65	1,99	Excelente
27	6,34	0,28	0,12	1,96	Excelente	21,65	0,78	0,35	1,60	Excelente	30,75	1,40	0,62	2,02	Excelente
28	4,80	0,39	0,17	3,61	Muito Bom	23,38	2,17	0,96	4,11	Bom	28,94	1,03	0,46	1,58	Excelente
29	8,44	0,47	0,21	2,47	Excelente	23,96	0,81	0,36	1,50	Excelente	28,29	7,08	3,14	11,09	Deficiente
30	8,30	1,04	0,46	5,55	Razoável	22,67	2,82	1,25	5,51	Razoável	29,81	1,86	0,82	2,77	Excelente

Concreto fornecido pela concreteira C analisado pelo laboratório B															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
31	6,47	1,32	0,59	9,04	Deficiente	25,45	0,46	0,20	0,80	Excelente	32,50	3,61	1,60	4,92	Bom
32	7,90	0,03	0,01	0,17	Excelente	23,35	1,87	0,83	3,55	Muito Bom	30,30	0,55	0,24	0,80	Excelente
33	-	-	-	-	-	22,61	2,66	1,18	5,21	Razoável	28,30	1,01	0,45	1,58	Excelente
34	-	-	-	-	-	25,17	0,76	0,34	1,34	Excelente	31,73	0,86	0,38	1,20	Excelente
35	-	-	-	-	-	22,42	2,31	1,02	4,57	Bom	31,78	2,31	1,02	3,22	Muito Bom
36	-	-	-	-	-	20,32	0,48	0,21	1,05	Excelente	29,27	3,71	1,64	5,62	Razoável
37	-	-	-	-	-	25,11	0,99	0,44	1,75	Excelente	31,01	0,52	0,23	0,74	Excelente
38	-	-	-	-	-	24,99	1,29	0,57	2,29	Excelente	30,20	1,38	0,61	2,03	Excelente
39	5,41	0,11	0,05	0,90	Excelente	16,78	2,91	1,29	7,69	Deficiente	25,93	0,50	0,22	0,85	Excelente
40	7,05	0,45	0,20	2,83	Excelente	20,03	1,67	0,74	3,70	Muito Bom	26,95	1,36	0,60	2,24	Excelente
41	6,52	2,01	0,89	13,68	Deficiente	19,66	2,71	1,20	6,11	Deficiente	26,49	0,82	0,36	1,37	Excelente
42	4,39	0,84	0,37	8,48	Deficiente	22,18	3,54	1,57	7,07	Deficiente	25,67	2,96	1,31	5,11	Razoável
43	4,34	0,09	0,04	0,92	Excelente	19,55	3,43	1,52	7,78	Deficiente	27,87	1,15	0,51	1,83	Excelente
44	15,11	3,65	1,62	10,71	Deficiente	19,18	4,78	2,12	11,05	Deficiente	27,18	2,36	1,05	3,85	Muito Bom
45	14,18	1,82	0,81	5,69	Razoável	24,27	1,03	0,46	1,88	Excelente	30,20	0,36	0,16	0,53	Excelente
46	14,21	1,67	0,74	5,21	Razoável	18,12	1,13	0,50	2,77	Excelente	28,85	3,74	1,66	5,75	Razoável
47	17,31	0,40	0,18	1,02	Excelente	23,84	1,47	0,65	2,73	Excelente	31,01	0,41	0,18	0,59	Excelente
48	14,08	0,39	0,17	1,23	Excelente	22,22	0,13	0,06	0,26	Excelente	26,82	1,63	0,72	2,69	Excelente
49	10,64	2,43	1,08	10,13	Deficiente	19,48	2,52	1,12	5,73	Razoável	26,20	0,39	0,17	0,66	Excelente
50	7,47	2,13	0,94	12,65	Deficiente	20,52	1,00	0,44	2,16	Excelente	26,85	0,95	0,42	1,57	Excelente
51	8,26	0,04	0,02	0,21	Excelente	22,55	2,81	1,25	5,52	Razoável	28,42	3,07	1,36	4,79	Bom
52	9,54	0,52	0,23	2,42	Excelente	16,42	5,34	2,37	14,42	Deficiente	26,20	0,66	0,29	1,12	Excelente
53	10,58	0,83	0,37	3,48	Muito Bom	13,12	1,26	0,56	4,26	Bom	25,23	0,51	0,23	0,90	Excelente
54	10,24	0,09	0,04	0,39	Excelente	20,26	3,59	1,59	7,86	Deficiente	29,88	0,38	0,17	0,56	Excelente
55	11,90	0,14	0,06	0,52	Excelente	22,79	4,59	2,03	8,93	Deficiente	28,40	2,30	1,02	3,59	Muito Bom
56	9,34	2,77	1,23	13,15	Deficiente	20,72	1,75	0,78	3,74	Muito Bom	28,72	0,41	0,18	0,63	Excelente
57	8,45	0,34	0,15	1,78	Excelente	19,72	3,78	1,68	8,50	Deficiente	27,67	0,28	0,12	0,45	Excelente
58	7,44	1,17	0,52	6,98	Deficiente	15,99	1,15	0,51	3,19	Muito Bom	27,36	3,34	1,48	5,41	Razoável
59	5,81	0,61	0,27	4,66	Bom	17,34	0,73	0,32	1,87	Excelente	26,02	0,44	0,20	0,75	Excelente
60	8,86	0,92	0,41	4,60	Bom	20,69	1,40	0,62	3,00	Excelente	26,83	2,05	0,91	3,39	Muito Bom

Concreto fornecido pela concreteira C analisado pelo laboratório B															
14 horas						7 DIAS					28 DIAS				
Lote	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível	Média (MPa)	Amplitude (MPa)	Desvio-padrão	Coef. De Variação	Nível
91	8,59	1,34	0,59	6,91	Deficiente	30,79	0,46	0,20	0,66	Excelente	35,02	3,03	1,34	3,84	Muito Bom
92	8,72	0,85	0,38	4,32	Bom	22,54	1,54	0,68	3,03	Muito Bom	31,78	2,17	0,96	3,03	Muito Bom
93	10,14	0,34	0,15	1,49	Excelente	23,06	0,85	0,38	1,63	Excelente	29,02	1,64	0,73	2,50	Excelente
94	10,08	0,74	0,33	3,25	Muito Bom	23,87	3,64	1,61	6,76	Deficiente	33,27	0,62	0,27	0,83	Excelente
95	6,11	1,79	0,79	13,00	Deficiente	22,58	2,73	1,21	5,36	Razoável	28,76	1,30	0,58	2,00	Excelente
96	5,77	0,02	0,01	0,15	Excelente	23,24	1,40	0,62	2,67	Excelente	33,16	0,69	0,31	0,92	Excelente
97	6,42	0,23	0,10	1,59	Excelente	24,76	2,70	1,20	4,83	Bom	30,80	1,98	0,88	2,85	Excelente

