

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO:
PARADIGMAS E VARIABILIDADES – ESTUDO DE
CASO.**

MIKE DA SILVA PEREIRA

ORIENTADOR: ELTON BAUER

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**PUBLICAÇÃO: E.DM - 012A/08
BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO – 2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO: PARADIGMAS
E VARIABILIDADES – ESTUDO DE CASO.**

MIKE DA SILVA PEREIRA

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM ESTRUTURA E CONSTRUÇÃO
CIVIL.**

APROVADA POR:

**Prof^o Elton Bauer, Dr (ENC-UnB)
(Orientador)**

**Prof^o Antonio A. Nepomuceno, Dr Ing. (ENC-UnB)
(Examinador Interno)**

**Prof^o Turíbio José da Silva, DSc (UFU)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 28 DE NOVEMBRO DE 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

PEREIRA, MIKE DASILVA

Controle da Resistência do Concreto: Paradigmas e Variabilidades – Estudo De Caso [Distrito Federal] 2008.

xix 229p, 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2008).
Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Controle Tecnológico

2. Concreto

3. Resistência

4. Estimadores

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA., M. S. (2008). Controle da Resistência do Concreto: Paradigmas e Variabilidades – Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação PECC., Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 229p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Mike da Silva Pereira.

TÍTULO: Controle da Resistência do Concreto: Paradigmas e Variabilidades – Estudo de Caso.

GRAU: Mestre

ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Mike da Silva Pereira

TV. 14 de Março nº 1060, Cremação.

66.000-520 Belém – PA – Brasil.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois sem Ele nada seria, Obrigado
Meu Deus!

À Universidade de Brasília.

Ao Programa de Pós –Graduação em Estruturas e Construção Civil–PECC.

Ao Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília -
LEM/UnB.

Ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília –
CDT/UnB.

Ao Meu Professor, Orientador e Amigo Dr^o Elton Bauer. Todo meu
reconhecimento.

Ao professor André Pacheco de Assis do Programa de Pós – Graduação em
Geotecnia, pela ajuda.

Aos professores do PECC pelos ensinamentos Prestados.

A minha Família Querida e Amada, irmãos, Alan, Marcos Job, Suanne e
Michel, minha pequeninha sobrinha Vitória e em especial a minha Grande
Mãe Celina, Mulher Guerreira que abriu mão de tudo em prol da minha
educação. Toda minha Admiração e Amor.

Aos meus Sogro e Sogra Raimundo e Inácia pelas Orações e Ajudas.

Aos cunhados e cunhadas Osmar, Mauro Renato, Mauro Cesar, Eduardo,
Roberta, Milene, Michele, Franci e Vanessa.

Aos funcionários e laboratoristas do LEM, pela disposição em ajudar
sempre que necessário.

A todos os Amigos e funcionários do PECC que me acompanharam nesta
caminhada, Alexandre Neuman, Maik Victor, Cláudio, Eva, Pedro e em
Especial aos Grandes Amigos/Irmãos Bruno e João.

A todos que passaram por minha vida, colocando ou retirando Pedras. para
alegria dos que retiraram e tristezas dos que colocaram... CONSEGUIR!

*Em especial a minha esposa querida, Soraya Tatiana. Ajuda essencial.
Para Ela, todo o meu Amor.*

Dedicado a Minha Mãe, pois
“Ela deixou seus sonhos para que eu sonhasse,
Derramou lágrimas para que eu fosse feliz,
Perdeu noites de sono para que eu dormisse tranquilo,
Acreditou em mim, apesar dos meus erros”
E a Minha Família: Esposa, Irmãos, Sobrinha, pois são meus
Tesouros e as Fontes de Minha Energia.

RESUMO

CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO: PARADIGMAS

E VARIABILIDADES – ESTUDO DE CASO

Autor: Mike da Silva Pereira

Orientador: Elton Bauer

Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, 28 novembro de 2008

Na construção civil já é consenso de que a grande variabilidade das propriedades dos materiais, das dimensões geométricas dos componentes e dos carregamentos atuantes, não mais permite a utilização de métodos deterministas tradicionais. Atualmente a segurança estrutural de um projeto baseia-se na verificação das resistências e das ações, admitindo uma distribuição estatística dessas variáveis, fixando-se um valor característico, correspondente ao quantil de 5% de uma distribuição normal de freqüências. Para o controle desse valor característico empregam-se funções de aceitação fornecidas pela NBR 12655 (ABNT, 2006). Para avaliar as variabilidades e a aceitação do concreto, foram analisados os resultados de resistência à compressão, aos 28 dias de idade, de três obras situadas em Brasília/DF. No trabalho, são apresentadas as análises dos lotes de concreto selecionados, a partir dos estimadores propostos pela NBR 12655, além de avaliações estatísticas, incluindo desvio-padrão dos lotes, coeficiente de variação das operações de controle, teste de normalidade. Os resultados demonstraram que, de uma forma geral, a possibilidade de se controlar a qualidade do concreto de uma obra, através de análises estatísticas simples, permitindo com o mapeamento da aplicação dos lotes e localizar facilmente o concreto com problemas, para que sejam tomadas as providências para as correções e intervenções necessárias ao bom desempenho e a durabilidade da estrutura. O controle de aceitação realizado pela NBR 6118/78 penalizava bastante os concretos com desvio padrão baixo e médias próximas do f_{ck} . Pode haver ocorrências de f_{ck} conceitual menor que o f_{ck} da obra.

ABSTRACT
CONTROL TECHNOLOGY: PARADIGMS AND VARIABILITY
PRODUCED IN PARTS OF THE FEDERAL DISTRICT

Author: Mike da Silva Pereira

Advisor: Elton Bauer

Program for Post - degree in Structures and Construction

Brasília, 28 November of 2008

In building construction it's already consensus that great variability of materials properties, components geometric dimensions and applied loads, don't permit the use of deterministic traditional methods any more. Presently structural safety of design is based on verify resistance and actions, admitting statistical distributions and a fixed characteristic value, corresponding to 5% quantil of a normal distribution of frequencies. To control this characteristic resistance are used standard acceptance functions (NBR 12655, 2006). In this paper, compressive strength results, 28 days old, were analyzed to evaluate concrete variability of a residential of a building located in Brasília/DF, Brazil. The analyses of selected concrete portions are presented, using estimated values proposed by NBR 12655. It was proceeded a statistical analysis, including standard deviation, coefficient of control operations variability, adherence test to the normal distribution. The results showed that, overall, the study shows the ability to monitor the quality of the concrete of a work by means of simple statistical analysis, allowing the mapping of the application of lots and easily find the specific problems with, so that are taken to provide for the fixes and interventions necessary for the proper performance and durability of the structure. The control of acceptance achieved by the NBR 6118/78 penalized quite the concrete with a standard deviation low and medium close to f_{ck} . There may be instances f_{ck} conceptual, less than the f_{ck} construction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVO GERAL	3
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	5
2.1	DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	5
2.2	DEFINIÇÃO SEMI - PROBABILÍSTICA DE RESISTÊNCIA.....	9
2.3	DEFINIÇÃO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO	15
2.4	VARIÁVEIS INFLUENTES NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO	21
2.4.1	Produção	22
2.4.2	Ensaio de laboratórios.....	23
2.4.2.1.	A dimensão e forma do corpo-de-prova	23
2.4.2.2.	Tipo de cura	24
2.4.2.3.	Taxa de carregamento	25
2.4.2.4.	Condições de topo do corpo-de-prova	26
2.5	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	30
2.5.1	Controle produção.....	33
2.5.2	Instrumentos de acompanhamento da evolução da resistência.....	34
2.5.2.1.	Carta de Valores Individuais e Carta de desvio Padrão	34
2.5.3	Controle de recebimento	36
2.5.3.1.	Controle estatístico por amostragem parcial	44
2.5.3.2.	Controle estatístico por amostragem total.....	47
2.5.3.3.	Controle de aceitação de casos excepcionais	48
3	METODOLOGIA	49
3.1.	COLETA DOS DADOS.....	50
3.2.	OBRA ANALISADAS	51
3.3.	DEFINIÇÃO DOS LOTES	51
3.4.	CARTAS INDIVIDUAIS DE RESISTÊNCIA	53
3.5.	ANÁLISE DESVIO-PADRÃO	53
3.6.	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE ENSAIO E CONTROLE.....	53
3.7.	TESTE DE NORMALIDADE	54
3.8.	CONTROLE DE ACEITAÇÃO DOS LOTES.....	55
3.9.	AVALIAÇÃO DO f_{ck} AMOSTRAL	55
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56

4.1	OBRA A	56
4.1.1	f_{ck} amostral e teste de normalidade	56
4.1.2	Eficiência das operações de ensaio	58
4.1.3	Estimadores de resistência	58
4.1.4	Carta de valores individuais	60
4.1.5	Carta de desvio padrão	62
4.1.6	Análise da Obra A.	63
4.2	OBRA B	65
4.2.1	f_{ck} amostral e teste de normalidade	65
4.2.2	Eficiência das operações de ensaio	67
4.2.3	Estimadores de resistência	67
4.2.4	Carta de valores individuais	71
4.2.5	Carta de desvio padrão	75
4.2.6	Análise da Obra B.	77
4.3	OBRA C	79
4.3.1	f_{ck} amostral e teste de normalidade	79
4.3.2	Eficiência das operações de ensaio	80
4.3.3	Estimadores de resistência	81
4.3.4	Carta de valores individuais	84
4.3.5	Carta de desvio padrão	86
4.3.6	Análise da Obra C.	88
4.4	ANÁLISE DOS ESTIMADORES	88
5	CONCLUSÃO	91
6	SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	93
	BIBLIOGRAFIA	94
	APÊNDICES	98
	A – FIGURAS GERADAS COM TODOS OS ESTIMADORES DA OBRA A ..	99
	B– FIGURAS GERADAS COM TODOS OS ESTIMADORES DA OBRA B.	101
	C – FIGURAS GERADAS COM TODOS OS ESTIMADORES DA OBRA C.	104
	D – RESULTADOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO E CÁLCULO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO A.....	106
	E – RESULTADOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO E CÁLCULO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO B.....	131

**F – RESULTADOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO E
CÁLCULO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO C..... 190**

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 – Principais Fatores que Influenciam o resultado da resistência à compressão potencial do concreto medido no ensaio de controle (modificado – HELENE, 1981).	21
Tabela 2. 2 - Correlações entre corpos-de-prova cilíndricos e cúbicos (LIMA e BARBOSA, 2002).24	24
Tabela 2. 3 – Extensão máxima de lotes a serem analisados – NBR 6118/78.	37
Tabela 2. 4 – Valores de ψ_6 em função do tamanho da amostra de acordo com NBR 6118/78.....	38
Tabela 2. 5 – Valores para a formação de lotes de concreto – NBR 12655.....	43
Tabela 2. 6 – Valores de ψ_6 - NBR 12655.....	45
Tabela 2. 7 – Desvio padrão relacionado com a condição de preparo.	46
Tabela 3. 1– Descrição das Obras estudadas.....	51
Tabela 3. 2 – Quantidades de lotes, volume de concreto e exemplares estudados por obra	52
Tabela 4. 1– Teste do qui – quadrado para os dados de resistência da obra A.....	57
Tabela 4. 2 – Tabela resumo dos estimadores da obra A.	59
Tabela 4. 3 - Teste do χ^2 para os dados de resistência da obra B.....	66
Tabela 4. 4 - Tabela resumo dos estimadores da obra B – lotes de 1 a 29.	68
Tabela 4. 5 - Tabela resumo dos estimadores da obra B – lotes de 30 a 58.	69
Tabela 4. 6 – Teste do χ^2 para os dados de resistência da obra C.....	80
Tabela 4. 7 - Tabela resumo dos estimadores da obra C.....	82
Tabela 4. 8 – Estimadores utilizados.....	89
Tabela D. 1 – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 1.....	107
Tabela D. 2 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 2.....	108
Tabela D. 3 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 3.....	109
Tabela D. 4 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 4.....	110
Tabela D. 5 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 5.....	111
Tabela D. 6 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 6.....	112
Tabela D. 7 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 7.....	113
Tabela D. 8 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 8.....	114
Tabela D. 9 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 9.....	115
Tabela D. 10 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 10.....	116
Tabela D. 11 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 11.....	117
Tabela D. 12 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 12.....	118
Tabela D. 13 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 13.....	119
Tabela D. 14 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 14.....	120
Tabela D. 15 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 15.....	121
Tabela D. 16 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 16.....	122
Tabela D. 17 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 17.....	123

Tabela E. 53 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 53.....	184
Tabela E. 54 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 54.....	185
Tabela E. 55 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 55.....	186
Tabela E. 56 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 56.....	187
Tabela E. 57 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 57.....	188
Tabela E. 58 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 58.....	189
Tabela F. 1 – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote 1.....	191
Tabela F. 2 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote2.....	192
Tabela F. 3 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote3.....	193
Tabela F. 4 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote4.....	194
Tabela F. 5 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote5.....	195
Tabela F. 6 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote6.....	196
Tabela F. 7 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote7.....	197
Tabela F. 8 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote8.....	198
Tabela F. 9 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote9.....	199
Tabela F. 10 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote10.....	200
Tabela F. 11 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote11.....	201
Tabela F. 12 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote12.....	202
Tabela F. 13 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote13.....	203
Tabela F. 14- Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote14.....	204
Tabela F. 15 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote15.....	205
Tabela F. 16 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote16.....	206
Tabela F. 17 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote17.....	207
Tabela F. 18 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote18.....	208
Tabela F. 19 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote19.....	209
Tabela F. 20 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote20.....	210
Tabela F. 21 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote21.....	211
Tabela F. 22 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote22.....	212
Tabela F. 23 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote23.....	213

Tabela F. 24 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote24.....	214
Tabela F. 25 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote25.....	215
Tabela F. 26 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote26.....	216
Tabela F. 27 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote27.....	217
Tabela F. 28 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote28.....	218
Tabela F. 29 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote29.....	219
Tabela F. 30 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote30.....	220
Tabela F. 31 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote31.....	221
Tabela F. 32 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote32.....	222
Tabela F. 33 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote33.....	223
Tabela F. 34 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote34.....	224
Tabela F. 35 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote35.....	225
Tabela F. 36 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote36.....	226
Tabela F. 37 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote37.....	227
Tabela F. 38 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote38.....	228
Tabela F. 39 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote39.....	229

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 – Curva de distribuição normal padrão.....	6
Figura 2. 2 – Gráfico da região crítica de χ^2_{tab}	8
Figura 2. 3 - Diversidade de fatores influentes demonstrando a aleatoriedade do processo (modificado – HELENE, 1993).....	10
Figura 2. 4 – Método parcialmente probabilístico dos estados – limites. Critério adotado pela NB-1 – Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado (1960) – (HELENE e TERZIAN 1993).	11
Figura 2. 5 – Esquema simplificado do dimensionamento de estruturas pelo método semi – probabilístico (NBR 6118/1978).....	14
Figura 2. 6 – Significado da resistência à compressão do concreto obtida através do controle do concreto (HELENE e TERZIAN, 1993).....	16
Figura 2. 7 – Constantes, coeficientes angulares e coeficiente de correlação da equação 2.9 (modificado – HELENE e TERZIAN, 1993).	18
Figura 2. 8 - Distribuição de densidade de frequência relativa de resistência (modificado – FUSCO, 2008).....	19
Figura 2. 9 – Analogia entre resistência de dosagem (f_{cd}), resistência característica mínima (f_{ck}) e o tiro ao alvo (TANGO e ALVIN, 1993).	20
Figura 2. 10 - Influência da planeza da superfície de carga de corpos – de – prova cúbicos de concreto sobre a resistência à compressão (modificado – BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983).....	27
Figura 2. 11 – Influência da espessura do capeamento sobre a resistência à compressão (Bucher e Rodrigues Filho, 1983).....	28
Figura 2. 12 – Capeamento com almofadas de neoprene não confinado (BEZERRA, 2007).....	30
Figura 2. 13 – Carta de valores individuais.....	35
Figura 2. 14 – Carta de controle baseado no desvio padrão do processo de produção e ensaio (BAUER et al, 2007).....	36
Figura 2. 15 – Posição relativa entre a resistência característica real e a resistência característica estimada, $f_{ckj, est}$, em relação à resistência característica especificada (HELENE e TERZIAN, 1993).....	39
Figura 2. 16 – Recomendação para estimativa de resistência característica do concreto à compressão (NBR 6118/78).	40
Figura 2. 17 – Alteração da eficiência de um estimador em função do coeficiente de variação do lote produzido, mantido o mesmo número de exemplares (HELENE, 1993).	41
Figura 2. 18 – Planta de identificação dos lotes – (IBRACON, 2005).	44
Figura 2. 19– Valores de ψ_6 em função do número de exemplares para condições de produção do tipo A, B e C (SAAD, 2006).	46
 Figura 3. 1 – Esquema simplificado dos procedimentos do estudo.	 50
 Figura 4. 1 – Histograma das resistências à compressão do concreto da obra A e curva de distribuição normal ajustada.	 56
Figura 4. 2 – Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra A.	58
Figura 4. 3 – Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra A.	60
Figura 4. 4 – Carta de resultados individuais da obra A – lotes 1 a 12.....	61
Figura 4. 5 – Carta de resultados individuais da obra A – lotes 13 a 24.....	61
Figura 4. 6 – Carta de controle da qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção e ensaio para os lotes da obra A.	62
Figura 4. 7 – Detalhe da característica de crescimento dos resultados de resistência da serie do lote 20.	64
Figura 4. 8 - Histograma das resistências à compressão do concreto da obra B e curva de distribuição normal ajustada.	66
Figura 4. 9 – Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra B.	67

Figura 4. 10 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655/06 e NBR6118/78 da Obra B – lotes 1 a 29.....	70
Figura 4. 11 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra B – lotes 30 a 58.....	71
Figura 4. 12 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 1 a 10.....	72
Figura 4. 13 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 11 a 20.....	72
Figura 4. 14 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 21 a 30.....	73
Figura 4. 15 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 31 a 40.....	73
Figura 4. 16 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 41 a 50.....	74
Figura 4. 17 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 51 a 58.....	75
Figura 4. 18 – Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 1 a 20.....	75
Figura 4. 19 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 21 a 40.....	76
Figura 4. 20 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 41 a 58.....	77
Figura 4. 21 – Histograma das resistências à compressão do concreto da obra C e curva de distribuição normal ajustada.	79
Figura 4. 22 - Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra C.....	81
Figura 4. 23 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra C – lotes 1 a 20.....	83
Figura 4. 24 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra C – lotes 21 a 39.....	84
Figura 4. 25 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 1 a 10	84
Figura 4. 26 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 11 a 20.	85
Figura 4. 27 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 21 a 30.	85
Figura 4. 28 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 31 a 40.	86
Figura 4. 29 – Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra C – lotes 1 a 20.....	87
Figura 4. 30 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra C – lotes 21 a 39.....	87
Figura 4. 31 – Carta de valores individuais do lote 7 da Obra A.	90
Figura A. 1 - Valores dos estimadores da Obra A – lotes 01 a 12.....	100
Figura A. 2 - Valores dos estimadores da Obra A – lotes 13 a 24.....	100
Figura B. 1 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 01 a 14.....	102
Figura B. 2 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 15 a 29.....	102
Figura B. 3 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 30 a 44.....	103
Figura B. 4 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 45 a 58.....	103
Figura C. 1 - Valores dos estimadores da Obra C – lotes 01 a 20.....	105
Figura C. 2 - Valores dos estimadores da Obra C – lotes 21 a 39.....	105

LISTA DE EQUAÇÕES

$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	Equação 2. 1.....	5
$\chi^2 = \sum [(foi - fei^2)/fei]$	Equação 2. 2.....	7
$k = \log_2 n = 1 + \log n / \log 2$	Equação 2. 3.....	9
$\sigma_R = (1 - 1,64 \cdot V_d) \cdot \sigma_{28}$	Equação 2. 4.....	12
$\sigma_R = 3/2 \cdot \sigma_{28}$ (Controle Rigoroso)	Equação 2. 5.....	12
$\sigma_R = 2/3 \cdot \sigma_{28}$ (Controle Razoável)	Equação 2. 6.....	12
$\sigma_R = 3/5 \cdot \sigma_{28}$ (Controle Regula)	Equação 2. 7.....	12
$f_{c_{cj}} / f_{c_{cm28}} = K7/K8 \cdot 1/\sqrt{t}$	Equação 2. 8.....	17
$\log(f_{c_{cj}} / f_{c_{cm28}}) = K8/K9 \cdot 1/\sqrt{t}$	Equação 2. 9.....	18
$f_{cm, \text{população}} = \sum Xi / n$	Equação 2. 10.....	19
$\sigma = \sqrt{[\sum (f_{cm} - f_{ci})^2 / (n-1)]}$	Equação 2. 11.....	19
$f_{ck} = f_{c00,5}$	Equação 2. 12.....	20
$f_{ck} = f_{cm} - 1,645 \sigma$	Equação 2. 13.....	20
$S_{75} = 0,85 S_{100} + 21,7$	Equação 2. 14.....	24
$S_{100} = 1,177 S_{75} - 25,5$	Equação 2. 15.....	24
$f'_{cr} = f'_c + 1,34 s_d$	Equação 2. 16.....	33
$f'_{cr} = f'_c + 2,33 s_d - 3,5 \text{ MPa}$	Equação 2. 17.....	33
$f_{ckj,est} \geq \{2 \cdot (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{m-1}) / m - 1\} - f_m$	Equação 2.18.....	38
$f_{ckj,est} \geq \psi_6 \cdot f_{cj1}$	Equação 2.19.....	38
$f_{ckj,est} \leq 0,85 \cdot f_{cjm}$	Equação 2.20.....	38
$f_{ckj,est} = \{2 \cdot (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{m-1}) / m - 1\} - f_m$	Equação 2. 21.....	44
$f_{ckj,est} \geq \psi_6 \cdot f_1$	Equação 2. 22.....	45
$f_{ckest} = f_{cm} - 1,65 \cdot s_d$	Equação 2. 23.....	47
$f_{ckest} = f_1$	Equação 2. 24.....	47
$f_{ckest} = f_i$	Equação 2. 25.....	47
$f_{ckj,est} = \psi_6 \cdot f_1$	Equação 2. 26.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	- American Concrete Institute
ASTM	- American Society For Testing And Materials
f_{ck}	- Resistência característica com 95% de probabilidade de valores acima
f_{ck} amostral	- Resistência característica com 95% de probabilidade de valores acima, relativo a amostra trabalhada
f_{c365}	- Resistência a compressão aos 365 dias
f_{ccm}	- Resistência a compressão média
$f_{ckj,est}$	- Resistência característica estimada do concreto
f'_{cr}	- Resistência média de dosagem ACI 318
f'_c	- resistência à compressão característica do concreto
f_1	- Resistência do exemplar de menor resistência
Lote	- Porção determinada
MPa	- Mega Pascal
m^3	- Metro cúbico
PBPQ-H	- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
SNIC	- Sistema Nacional da Indústria do Concreto
SO ₂	- Dióxido de Enxofre
S_d	- Desvio padrão adotado
UnB	- Universidade de Brasília
V_d	- Coeficiente de Variação
ψ_6	- Coeficiente de Variação
X_i	- Valores com n igual a i.
χ^2	- Qui - Quadrado
χ^2_{tab}	- Qui – Quadrado Tabelado
σ_{28}	- Tensão aos 28 dias
γ_m	- Coeficiente de Ponderação dos materiais
γ_c	- Coeficiente de Ponderação do concreto
γ_f	- Coeficiente de Ponderação das forças atuantes
μ	- Média Aritmética
σ	- Desvio padrão da Amostra

1 INTRODUÇÃO

Falar em controle tecnológico do concreto na atualidade significa falar em parte, no controle dos materiais que fazem parte da sua composição, pois os principais problemas que podem afetar o concreto estão intimamente ligados à não conformidade dos materiais que o compõem. Por isso a certificação de qualidade de produtos e serviços na construção civil é um requisito de extrema importância para as relações comerciais e está sendo cada vez mais exigida nos dias atuais. Esta exigência tem incentivado o surgimento de inovações tecnológicas tanto dos materiais e tecnologias quanto nos indicadores de qualidade.

Devido a essa necessidade de aprimoramento na qualidade, tanto dos serviços quanto dos produtos, o mercado da construção civil conquistou durante ao longo dos anos, alguns tipos de certificações de qualidade. Dentre elas, as mais utilizadas pelo mercado brasileiro são a ISO (International Organization for Standardization) e o PBPQ-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat).

Levando-se em consideração que a "qualidade total" tem sido, justificadamente, um tema freqüente em seminários e congressos sobre construção no Brasil, torna-se difícil falar em "qualidade total", pois para alguns itens relativos a construção civil em geral, há dificuldade de dimensionar exatamente as variáveis inerentes a estes processos, como por exemplo, o controle tecnológico e as variabilidades dos materiais utilizados nas estruturas de concreto das obras no Brasil.

Dentro dos elementos pertinentes aos projetos estruturais está o concreto, item de grande evolução em termos de tecnologia. É um material formado basicamente por componentes como materiais cimentícios, na grande maioria cimentos portland, adições, aditivos, agregados minerais entre outros, ou seja, o concreto é composto de materiais de diferentes processos de produção e o seu controle deve levar em consideração não apenas o produto em si, como também os seus materiais componentes.

O concreto é um dos produtos mais usados na construção civil, sendo que no Brasil no ano de 2005 o consumo era de 290 toneladas por ano (SNIC, 2005). Sua produção, em

alguns casos, ainda é bastante rudimentar, pois algumas obras ainda produzem concreto misturado na obra com betoneiras estacionárias de pequeno porte e o tipo de mão de obra utilizada é muito variável.

São diversas as propriedades deste material, que devem ser monitoradas durante a concretagem. É importante levar em consideração que é nas idades iniciais do concreto que ocorrem as reações químicas do cimento com a água para formação dos compostos que posteriormente vão garantir certa resistência e durabilidade esperada do concreto.

Devido à falta de cuidado com o concreto durante a concretagem e nas idades iniciais, diversos problemas patológicos podem ocorrer, tais como fissuras de retração por secagem, por retração autógena, que são devido a geração de tensões durante a hidratação do concreto que possui uma quantidade de água insuficiente para própria hidratação (Bjontergaard, 2002), entre outras.

A resistência característica do concreto utilizada para cálculos estruturais é um valor fixado pelo engenheiro especialista em cálculo estrutural, porém este valor é baseado em uma distribuição de frequência de tendência normal. Isso é obtido quando a produção do concreto é feita de maneira estacionária, ou seja, sem a variação da produção nos materiais, equipamentos, dentre outros.

O ensaio mais utilizado para avaliação da qualidade do concreto é o ensaio de resistência à compressão, pelo seu custo relativamente baixo e pela possibilidade de correlação com outras propriedades do concreto.

Há alguns anos, os cálculos das estruturas de concreto eram baseados em resistências baixas como 12,5 e 15 MPa, mas atualmente é possível atingir no Brasil, resistências superiores a 100 MPa. Isto é uma ferramenta poderosa para a engenharia em geral, pois implica na redução das dimensões de pilares e vigas, o aumento da velocidade das obras, na diminuição do tamanho e peso das estruturas, formas, etc.

Assim, a mensuração da resistência por sua vez é sujeita a vários fatores, como as variáveis do ensaio de resistência à compressão. Podemos destacar algumas dessas variáveis, como o tipo de regularização de topo dos corpos-de-provas, a velocidade de aplicação do carregamento do ensaio, as dimensões dos corpos – de –prova, a relação altura diâmetro e a rigidez do equipamento de ensaio, entre outras.

Da mesma forma, pode-se obter resultados equivocados para outras variáveis do ensaio de compressão. Tendo em vista tais fatos é de extrema importância a atenção para a influência dessas variáveis nos resultados do ensaio de resistência compressão, para uma maior confiabilidade dos mesmos, tanto no tocante ao controle tecnológico quanto à análise da influência das condições intrínsecas ao concreto.

O controle de produção torna-se uma das ferramentas mais importantes para obtenção de resistências ideais, ou seja, de acordo com o especificado pelo especialista em cálculos estruturais, pois é o controle de produção que pode garantir que o processo seja realizado de modo estacionário, sem variação.

Para a qualidade do concreto é fundamental ter parâmetros que realmente indiquem a variabilidade de sua produção, afim do produtor utilizar os coeficientes de segurança necessários para diminuir os riscos de ter um bom produto rejeitado e vice-versa.

Este trabalho se enquadra na linha de pesquisa de Sistemas Construtivos e Desempenho de Materiais e no projeto Durabilidade, Desenvolvimento, e Inovação Tecnológica e Técnicas Construtivas no Distrito Federal.

1.1 OBJETIVO GERAL

Visando contribuir para o controle tecnológico de concreto, o presente estudo tem como objetivo analisar dados reais de resistências à compressão de controle tecnológico de obras localizadas no Distrito Federal, discutir os parâmetros pertinentes a critérios de estimação da resistência característica e os procedimentos de aceitação ou rejeição.

Os critérios metodologias a serem avaliadas são a NBR 12655 da ABNT (2006), que trata do controle e recebimento do concreto, e a NBR 6118 da ABNT (1978).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atender ao objetivo geral são necessários os seguintes enfoques específicos.

- Analisar os dados de resistência de 3 (três) obras, sistematizando os lotes, variações e parâmetros de controle;
- Analisar a normalidade da distribuição estatística obtendo o f_{ck} amostral;
- Submeter os lotes aos critérios de aceitação / rejeição da NBR 6118/78 e NBR12655/06;
- Discutir os estimadores e parâmetros pertinentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Neste trabalho a revisão bibliográfica relata a respeito da importância de controle de processos, principalmente a de controle tecnológico de concreto, no qual se trabalha teorias bibliográficas, definições e recomendações das normas técnicas brasileiras, ABNT 12655/06 e ABNT 6118/78.

2.1 DISTRIBUIÇÃO NORMAL

Kume (1993) considera que, apesar da variação dos dados de uma determinada amostra, os mesmos podem ser redigidos por uma certa regra e quando isso ocorre diz-se que os dados amostrais seguem uma determinada distribuição.

Existem vários tipos de distribuição, sendo a mais típica a distribuição normal e a mais utilizada para controle de resistência de concreto devido à definição de resistência característica que veremos no item 2.3.

A distribuição normal, entre outras, é uma importante distribuição de probabilidade, sendo aplicadas em inúmeros fenômenos. É também conhecida como distribuição de Gauss.

A curva gerada pela distribuição normal, conhecida como curva normal ou curva de Gauss é expressa de acordo com a equação 2.1.

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Equação 2. 1

Onde;

X = A variável aleatória

f(x) = A função densidade de probabilidade;

μ = Média dos valores de X;

σ = Desvio padrão dos valores de X.

A curva de distribuição normal é determinada pelos parâmetros μ e σ , média populacional e dispersão da distribuição (desvio padrão populacional) respectivamente.

A curva padrão de distribuição normal está apresentada na figura 2.1.

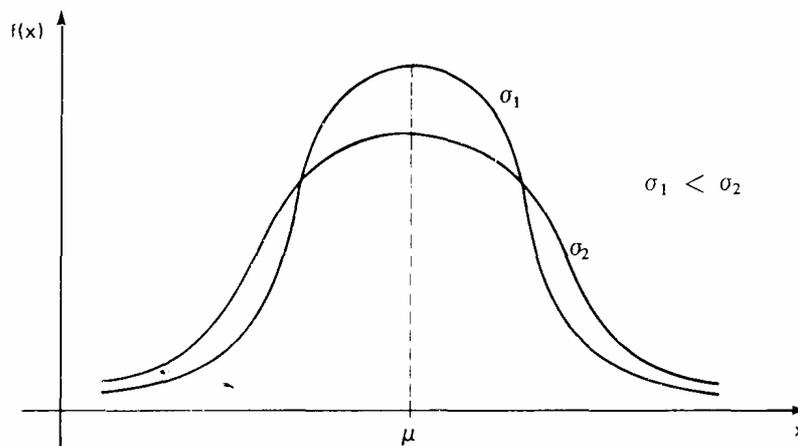


Figura 2. 1 – Curva de distribuição normal padrão.

Analisando a figura 2.1, podemos destacar as seguintes propriedades:

- $f(x)$ é simétrico em relação à origem $X = \mu$;
- $f(x)$ possui um ponto máximo e para $X = \mu$;

Alguns procedimentos são propostos para verificar, a partir de uma amostra, se uma variável estudada pode ser descrita adequadamente por uma distribuição normal, ou seja, se há uma boa aderência de um conjunto de dados ao modelo Gaussiano.

Uma análise inicial da distribuição pode ser feita graficamente através da avaliação qualitativa de um histograma de frequência. Se o gráfico apresentar razoável simetria e forma aproximada da curva Gaussiana, tem-se uma indicação de adequabilidade dos dados ao modelo Gaussiano.

Pode-se, também, realizar uma avaliação quantitativa para verificação da adequabilidade, através do teste do Qui-quadrado (Khazanie, 1986), que relaciona a frequência observada com a frequência esperada pela distribuição de Gauss. Essa avaliação quantitativa esta representada na equação 2.2.

$$\chi^2 = \sum [(f_{oi} - f_{ei})^2 / f_{ei}] \quad \text{Equação 2. 2}$$

Onde,

f_{oi} = frequência observada;

f_{ei} = frequência esperada.

Segundo Fonseca (1982), quando usamos estatística χ^2 para a concordância entre valores observados e esperados por certo fenômenos, estamos realizando um teste de adequação do ajustamento. Contudo, se usarmos o teste do qui – quadrado para colocar à prova hipóteses referentes à forma da distribuição da população, estaremos efetuando um teste de aderência. Nestes testes, admitimos que a distribuição da variável em estudo seja descrita por determinado modelo teórico de probabilidade e verificamos o grau de aderência dos dados amostrais ao modelo.

Fonseca (1982) denomina este teste apenas de teste de qui – quadrado. A seguir destacamos os principais passos para a efetivação de um teste qui – quadrado.

- Enunciar a hipóteses H0 e H1.

H_0 afirmará não haver discrepância entre as frequências esperadas e frequências observadas. Enquanto H_1 afirma que as frequências esperadas e observadas diferem do modelo usado para comparação;

- Fixar o nível de significância α , bem como a variável qui – quadrado com φ graus de liberdade, observando a regra expostas a seguir:

$\varphi = K - 1$, quando as frequências esperadas puderem ser calculadas sem que se façam estimativas dos parâmetros populacionais a partir da distribuição amostral.

$\varphi = K - 1 - r$, quando para a determinação das frequências esperadas r parâmetros tiveram suas estimativas calculadas a partir das distribuições.

- Determinar a região crítica e a região de aceitação.

Para decidirmos se devemos ou não rejeitar a hipótese H_0 , ao nível de significância fixada, deve-se lembrar, se H_0 for verdadeira, esperamos que as frequências observadas (f_{oi}) sejam próximas das frequências esperadas (f_{ei}), por tanto, o valor de χ^2 será pequeno, levando a aceitar a hipótese H_0 e a região crítica deverá estar concentrada à direita de certo valor crítico tabelado, conforme a figura 2.2.

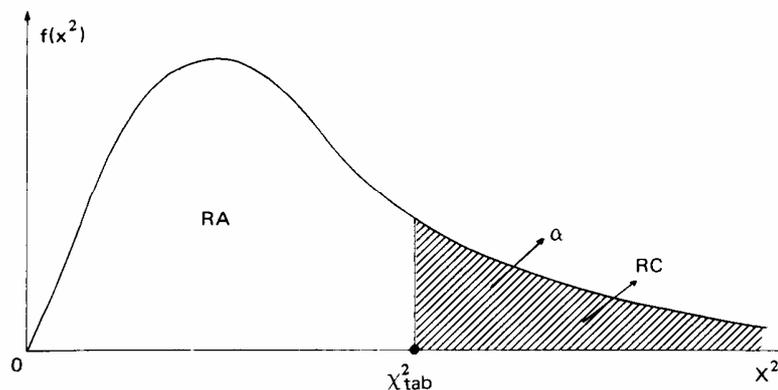


Figura 2. 2 – Gráfico da região crítica de χ^2_{tab} .

- Conclusão: Caso $\chi^2_{cal.} \geq \chi^2_{tab.}$, conclui-se que as frequências observadas diferem das esperadas e rejeita-se a hipótese H_0 ao nível de significância correspondente. Caso contrário, deve-se aceitá-la.

Um número razoável de classe k pode ser calculado aplicando-se a formulação de Sturges (Soares et al. 1991)

$$k = \log_2 n = 1 + \log n / \log 2 \quad \text{Equação 2.3}$$

k = número de classes;

n = tamanho da amostra.

2.2 DEFINIÇÃO SEMI - PROBABILÍSTICA DE RESISTÊNCIA

A variabilidade das propriedades mecânicas, as dimensões geométricas das peças estruturais e as ações sobre estas peças são processos puramente aleatórios além de diversas características após a construção da peça, como a variação das dimensões projetadas e localização do aço.

A figura 2.3 mostra a diversificação de fatores que influem, de modo geral, nas estruturas de concreto, ou seja, as diversas variáveis influentes e a visualização da pequena parte que é controlada através das metodologias de controle tecnológico de concreto.

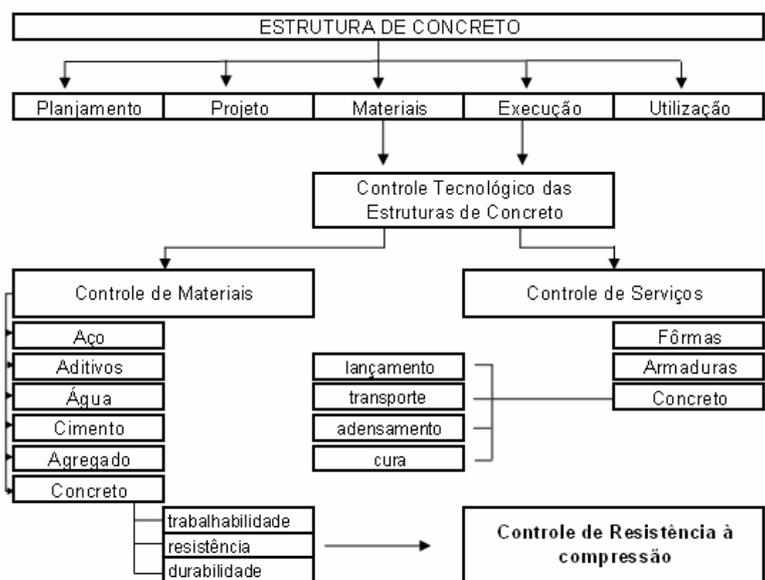


Figura 2. 3 - Diversidade de fatores influentes demonstrando a aleatoriedade do processo (modificado – HELENE, 1993).

Sendo assim, como as mesmas peças estruturais são baseadas em dimensionamentos, a definição da resistência é fundamentada em conceitos de probabilidades.

Todo projeto estrutural deve ter o objetivo de manter o mínimo custo para atender a segurança estrutural da mesma.

Para isso os engenheiros especialistas em cálculo estruturais, se baseiam em normas para verificar com exatidão a distribuição das probabilidades das solicitações sobre uma estrutura e a distribuição das probabilidades da capacidade de resistência dos materiais constituinte desta estrutura e da peça como um todo.

Assim sendo, os engenheiros especialistas em cálculo estruturais, em tese, poderão determinar se a probabilidade desta estruturas está ou não com segurança estrutural.

Analisando isoladamente o concreto como material participante do processo, este possui diversos fatores de variabilidades, desde a produção, material e mão de obra, até a realização dos ensaios laboratoriais.

Fusco (2008) cita que o concreto é uma grandeza aleatória com grande variabilidade. Desse modo, confirma-se a necessidade de utilização de definições baseadas na probabilidade.

Anteriormente a 1960, os projetos estruturais baseavam-se em métodos deterministas, nos quais se considerava que as ações sobre as estruturas, características geométricas das peças e resistências dos materiais são valores fixos e não aleatórios.

Posteriormente, a definição de resistência sofreu evolução para métodos semi-probabilísticos, que consideram que esses valores possuem uma determinada probabilidade de serem atingidos ou não, ou seja, são considerados aleatórios, sendo um método mais realista às questões inerentes ao cálculo estrutural e a tecnologia dos materiais.

O início do estudo dos métodos parcialmente – probabilístico de resistência ocorreu em 1960 com a publicação da NB1/1960, onde foram introduzidos os conceitos de estatísticas e da teoria das probabilidades. Este método está ilustrado na figura 2.4, onde verifica-se que as cargas atuantes em uma estrutura são majoradas por um coeficiente de segurança, o qual leva em consideração variações nas cargas atuantes em uma estrutura de concreto.

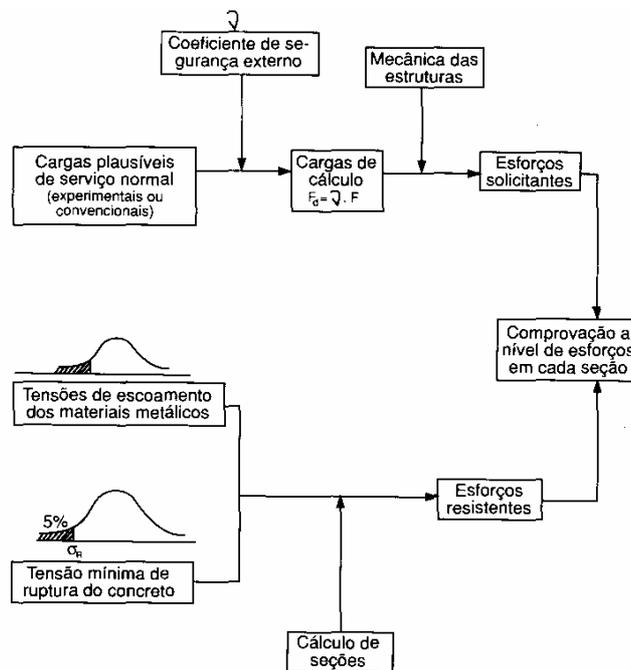


Figura 2. 4 – Método parcialmente probabilístico dos estados – limites. Critério adotado pela NB-1 – Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado (1960) – (HELENE e TERZIAN 1993).

Sendo que a tensão σ_R , era igual a tensão mínima de ruptura do concreto à compressão aos 28 dias de idade, determinada por corpos – de – prova cilíndricos normais.

A tensão mínima de ruptura do concreto à compressão, para fins da norma NB – 1/1960, é definida por duas situações.

- Conhecendo o coeficiente de variação (Vd) para amostras com, pelo menos 32 corpos – de – prova, ou mesmo construtor e de igual padrão de qualidade:

$$\sigma_R = (1 - 1,64 \cdot Vd) \cdot \sigma_{28} \quad \text{Equação 2. 4}$$

- Quando não é conhecido o coeficiente de variação a tensão de ruptura mínima é definida de acordo com os controles, rigoroso, razoável ou regular. Representados, respectivamente, pelas equações abaixo:

$$\sigma_R = 3/2 \cdot \sigma_{28} \text{ (Controle Rigoroso)} \quad \text{Equação 2. 5}$$

$$\sigma_R = 2/3 \cdot \sigma_{28} \text{ (Controle Razoável)} \quad \text{Equação 2. 6}$$

$$\sigma_R = 3/5 \cdot \sigma_{28} \text{ (Controle Regula)} \quad \text{Equação 2. 7}$$

A resistência mecânica dos materiais e a segurança estrutural das peças projetadas possuem uma estreita relação, porém, a resistência considerada para dimensionamento constitui um valor que independe da variabilidade do processo de produção, transporte e ensaio do concreto.

Nem todas as porções do concreto produzido possuem exatamente a mesma resistência. A efetiva resistência de cada uma das porções do concreto vai depender dos materiais empregados em cada fração, das condições de mistura e condições de

transporte. Portanto, a resistência do concreto é uma propriedade que pode variar em cada um dos lotes produzidos e em cada ponto lançado (Fusco, 2008).

Segundo Helene e Terzian (1993) a produção do concreto não pode ser considerada estacionária por longo tempo devido à variação das características dos materiais. Portanto, não seria aconselhável utilizar porções e lotes de concreto de elevado volume.

Devido a isso, a NB – 1/1960 era deficitária, pois recomendava moldar corpos – de – prova para cada 30 m³ e isso representa um volume muito grande de concreto para um número suficiente de corpos-de-provas, ou seja, são necessários, aproximadamente, 1000 m³ de concreto para confecção de 32 corpos – de – prova.

Estes procedimentos evoluíram bastantes após 1978 com a publicação da NBR 6118 que foi originária da NB – 1 de 1960.

A partir da NBR 6118/78, houve a fixação de um valor de resistência para balizamento dos cálculos estruturais, chamado de valor característico (f_{ck}), no entanto, este valor está baseado em uma distribuição estatística de resultados.

Nesta mesma norma, os valores os quais não podem ser expressamente determinados, são ponderados através dos fatores γ_m e γ_f , que são, respectivamente, relativos a variação da matéria prima do concreto e as variações ações e processo de cálculo.

Esse método é chamado de **definição semi – probabilística da resistência característica** e é utilizado até os dias atuais apesar das atualizações da NBR 6118/78.

Verifica-se na figura 2.5, que demonstra um esquema do método de obtenção da resistência, que os esforços atuantes na estrutura são majorados devido as variações decorrente nas cargas atuante e a resistência dos materiais usados é ponderada devido à variação entre a resistência real da estrutura sobre efeitos térmicos e diversos e a resistência característica obtida nos ensaios de laboratório sobre situação ideal.

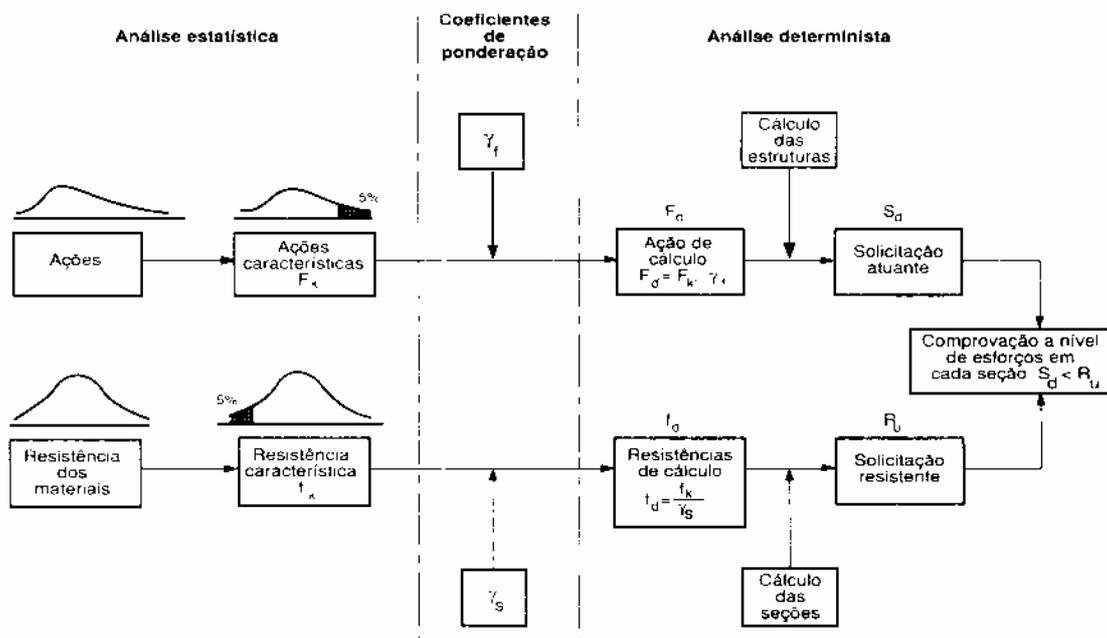


Figura 2. 5 – Esquema simplificado do dimensionamento de estruturas pelo método semi – probabilístico (NBR 6118/1978).

Assim sendo, podemos verificar que houve grande evolução dos critérios de dimensionamentos, passando do método determinista das tensões, que ocorreram entre 1931 a 1960, para o semi – probabilístico a partir de 1978. Entretanto, não caracteriza um processo perfeito de avaliação da segurança estrutural, devido a fatores limitantes de variações nos processos de produção, moldagem e ensaios e por ser baseado na probabilidade, não podem ser totalmente confiáveis, mas referência de dimensionamento. A resistência passa de um valor médio para um valor característico de alta probabilidade de acerto.

Esta abordagem garantiu uma maior segurança estrutural e racionalização da produção de concreto.

Portanto, a resistência do concreto, sendo este um material estrutural, não pode ser considerada como um valor exato e único e sim deve ser descrita como uma população amostral de um universo.

Quando o concreto é produzido sobre condições fixas e de forma homogênea, a distribuição populacional deste universo pode ser considerada normal, ou seja, uma

distribuição de Gauss, e pode ainda, ser descrita pelos parâmetros de média (μ) e desvio padrão (σ).

A maioria das normas atuais de estruturas e concreto, como a NBR 6118, simplificam a distribuição da resistência, tratando-a como um único valor denominado de resistência característica, o f_{ck} . Entretanto, esta resistência característica é definida para fins de cálculo estrutural e para produção de concreto e está subentendido que este valor faz parte de uma população de distribuição normal.

2.3 DEFINIÇÃO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO

O concreto é um material bastante heterogêneo, já que é composto da mistura de diversos outros materiais bastante diferentes entre si. Uma de suas características mais importante é a resistência à compressão. Assim, o concreto possui diversos fatores influentes no processo de crescimento de sua resistência e na sua resistência final.

A resistência à compressão, que é a propriedade mais representativa da qualidade do concreto, é obtida por meio de um ensaio padronizado pela NBR 5739/2007. Este ensaio é de curta duração, empregando-se corpos-de-prova cilíndricos que geralmente são de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, podendo estas dimensões variar de acordo do recomendado pela NBR5738/2003.

A resistência do concreto utilizada como referência para cálculos estruturais é chamada de resistência característica.

Segundo Clímaco (2005), o valor característico de uma grandeza de interesse estrutural é um valor fixado com uma probabilidade de não ser ultrapassado no sentido desfavorável para segurança.

Porém, deve-se verificar que a resistência efetiva e real na edificação é diferente da resistência potencial. A resistência potencial do concreto é a resistência máxima que se pode atingir quando se otimiza todas as condições características à resistências do concreto (cura, adensamento, entre outros), A resistência potencial é o valor de referência para definição do f_{ck} .

A resistência real ou efetiva do concreto é relativa ao material aplicado na estrutura e sujeito às características inerentes à produção das peças estruturais (cura diferenciada, adensamento, etc.).

A figura 2.6 mostra um esquema simplificado sobre o significado da resistência real e potencial. De um lado verifica-se a resistência real do concreto aplicado na obra, concreto este, que é sujeito as operações pertinentes a execução como bombeamento, adensamento, cura, etc. Neste caso “in loco” temos a resistência do concreto que é a resistência real.

Do outro lado tem-se o concreto amostrado para ensaio e controle e é tratado em operações de ensaios padronizados que visam mensurar a resistência potencial do concreto.

Como os valores de resistência são amostrados de forma potencial, a resistência de cálculo do concreto (f_{cd}) é obtida pela razão entre o f_{ck} (resistência potencial) por um coeficiente. Este coeficiente é chamado de γ_c .

Segundo a NBR 6118/78, na seção 12.1, o γ_c considera os desvios gerados na construção e as aproximações feitas em projeto do ponto de vista das resistências.

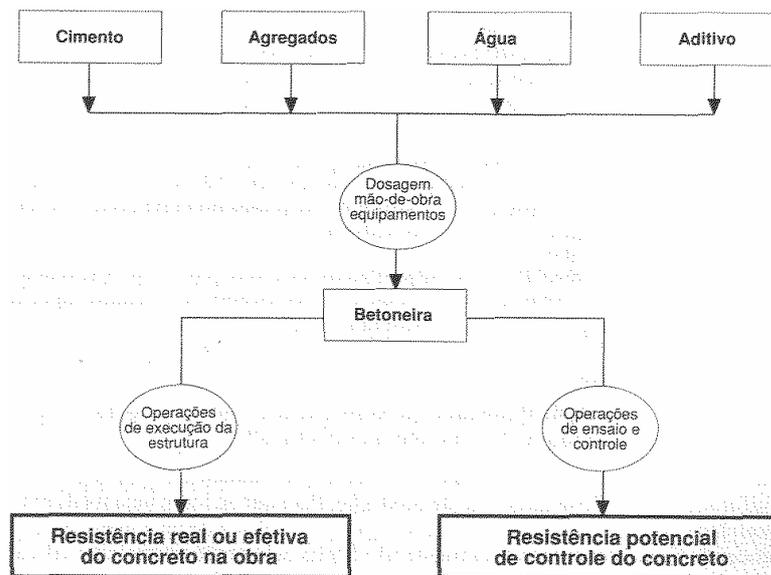


Figura 2. 6 – Significado da resistência à compressão do concreto obtida através do controle do concreto (HELENE e TERZIAN, 1993).

O ensaio de controle da resistência à compressão é, em geral, realizado aos 28 dias após a moldagem, apesar de sabermos que a resistência do concreto continua com seu crescimento.

A resistência do concreto um ano após o início da hidratação do cimento pode ser 20% a 25% maior que a resistência aos 28 dias de hidratação, ou seja, com valor $f_{c365} \equiv 1,20 f_{c28}$ (Fusco, 2008).

Segundo Helene e Terzian (1993) fixada uma relação água/cimento, a resistência à compressão é relação exclusiva do grau de hidratação do cimento, sempre que se tratar de concretos amassados com agregados convencionais de resistência superior a 60 MPa.

Adotando-se a resistência média à compressão obtida a 28 dias de idade como referencial, ou seja, para cada tipo de cimento nacional e cada relação água/cimento, pode ser calculada a evolução relativa da resistência à compressão em qualquer idade comparativamente à resistência média obtida aos 28 dias nas mesmas condições, segundo a fórmula apresentada na equação 2.8.

$$f_{ccj} / f_{ccm28} = K_7/K_8 1/\sqrt{t} \quad \text{Equação 2. 8}$$

f_{ccj} = resistência à compressão do cimento à idade de j dias para uma dada relação água/cimento, em MPa;

f_{ccm28} = resistência à compressão do cimento à idade de 28 dias para uma dada relação água/cimento, em MPa;

K_7 e K_8 = constantes que depende dos materiais usados;

t = idade em dias;

Para permitir a regressão linear a equação 2.9 foi transformada em:

$$\log (f_{ccj} / f_{ccm28}) = K8/K9. 1/\sqrt{t}$$

Equação 2. 9

Sendo K8e K9 também são constantes que dependem dos materiais utilizados e são apresentados na figura 2.7.

Tipo e classe do cimento	Relação água/cimento (kg/kg)	Constante (k ₈)	Coefficiente angular (k ₉)	Coefficiente de correlação linear (r)
CP 32	0,38	0,13033	-0,69493	0,82
	0,48	0,14922	-0,79468	0,84
	0,58	0,18184	-0,96478	0,87
	0,68	0,21484	-1,13496	0,88
	0,78	0,22789	-1,21041	0,86
AF 32	0,38	0,20412	-1,08634	0,93
	0,48	0,21748	-1,15167	0,94
	0,58	0,26482	-1,40393	0,96
	0,68	0,28780	-1,51867	0,95
	0,78	0,31806	-1,68654	0,97
POZ 32	0,38	0,14613	-0,77296	0,91
	0,48	0,15534	-0,82527	0,92
	0,58	0,19033	-1,01348	0,94
	0,68	0,22531	-1,18970	0,96
	0,78	0,25768	-1,36582	0,95

Figura 2. 7 – Constantes, coeficientes angulares e coeficiente de correlação da equação 2.9 (modificado – HELENE e TERZIAN, 1993).

O f_{ck} é a resistência característica do concreto e é definido como o valor da resistência à compressão abaixo do qual se espera ter apenas 5% de todos os resultados possíveis de ensaio de concreto, ou seja, é a probabilidade de obtermos um intervalo de confiança de 95% dos resultados acima de resistência mínima necessária, como mostra a figura 2.8.

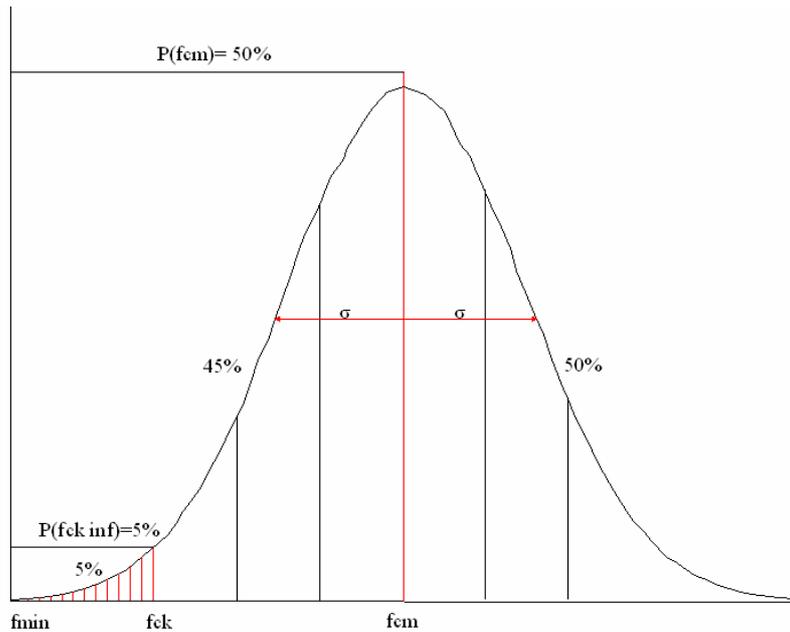


Figura 2. 8 - Distribuição de densidade de frequência relativa de resistência (modificado – FUSCO, 2008).

Isto ocorre, desde que a produção do concreto seja homogênea e seus valores fizerem parte de uma população de distribuição normal.

Considerando todos os valores N da população, pode ser definida a resistência média e o desvio padrão da população respectivamente.

$$f_{cm, \text{população}} = \sum X_i / n \quad \text{Equação 2. 10}$$

$$\sigma = \sqrt{[\sum (f_{cm} - f_{ci})^2 / (n-1)]} \quad \text{Equação 2. 11}$$

Tango e Alvin (1993) faz analogia entre o f_{ck} e um atirador tentando acertar alvos de diversos tamanhos, com a preocupação de que uma certa porcentagem dos tiros obtenha menos do que um determinado número de pontos. O atirador fará pontaria visando sempre o centro do alvo, conforme pode ser visto na figura 2.9.

No caso de um atirador com menor dispersão (desvio padrão menor), o alvo pode ser menor, uma vez que o atirador concentrará seus tiros dentro de um intervalo mais restrito. Verifica-se que quanto maior o desvio padrão considerado maior a distância entre o $f_{ck \text{ cal}}$

e f_{ck} e, por tanto, maiores serão os gastos para se fazer um concreto, uma vez que a resistência média será aumentada.

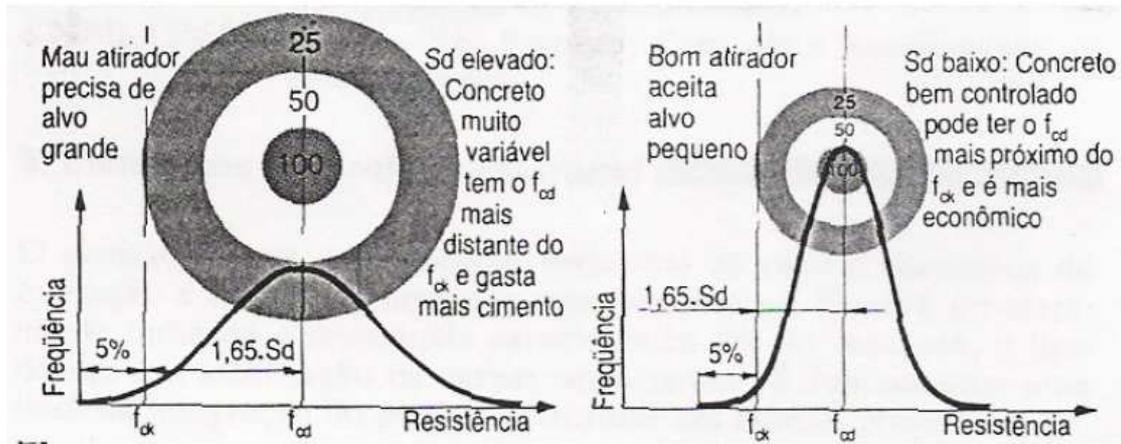


Figura 2. 9 – Analogia entre resistência de dosagem (f_{cd}), resistência característica mínima (f_{ck}) e o tiro ao alvo (TANGO e ALVIN, 1993).

Analisando a curva de distribuição normal podemos definir o valor de f_{ck} como a probabilidade de até 5% dos resultados de acordo com a equação 2.12.

$$f_{ck} = f_{c00,5} \quad \text{Equação 2. 12}$$

Na tabela da curva de distribuição normal temos o valor de 1,645 para a probabilidade de 45%, desta forma podemos analisar de forma literal a definição de f_{ck} na equação 2.13.

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,645 \sigma \quad \text{Equação 2. 13}$$

sendo:

f_{ck} = Resistência característica com 95% de probabilidade de valores acima

f_{cm} = Resistência média do concreto á compressão obtida a j dias

σ = desvio padrão do processo de produção das amostras

2.4 VARIÁVEIS INFLUENTES NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

Segundo Helene e Terzian (1993), os fatores influentes na resistência do concreto são, a variabilidade dos cimentos, dos agregados, da água, a proporção dos materiais, a mistura e a operação dos equipamentos utilizados.

A tabela 2.1 apresenta diversos fatores que influenciam na resistência a compressão do concreto, indicando o percentual de influência e variação que cada um poderá causar na resistência do concreto.

Tabela 2. 1 – Principais Fatores que Influenciam o resultado da resistência à compressão potencial do concreto medido no ensaio de controle (modificado – HELENE, 1981).

Causa da Variação	Efeito Maximo no Resultado
A - Materiais	
- Variabilidade da Resistencia do Cimento	(+/- 12%)
- Variabilidade da Quantidade Total de Água	(+/- 15%)
- Variabilidade dos Agregados (principalmente miúdos)	(+/- 8%)
B - Mão de Obra	
- Variabilidade do Tempo e Procedimento de Mistura	(+/- 30%)
C - Equipamento	
- Ausencia de Aferição de Balanças	(+/- 15%)
- Mistura Inicial, Sobre e Subcarregamento, Correias e etc.	(+/- 10%)
C - Procedimentos de Ensaio	
- Coleta Imprecisa	(+/- 10%)
- Adesamento Inadequado	(+/- 50%)
- Cura (efeito considerado aos 28 dias ou mais)	(+/- 10%)
- Remate Inadequados nos Topos	(+/- 30%) para concavidade (+/- 50%) para convexidade
- Ruptura (velocidade de carregamento)	(+/- 5%)

Verifica-se na tabela 2.1 que a variação possível, relativa ao adensamento inadequado, pode ser de 50%, porém deve-se atentar que a referência desta informação é defasada em 27 anos e pode ter variações.

A resistência do concreto é influenciada desde a escolha dos materiais, passando pelo processo de produção, fase de endurecimento, transporte e armazenamento do corpo-de-prova até o momento do seu ensaio em laboratório, podemos dividir os fatores de influência na resistência do concreto em duas grandes etapas:

- PRODUÇÃO;
- ENSAIOS DE LABORATÓRIOS;

2.4.1 Produção

Para obtenção um concreto de qualidade deve-se atentar para alguns cuidados de produção, pois são diversos os fatores que influenciam na resistência do concreto durante a produção do mesmo. Isso pode ocasionar na má qualidade do concreto. Dentre os diversos fatores se destacam os seguintes:

- Deficiência na determinação da umidade dos agregados;
- Deficiência no controle de qualidade das adições minerais (escória e pozolana) utilizadas na produção do concreto;
- Alteração do tipo e marca do aglomerante hidráulico (cimento) utilizado sem a realização de uma adequação da dosagem;
- Utilização de balanças com calibração incorreta;
- Utilização de dosagem excessiva de aditivos plastificantes, que reduzem a resistência do concreto devido à incorporação excessiva de ar.

Dentre os fatores influentes na resistência do concreto durante a produção, tem-se a variação na relação água/cimento que caracteriza como uma relação inversamente proporcional à resistência do concreto, ou seja, variando-se apenas a relação água/cimento.

Quanto maior a relação água/cimento menor será a resistência final do concreto, assim como, será de maior porosidade. Isso se dá devido à falta de controle de umidade do agregado utilizado ou a imprecisão na dosagem de água no concreto.

Outro fator que influencia na resistência do concreto é o tipo e consumo de cimento utilizado para sua produção, assim como também existe a influência da forma e a natureza de formação geológica do agregado usado na confecção do concreto.

O concreto confeccionado com brita basáltica possui possibilidade de obtenção de uma resistência maior do que o concreto confeccionado arenito de baixa resistência, em condições iguais de produção para ambos, pois o processo geológico de formação da brita basáltica, que é uma rocha vulcânica, proporciona a rocha uma resistência bastante elevada em relação ao arenito, conseqüentemente essa característica é passada ao concreto confeccionado.

2.4.2 Ensaios de laboratórios.

Da mesma forma que as etapas de dosagem e produção os ensaios de laboratório influem bastante na resistência do concreto. Diversos são os fatores típicos desse grupo, dentre eles temos a dimensão e forma do corpo-de-prova, o tipo de cura usado e as características de ensaios.

2.4.2.1. A dimensão e forma do corpo-de-prova

No Brasil os corpos-de-provas utilizados, em sua grande maioria, para o ensaio de resistência são cilíndricos possuindo altura igual ao dobro do diâmetro. Entretanto, segundo a NBR 5738/03 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, os corpos-de-prova podem ser cilíndricos ou prismáticos.

Nos Estados Unidos, na Espanha e na Argentina também são utilizados corpos-de-provas cilíndricos, enquanto que as normas européias recomendam corpos-de-provas cilíndricos ou cúbicos.

Os moldes dos corpos-de-prova cilíndricos devem ter diâmetro de 10, 15, 20, 25, 30 ou 45 cm. As medidas diametrais têm tolerância de 1% e a altura, 2%. Os planos das bordas circulares extremas do molde devem ser perpendiculares ao eixo longitudinal do molde. Já os moldes dos corpos-de-prova prismáticos devem ter seção transversal quadrada, com superfícies lisas, livres de saliências e cumprir com os requisitos da NBR 5738/03).

Estudos mostram que o tamanho e a forma do corpo – de – prova utilizado para o ensaio de compressão do concreto influenciam bastante no valor da resistência dos

corpos-de-provas. Conforme podemos verificar na tabela 2.2, a relação entre os ensaios à compressão de corpos – de – prova, cilíndricos e cúbicos.

Tabela 2. 2 - Correlações entre corpos-de-prova cilíndricos e cúbicos (LIMA e BARBOSA, 2002)

Idade (dias)	$R_{cil15X30}/R_{cub10X10}$	$R_{cil15X30}/R_{cub15X15}$	$R_{cil15X20}/R_{cub10X10}$	$R_{cil15X20}/R_{cub15X15}$
7	0,742	0,834	0,746	0,838
28	0,639	0,696	0,625	0,681

Patnaik e Patnaikuni (2001) realizaram uma correlação da resistência à compressão de corpos - de - prova cilíndricos de 75 mm e 100 mm de diâmetro para concretos de alta resistência, sendo que os resultados podem ser expressas pelas equações 2.14 e 2.15.

$$S_{75} = 0,85 S_{100} + 21,7 \quad \text{Equação 2. 14}$$

$$S_{100} = 1,177 S_{75} - 25,5 \quad \text{Equação 2. 15}$$

2.4.2.2. Tipo de cura

O significado da resistência característica como decorrente de uma situação ideal impõe que os corpos – de – prova de controle sejam manipulados sempre em condições padronizadas, conservados imersos em água ou em câmara úmida.

A cura do corpo-de-prova pode ser feita de várias formas: cura tradicional por imersão em água e câmaras úmidas.

Segundo Macgregor (1997) a resistência é fortemente influenciada pela umidade e a cura úmida prolongada proporciona maior resistência do concreto.

A cura adequada dos corpos-de-provas é fundamental para se obter uma padronização entre os ensaios realizados. A NBR 5738/03 determina as diretrizes para cura adequada dos corpos-de-prova de concreto.

Como jamais se pode garantir que os corpos – de – prova de controle forneçam efetivamente a verdadeira resistência do concreto da estrutura, os corpos – de – prova

curados ao pé da obra só podem trazer confusão à condução usual dos trabalhos e se empregados podem ser responsáveis por sobressaltos, ao indicarem baixas resistências (Fusco, 2008).

2.4.2.3. Taxa de carregamento

A estrutura de aplicação da carga, pela máquina de rompimento, deve ter capacidade compatível com os ensaios a serem realizados.

Alguns autores, Bezerra (2007) e Macgregor (1997), citam que com o aumento da velocidade de aplicação do carregamento, os resultados do ensaio de resistência à compressão de um mesmo concreto tende a aumentar.

Segundo Coutinho e Gonçalves (1994) esta propriedade é geral dos materiais e deve-se ao aumento da deformação com o tempo, provocada pela influência do mesmo.

Isso ocorre devido às ligações de microfissuras, pois com a taxa de carregamento elevada as microfissuras não possuem tempo suficiente para fazerem conexões entre si e assim causa o rompimento do corpo-de-prova.

A taxa de carregamento muito baixa provoca uma redução de cerca 75% na resistência de corpos-de-prova de concreto e em taxas mais altas a resistência tende a atingir 115% em relação ao ensaio com carregamento padrão (Macgregor, 1997).

Ainda segundo Macgregor (1997) o ensaio de compressão de corpos-de-prova de concreto é realizado a uma taxa de carregamento de cerca de 35psi/seg. e a carga máxima é atingida em 1 a 2 minutos.

Já para Scandiuzzi e Andriolo (1986), a aplicação da carga na execução do ensaio de compressão axial simples para concretos é feita a uma velocidade entre 0,15 a 0,35MPa/s, até a ruptura do corpo-de-prova, anotando-se o valor da carga máxima observada. Deve-se considerar que Macgregor trabalha com parâmetros Americanos.

Para se determinar a resistência à compressão dos concretos, a NBR 5739/94 estabelece que a carga de ensaio deva ser aplicada continuamente e sem choques, com velocidade de carregamento de 0,3 MPa/s a 0,8 MPa/s e nenhum ajuste deve ser efetuado

nos controles da máquina, quando o corpo-de-prova estiver se deformando rapidamente ao se aproximar de sua ruptura.

Quando o corpo-de-prova estiver se deformando rapidamente ao se aproximar de sua ruptura nenhum ajuste deve ser efetuado nos controles da máquina de rompimento (Bezerra, 2007).

2.4.2.4. Condições de topo do corpo-de-prova

As condições de topo dos corpos-de-prova de concreto influenciam na resistência do concreto através de diversas formas, desde a falta de planeza dos corpos-de-prova até o atrito entre a prensa e o topo do corpo-de-prova.

Segundo Scandiuzzi e Andriolo (1986), para se realizar o ensaio de compressão axial dos corpos – de – prova de concreto, faz – se necessário que as superfícies do mesmo, base e topo, sejam planas, paralelas e lisas, de modo que o carregamento, realizado pela prensa, seja uniforme. As faces devem ainda, ser ortogonais ao eixo do corpo-de-prova e paralelas entre si.

A ASTM C 617 (1998) orienta que as superfícies dos topos dos corpos – de – prova não devem se afastar de um plano mais de 0,05 mm.

Bucher e Rodrigues Filho (1983) mostram em seu trabalho que irregularidades na superfície dos corpos – de – prova são suficientes para provocar excentricidade pelo carregamento desuniforme e, conseqüentemente, diminuição da resistência acusada pela prensa de rompimento, como demonstrado na figura 2.10.

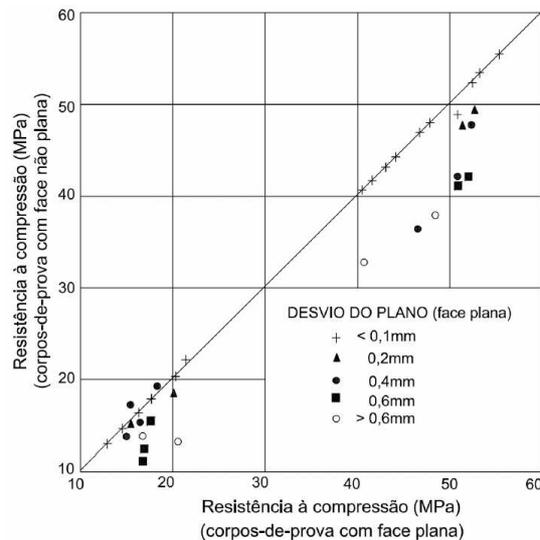


Figura 2. 10 - Influência da planeza da superfície de carga de corpos – de – prova cúbicos de concreto sobre a resistência à compressão (modificado – BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983).

A escolha do material de capeamento é de extrema importância para obtenção de bons resultados.

Em um curto espaço de tempo o capeamento deve desenvolver elevadas resistências à compressão, para que, no caso de remate de testemunhos recém chegados ao laboratório para ensaio, possa o mesmo ser rapidamente aplicado sem interferir na idade do ensaio.

Segundo Bucher e Rodrigues Filho (1983), o material para capeamento deve possuir resistência mecânica e o módulo de elasticidade semelhante ou superiores ao dos corpos-de-prova no instante do ensaio.

Mais algumas precauções devem ser tomadas durante a escolha do material e o processo de capeamento, dentre elas temos:

- A espessura da camada de capeamento deve ser a menor possível e de no máximo 3mm;
- O material deve ter uma boa aderência com a superfície da argamassa e/ou concreto;
- O material deve ser homogêneo e isotrópico;
- Tanto as condições de aplicação do capeamento, como o próprio material utilizado, não devem afetar sensivelmente as propriedades do corpo – de – prova;

- A manipulação deve ser simples e segura, do ponto de vista do ensaio;
- O custo de processo de capeamento deve ser o menor possível, considerando mão-de-obra, aparelhagem, material, etc.

Na figura 2.11, que mostra uma relação entre a espessura do capeamento e o resultado do ensaio, percebe-se que quanto maior a espessura do capeamento menor a resistência, uma relação inversamente proporcional.

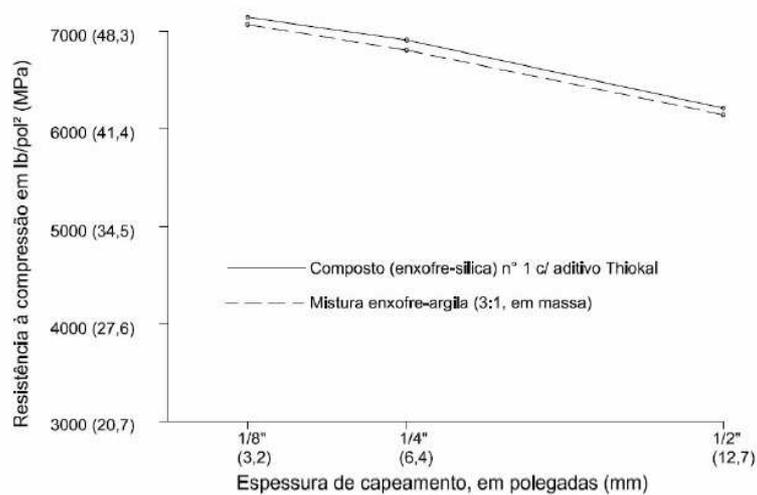


Figura 2. 11 – Influência da espessura do capeamento sobre a resistência à compressão (Bucher e Rodrigues Filho, 1983)

Pode-se garantir a regularização das fases dos corpos e conseqüentemente as distribuições de tensões através de três tipos de regularização de base e topo dos corpos-de-provas:

- Sistemas de capeamento colados;
- Sistemas de capeamento não colados;
- Sistemas de desgaste mecânico.

Dentre os sistemas de capeamentos colados têm-se o capeamento com enxofre.

Bucher e Rodrigues Filho (1983) em seu trabalho cita que o capeamento com enxofre misturado com filler inerte, aplicada em estado fundido (líquido) tem sido utilizado desde o final da década de 20 pela sua facilidade de aplicação, apesar de seu manuseio ser perigoso, exigindo cuidados quanto à segurança dos transeuntes próximos ao local de fundição do enxofre.

O risco de inalação do gás dióxido de enxofre (SO₂) que é formado como produto da combustão é altamente tóxico e irritante para as mucosas das vias respiratórias. Os sintomas da inalação do SO₂ vão de uma simples tosse até a morte.

Esse uso do enxofre como material de capeamento se dá por diversas vantagens, dentre as quais pode-se citar o endurecimento rápido, alta produtividade no tocante a número de unidades capeadas num determinado período de tempo, boa aderência e elevada resistência à compressão às primeiras horas de idade (Bucher e Rodrigues Filho, 1983).

Normalmente compostos comuns de enxofre alcançam resistências à compressão em cubo de 50 mm não menor que 35MPa, sendo possível encontrar compostos de altas resistências chegando a resistências de 70MPa (Marco; et al, 2003).

Outro sistema de capeamento é o uso de almofadas de neoplane (borracha), classificado como capeamento não colado, que podem ser usadas confinadas ou não confinadas.

Marco; et. al, (2003) estudaram o capeamento com almofadas de neoprene não confinado e perceberam disparidade e inconsistência dos resultados obtidos com o capeamento de neoprene não confinado em relação ao capeamento de enxofre.

Isso se dá devido ao fato que não confinada a almofada de neoprene deforma-se radialmente mais que o corpo-de-prova ensaiado, gerando forças de tração na base dos corpos-de-prova, como mostrado na figura 2.12.

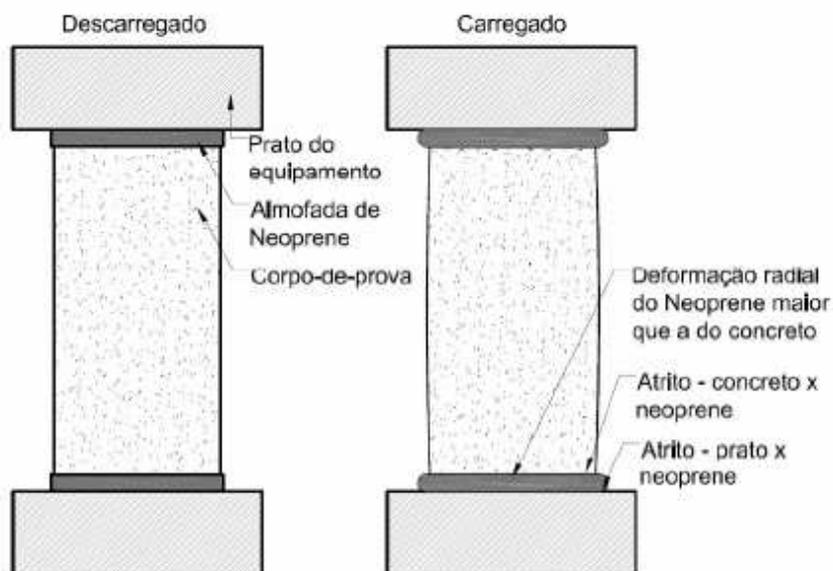


Figura 2. 12 – Capeamento com almofadas de neoplene não confinado (BEZERRA, 2007).

Para diminuição desse efeito usa-se o confinamento da almofada de neoplene através de uma base metálica. A base metálica é reaproveitada e a borracha tem um período de utilização de até 1.000 (mil) vezes, sendo portanto, a parte descartável do sistema, (Vieira, 1991).

Ainda segundo Vieira (1991), devem ser tomados alguns cuidados, como a não deve inversão da borracha dentro da base metálica e caso a borracha apresente excessivo desgaste nas bordas, deve ser trocada imediatamente.

2.5 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

As características da indústria da construção civil, aliada as deficiências na legislação, acomodações do setor produtivo e a falta de cobrança por parte dos usuários por produtos melhores e de melhor desempenho, retardaram a implantação de programas de controle de qualidade eficientes na maioria das obras.

Na construção civil já é consenso de que a grande variabilidade das propriedades dos materiais, das dimensões geométricas dos componentes e dos carregamentos atuantes, não mais permite a utilização de métodos deterministas tradicionais.

No caso do concreto, a heterogeneidade dos materiais e a complexidade de seu comportamento, tanto no estado fresco quanto endurecido, dificultam o controle de qualidade. No entanto, é imprescindível que o controle tecnológico dos materiais e serviços esteja contido em um controle mais amplo, que permita alcançar o objetivo de realizar uma obra segura e econômica.

Devemos levar em consideração que os processos produtivos assim como o próprio concreto sofreram evoluções bastante significativas nos últimos tempos, surgindo concretos especiais como o concreto leve, o de alto desempenho, o projetado, o incorporado com os mais diversos tipos de fibras provocando uma busca por outros tipos de controle que sejam mais significativos.

O concreto possui uma certificação de qualidade diferente, pois se trata de um material de aplicação rápida sendo aplicado logo após sua fabricação, o que dificulta a certificação de qualidade, sendo necessários ensaios posteriores para que esta seja garantida (Saad, 2006).

Do ponto de vista da produção, consegue-se controlar as usinas de concreto avaliando-se o desempenho destas e a forma como fazem seu controle de qualidade.

Segundo Helene e Terzian (1993) o início da tecnologia Brasil está relacionado com a instalação do Gabinete de Resistência dos Materiais pela Politécnica da Universidade Católica em 1899. A partir daí temos diversos movimentos em prol do controle tecnológico.

Petrucci (1978) define controle tecnológico de concreto como uma série de operações conduzidas no canteiro de obras com as finalidades de garantir um material com as especificações e conseqüentemente com as exigências da obra.

Nos dias atuais o controle tecnológico vai muito além dos procedimentos tomados apenas na obra e se soma a esse os procedimentos tomados em todo processo de produção, manipulação, transporte e procedimentos de ensaios.

O controle de produção é feito através de procedimentos que garantam a homogeneidade dos produtos fabricados através de ensaios e controles de matéria-prima, procedimentos de dosagem e mistura do concreto, além dos cuidados na etapa de transporte.

Segundo Helene e Terzian (1993) é bastante irreal e inoperante tratar o controle de produção do concreto apenas sobre a visão das características finais do concreto, sem que anteriormente tenha sido efetuado um controle de qualidade e uniformidade da matéria-prima utilizada para produção do mesmo, já durante a produção do concreto torna-se de extrema importância controlar os fatores que influem na a qualidade do concreto.

Para se obter uma determinada resistência no concreto, é de extrema importância assegurar a qualidade e uniformidade dos produtos que compõem o concreto, tais como a água, material cimentício, as adições, os agregados disponíveis na região, os aditivos.

Outro fator preponderante para o controle de produção é a verificação do proporcionamento adequado dos materiais durante o amassamento, assim como a padronização da rotação da betoneira seja ela estacionária ou de caminhão.

A qualidade e treinamento da mão-de-obra utilizada para produção do concreto são importantes, já que a mistura e proporção do concreto está condicionada ao fator humano, logo, torna-se necessário a realização de treinamento e capacitação da mão de obra envolvida na produção tanto no concreto produzido em central ou no canteiro.

Devido aos diversos fatores, é necessário a obtenção de critérios para aceitação do concreto. Devido a isto, o controle de aceitação no Brasil inicia-se com a NR – 1 da ABNT de 1960, sendo apropriado pela NBR 6118 em 1978 e posteriormente em 1980 na mesma norma, a qual se estendeu até a atual NBR12655/06. Esta por sua vez, substituiu a seção de controle do concreto da NBR 6118/78.

A definição de resistência mínima, para o método do ACI 318, norma americana, não é equiparada com o f_{ck} e sim o f'_c , a apostrofe esta relacionada com a resistência a compressão e a letra c com o concreto.

O f'_c é definido como o valor de 1% da distribuição de médias móveis de três resultados, visto que pela norma Brasileira, o f_{ck} é 5% da distribuição de todos os resultados.

A resistência média dos resultados é adotada a maior das calculadas de acordo com as equações apresentadas abaixo:

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 s_d \quad \text{Equação 2. 16}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 s_d - 3,5 \text{ MPa} \quad \text{Equação 2. 17}$$

Sendo:

f'_{cr} = resistência média de dosagem ACI 318, em megapascal;

f'_c = resistência à compressão característica do concreto, em megapascal;

s_d = desvio padrão adotado, em megapascal;

2.5.1 Controle produção

O controle de qualidade do concreto atua de forma conjunta ao controle das características finais do concreto, pois seria inoperante uma ação de controle no produto final ignorando diversos fatores influentes no processo de produção, como diversificação da matéria-prima, transporte e lançamento.

A condição principal para obter um controle de produção efetiva e confiável é assegurar a homogeneidade e uniformidade ideal no aglomerante, da água e dos agregados disponíveis, assim como a eficiência dos equipamentos e mão – de – obra utilizada.

No controle de produção, que deve ser realizado pelo produtor de concreto (usina de concreto). Deve-se estar atento às características do concreto no estado fresco como: consistência, massa específica, teor de ar incorporado e relação água/materiais seco. Estas informações permitem a avaliação das características finais do controle do concreto no estado endurecido (Helene e Terzian, 1993).

Além destas verificações, o controle da resistência à compressão é sempre indicado, uma vez que todo concreto é julgado através de parâmetros e um destes controles é a carta de valores individuais.

A norma regulamentadora do controle de produção é a NBR 7212 - Execução de Concreto Dosado em Central.

As avaliações realizadas de amostragem do controle de produção são diferentes de controle de aceitação e não podem ser utilizados para este fim.

2.5.2 Instrumentos de acompanhamento da evolução da resistência.

2.5.2.1. Carta de Valores Individuais e Carta de desvio Padrão

Segundo Helene e Terzian (1993), o controle mais divulgado e aceito em todo Brasil utiliza cartas de controle que permitem o acompanhamento da uniformidade e da eficiência do concreto.

Nestas cartas os resultados obtidos podem ser controlados e, a partir da comparação com limites pré-estabelecidos, pode-se estimar a tendência dos novos resultados e corrigir distorções ocorridas durante o processo.

A carta de valores individuais mostrada na figura 2.13, apresenta os resultados de resistência à compressão obtidos para os exemplares de cada lote, permitindo a visualização dos resultados ao longo da obra, sinalizando eventuais mudanças no processo de produção.

Como elementos auxiliares são marcados na carta de valores individuais, os valores da resistência característica especificada no projeto estrutural (f_{ckj}), da resistência média de dosagem ($f_{cm,d}$) e da resistência média especificada.

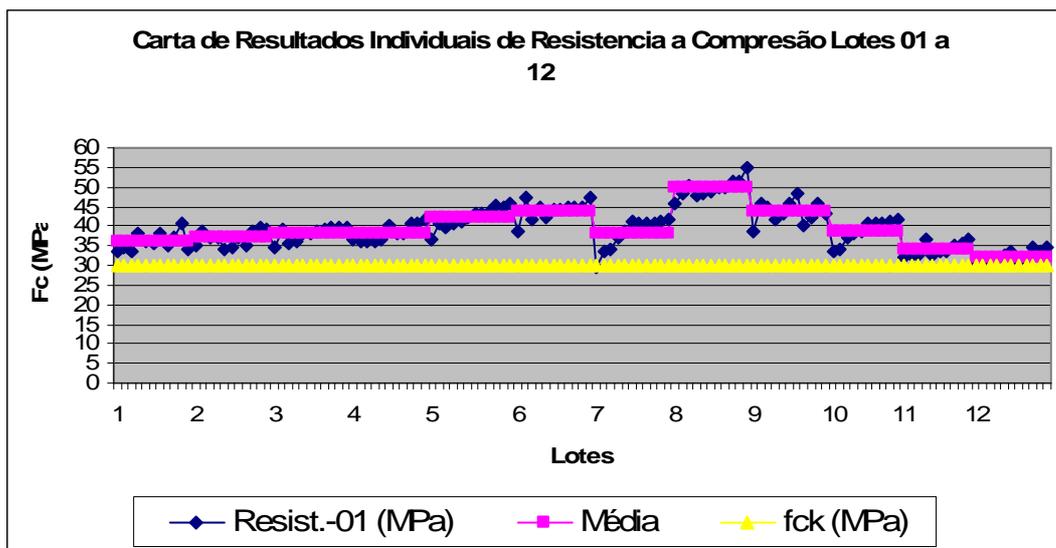


Figura 2. 13 – Carta de valores individuais.

Segundo Helene e Terzian (1993), estes valores permitem a observação dos seguintes aspectos:

- A probabilidade de seis pontos consecutivos estarem plotados acima ou abaixo em relação ao valor médio, tanto a média esperada quanto a média do lote, é de 1,56%. Se isso ocorrer haverá probabilidade de mudança do processo de produção;
- Quando um conjunto de seis resultados estiver abaixo da resistência característica, cuja probabilidade de ocorrência é apenas 3%, pode-se considerar que houve mudança no processo;
- Quando dois resultados consecutivos estiverem abaixo do f_{ckj} , haverá probabilidade de 99,75% de que o concreto produzido seja deficiente, isto é, que tenha havido mudança significativa no processo de produção.

Outro fator importante é o acompanhamento à evolução do desvio padrão, que é um parâmetro característico e inerente ao processo (Helene e Terzian, 1993).

Na carta de desvio padrão, apresentada na figura 2.14, são plotados os desvios padrão obtido em cada lote, juntamente com os valores dos desvios padrão limite. Assim, pode-se verificar se existem variações nos parâmetros considerados no processo.

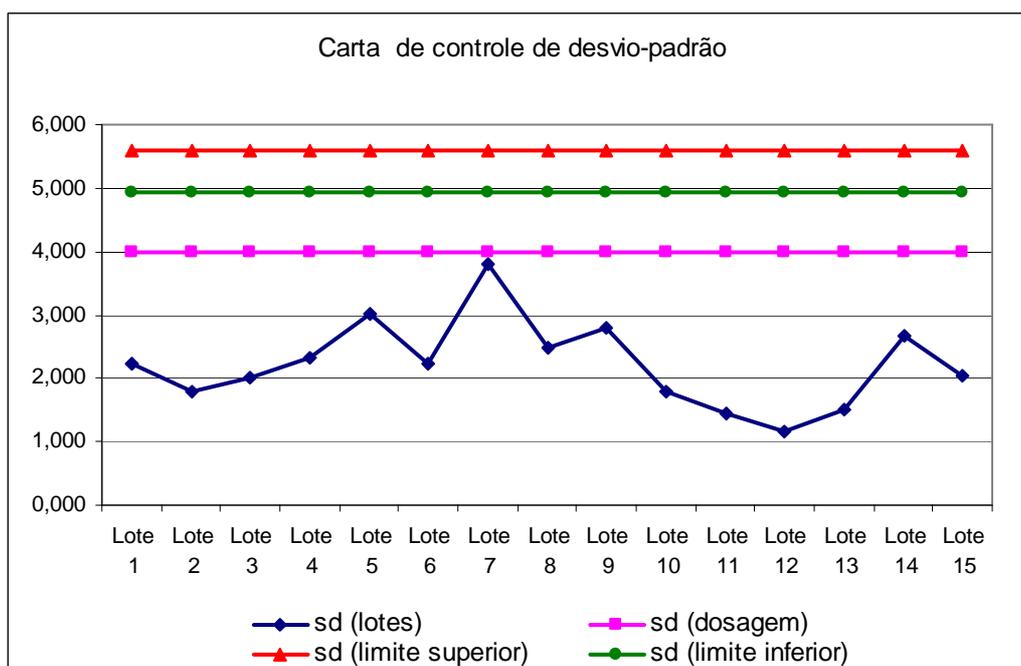


Figura 2. 14 – Carta de controle baseado no desvio padrão do processo de produção e ensaio (BAUER et al, 2007).

2.5.3 Controle de recebimento

O controle de aceitação, que deve ser feito pelo consumidor, baseia-se simplesmente em julgar a conformidade ou não de uma porção do concreto, isto é, importa aceitação da porção do concreto com a resistência característica atendida, não levando em consideração a dispersão de produção daquele concreto.

Partindo da necessidade de aceitação ou rejeição do concreto faz-se necessário a divisão do mesmo em lotes, que são pequenas porções do concreto produzido, dos quais se farão amostragens aleatórias. Devem ser catalogadas as peças estruturais produzidas por cada lote de concreto para que seja feito o rastreamento do lote posteriormente caso haja rejeição do mesmo.

A norma que apresentava critérios para o recebimento de concreto era a NBR 6118/78.

A definição dos lotes, segundo a NBR 6118/78, era de acordo com a tabela 2.3. Porém a mesma não deixa bem claro a formação destes lotes, ou seja, não estabelece volume mínimo de concreto para cada lote e sendo assim um caminhão pode ser considerado como um lote.

Tabela 2. 3 – Extensão máxima de lotes a serem analisados – NBR 6118/78.

Forma de identificar um lote	Tipo de Estrutura	
	Edifícios, ponte, pavimentos, muro, etc.	Grandes volumes
Por volume	100m ³	500 m ³
Por superfície	500 m ²	-
Por tempo de concretagem	duas semanas	uma semana
Por andar quando for o caso	um	-

A aceitação do lote de concreto pela NBR 6118/78 se dava através de resistência estimada. As resistências estimadas é calculada através de fórmulas de estimadores de resistência definida para cada situação de dados estudados.

A NBR 6118/78 recomendava que fossem aceitos concretos somente quando atendidas as condições de projetos, ou seja, $f_{ckj\ est.} \geq f_{ckj}$.

A resistência à compressão é um propriedade mensurável, pode-se obter qualquer valor dentro de uma escala e o controle denomina-se como controle por variáveis.

Sendo assim, ao se adotar uma fórmula matemática a partir de resultados obtidos de uma amostra de tamanho finito, estima-se um valor e é natural que haja probabilidade de se cometer um erro, isto é, de se aceitar um concreto ruim ou de se rejeitar um concreto bom. (Helene, 1993).

Uma fórmula de estimador pode ser obtida de inúmeras maneiras, cada qual mais adequada a cada situação.

A NRB 6118/78 recomendava dois tipos de controle o sistemático e o assistemático.

Ainda segundo a NBR 6118/78 o controle sistemático é o recomendado e é obrigatório quando era adotado um $f_{ck} \geq 16$ MPa ou $\gamma_c < 1,4$.

O estimador recomendado pela NBR 6118/78 para controle sistemático devia atender simultaneamente ao maior os valores obtidos das fórmulas na equação 2.18 e equação 2.19 e menor que a equação 2.20.

$$f_{ckj,est} \geq \{2*(f_1+f_2+f_3+...+ f_{m-1}) / m-1\} - f_m \quad \text{Equação 2.18}$$

$$f_{ckj,est} \geq \psi_6 * f_{cj1} \quad \text{Equação 2.19}$$

$$f_{ckj,est} \leq 0,85 * f_{cjm} \quad \text{Equação 2.20}$$

Sendo:

$f_{ckj,est}$ = resistência característica estimada do concreto;

$m = n/2$, para n par e $(n-1)/2$ para número ímpar;

n= número de amostras;

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_m$ = valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

Os valores de ψ_6 são determinados pela tabela 2.4 e verifica-se que quanto maior era o número de exemplares maior o valor de ψ_6 , o que proporcionava um valor maior para o $f_{ck,est}$.

Tabela 2. 4 – Valores de ψ_6 em função do tamanho da amostra de acordo com NBR 6118/78.

n	Numero de exemplares (n)							
	≤6	7	8	10	12	14	16	≥16
ψ_6	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04

Segundo Helen e Terzian (1993) o estimador apresentado na equação 2.18 é recomendado para valores com distribuição coerente ou de tendência central na resistência característica de projeto, pois quando se trata de lote de concreto homogêneo os valores do lote sempre serão coerentes e a mediana será coincidente com o valor de resistência característica de projeto.

A figura 2.15 mostra um esquema simplificado sobre os estimadores. Verifica-se que o estimador centrado é o que possui a probabilidade de 50% ocorrência do valor esperado. Já o estimador de tendência para mais, aumenta a probabilidade de ocorrência e o estimador de tendência para menos, diminui essa probabilidade de ocorrência do valor especificado.

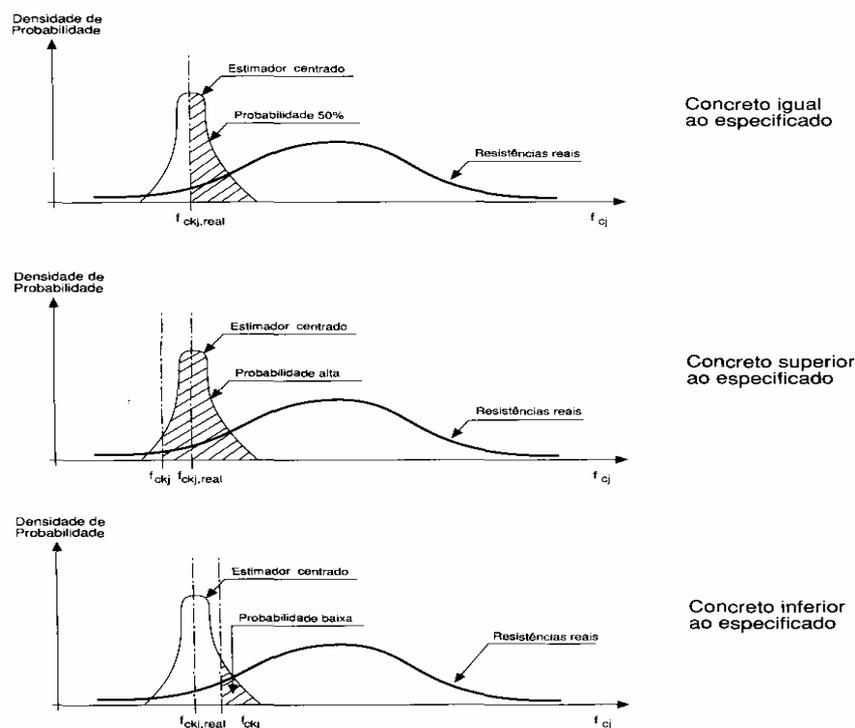


Figura 2. 15 – Posição relativa entre a resistência característica real e a resistência característica estimada, $f_{ckj, est}$, em relação à resistência característica especificada (HELENE e TERZIAN, 1993).

Caso a produção do lote não seja em condições estacionárias, ou seja, com grandes variações na produção, os valores não obedeceram a uma distribuição normal e os mesmos não poderão ser dados como valores coerentes.

Se a distribuição dos valores for distorcida para menos, faz-se uso do estimador da equação 2.19. Caso a distribuição dos valores seja distorcida para mais usa-se o estimador apresentado na equação 2.20.

De acordo como apresentado na figura 2.16.

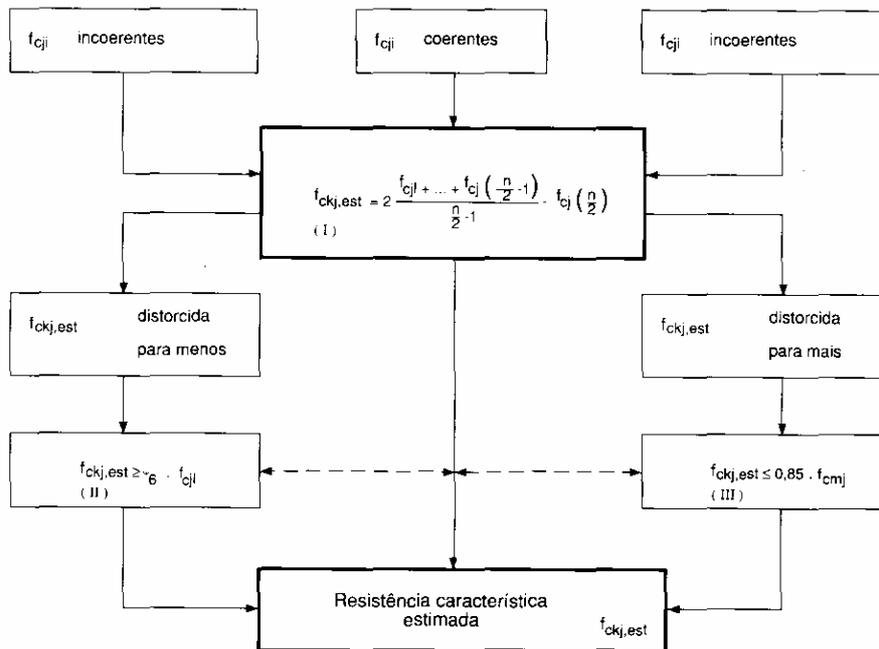


Figura 2. 16 – Recomendação para estimativa de resistência característica do concreto à compressão (NBR 6118/78).

A figura 2.17 mostra um esquema de eficiência de estimador, onde verifica-se que a eficiência dos estimadores varia de acordo com o coeficiente de variação do lote de concreto estudado. Para obtenção do estimador ideal ou o mais eficiente possível deve-se ter um coeficiente de variação do lote de concreto o menor possível.

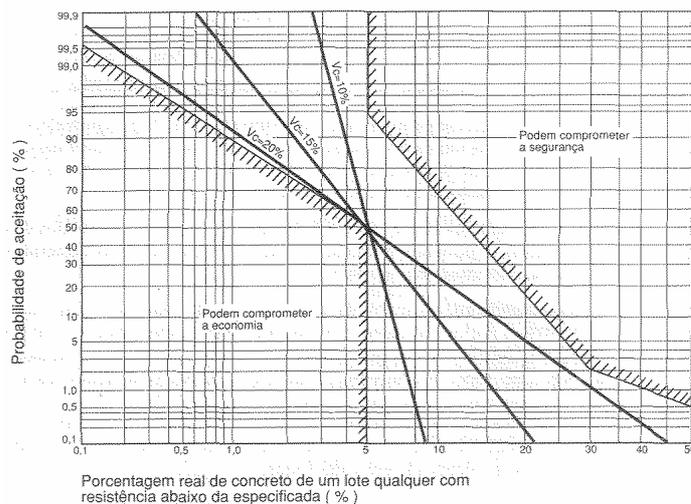


Figura 2. 17 – Alteração da eficiência de um estimador em função do coeficiente de variação do lote produzido, mantido o mesmo número de exemplares (HELENE, 1993).

Para a NBR 6118/78 os valores para ψ_6 eram apenas para concreto com controle de produção do tipo B e C, sendo o tipo A incluído na NBR 12655/06.

A NBR 6118/78 recomendava o controle assistemático apenas quando o $f_{ckj} \leq 16\text{MPa}$ e $\gamma_c \geq 1.4$. O concreto da estrutura era considerado de forma global e o estimador recomendado é de acordo a combinação das equações 2.19 e 2.20 e os valores de ψ_6 continuam sendo indicados na tabela 2.4.

A NBR 6118/78 estabelecia que as amostragens de exemplares para o controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão era definido em função do nível de variação da produção do concreto.

Percebe-se que o controle sistemático e o controle assistemático se diferenciavam apenas pela utilização ou não da equação 2.18 para definição de estimadores.

Verifica-se ainda que, para ambos controles, em caso de divergência prevalece o estimador obtido através da equação 2.20, que esta a favor da segurança.

No entanto, esta imposição acaba por punir os concretos de resistências médias à compressão altas, que possuem baixas variabilidades nos processos de produção, pois um lote com essas características fica penalizado com a diminuição de 15% de seu valor médio sendo que possui desvio padrão baixo.

A NBR 6118/78 indiretamente fazia com que fosse necessário aumentar intencionalmente a dispersão dos exemplares ensaiados, aumentando desta forma a resistência média de dosagem a fim que se cumprisse a equação 2.20 imposta.

Para concretos produzidos em central de concreto a NBR 6118/78 previa a retirada de exemplares de todos os caminhões, o que posteriormente, na NBR 12655/06, seria tratado como controle de amostragem parcial.

Isto ia diretamente contra a economia, o que fez com que a equação acabasse sendo suprimida na NBR 12655/96 que posteriormente foi substituída em 2006 por uma nova versão revisada.

A NBR 12655/06 é a norma atual para controle de recebimento de concreto e foi produzida através de uma evolução do seção da NBR 6118/78. A principal modificação realizada foi a retirada do estimador apresentado na equação 2.20.

A aceitação do concreto através da NBR 12655/06 se dá em duas etapas, uma etapa preliminar e outra etapa definitiva.

A aceitação preliminar do concreto se dá através de ensaios simples realizados durante o estado fresco do concreto no local de entrega, como o ensaio de consistência ou pelo espalhamento do tronco de cone, usados para concretos normais e especiais respectivamente, que dão um parâmetro de trabalhabilidade do concreto para o recebimento.

Os procedimentos dos ensaios de consistência são descritos na NBR NM 67 (ABNT, 1998) e para espalhamento do tronco de cone é a NBR NM68 (ABNT, 1998). Estas especificam os métodos para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento, em laboratório.

O controle de aceitação se dá pela avaliação da resistência feita através de ensaios posteriores no estado endurecido do concreto que garantam os mínimos índices de resistência estabelecidos assim como as propriedades para as quais o concreto foi produzido.

Os resultados do ensaio de resistência devem servir para aceitação ou rejeição dos lotes representativos do concreto analisado.

A definição dos lotes está na NBR 12655/06 de acordo com a tabela 2.5 e da mesma forma que na NBR6118/78, a NBR 12655/06 também não deixa bem claro a formação destes lotes, pois um lote pode ser apenas um caminhão ou vários lotes do mesmo caminhão.

Tabela 2. 5 – Valores para a formação de lotes de concreto – NBR 12655.

Limites superiores	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples
Volume de concreto	50 m ³	100 m ³
Número de andares	1	1
Tempo de concretagem	3 dias de concretagem ¹	

1)Este período deve estar compreendido no prazo total máximo de sete dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.

Para cada um dos lotes de concreto produzido em condições homogêneas, devem ser retirados exemplares (corpos – de – prova) que formarão a amostra do controle.

Os corpos – de – prova devem ser moldados aos pares, deles resultando um único exemplar, correspondente ao maior dos dois valores obtidos.

Segundo Fusco (2008), essa regra decorre da óbvia forte correlação que existe entre as resistências de dois corpos – de – prova gêmeos, moldados no mesmo ato. Em princípio os dois corpos – de – prova deveriam dar mesmo resultado, se a manipulação dos mesmos durante a moldagem, transporte, cura e ensaios não tivessem uma variabilidade própria do processo, devido a isso a variação de resistência se dá por essas variáveis e não pela variação do concreto.

No controle do recebimento do concreto é essencial a identificação dos lotes produzidos dentro da estrutura.

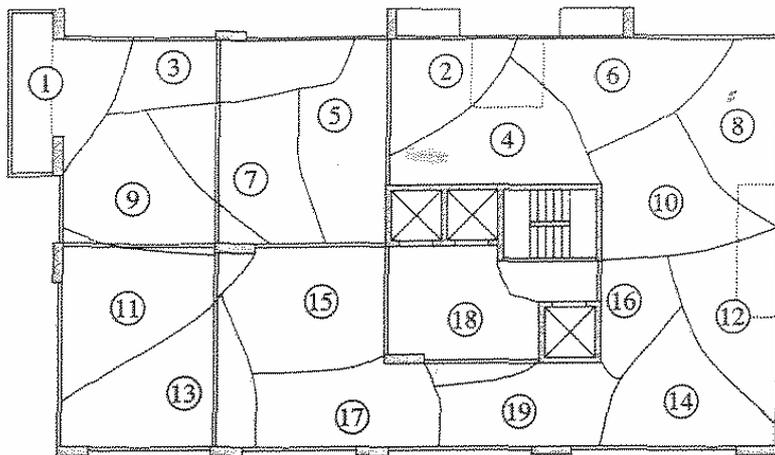


Figura 2. 18 – Planta de identificação dos lotes – (IBRACON, 2005).

É importante que seja feito o rastreamento do concreto para que se possa identificar o local onde o mesmo foi lançado, caso seja necessário, como ilustra a figura 2.28 que localiza onde estão cada um dos lotes.

O emprego de um único corpo – de – prova não é considerado pela NBR 12655/06.

Segundo a NBR 12655 o controle de resistência é dividido em dois tipos: o controle estatístico por amostragem parcial e o controle do concreto por amostragem total.

Para cada um destes tipos é prevista uma forma particular para o cálculo do $f_{ckj.est}$.

2.5.3.1. Controle estatístico por amostragem parcial

No controle estatístico por amostragem parcial são retirados exemplares de algumas betonadas de concreto, devendo ser compostas de, no mínimo, seis exemplares para concretos do Grupo I (classes até C50) e doze exemplares para os concretos do Grupo II (classes superiores a C50).

Assim, para lotes com número de exemplares entre 06 e 20 amostras os valores estimados da resistência são dados pela equação 2.21.

$$f_{ckj.est} = \{2*(f_1+f_2+f_3+...+ f_{m-1}) / m-1\} - f_m \quad \text{Equação 2. 21}$$

Sendo:

$f_{ckj.est}$ = resistência característica estimada do concreto;

$m = n/2$, para n par e $(n-1)/2$ para número ímpar;

n = número de amostras;

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_m$ = valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

Não se deve tomar como valor de $f_{ckj.est}$ os valores menores que o da equação 2.22.

$$f_{ckj.est} \geq \psi_6 * f_1 \quad \text{Equação 2. 22}$$

Adotando-se para ψ_6 os valores estabelecidos pela norma de acordo com o número de exemplares ilustrados na tabela 2.6.

Tabela 2. 6 – Valores de ψ_6 - NBR 12655

Condição de Preparo	Número de exemplares (n)										
	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	≥ 16
A	0,82	0,86	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02
B ou C	0,75	0,8	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02

Nota – Valores de n entre 2 e 5 são empregados para os casos excepcionais.

Os valores tabelados de ψ_6 correspondem a um coeficiente de variação (V_c) de 20% para concretos produzidos com controle do tipo B e C e de 15% para concreto de controle do tipo A.

A figura 2.19 indica o valor de ψ_6 em função dos números de exemplares. Quanto maior o número de exemplares menos penalizado será o valor de ψ_6 .

Com uma produção bem mais controlada, produção do tipo A, os valores de ψ_6 são maiores proporcionando uma resistência estimada maior.

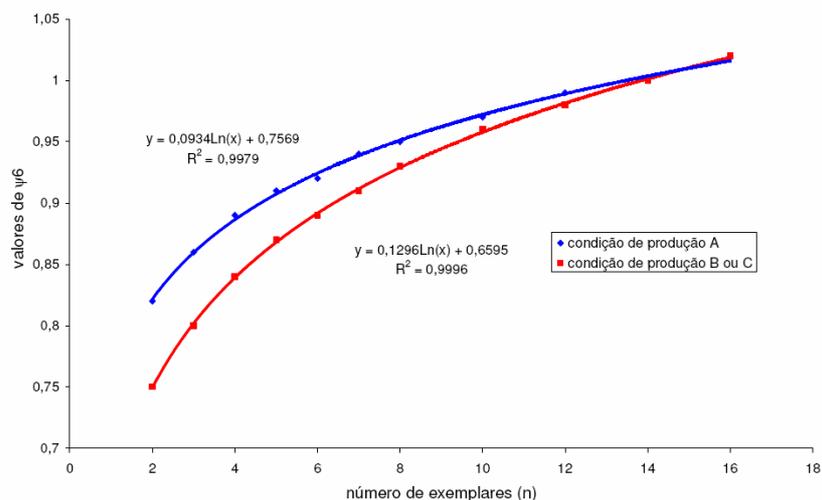


Figura 2. 19– Valores de ψ_6 em função do número de exemplares para condições de produção do tipo A, B e C (SAAD, 2006).

A condição de preparo determinada pela variação do desvio padrão dos resultados e apresentado na tabela 2.7.

Tabela 2. 7 – Desvio padrão relacionado com a condição de preparo.

Condição	Desvio Padrão Mpa
A	4,0
B	5,5
C ¹⁾	7,0

¹⁾ Para Condição de preparo C, e enquanto não se conhece o desvio padrão, exige-se para os concretos de classe C15 o consumo mínimo de 350 kg de cimento por metro cúbico.

Para lotes com número de exemplares igual ou superior a 20, o $f_{ckj,est}$ é definido de acordo com a equação 2.23.

$$f_{ckest} = f_{cm} - 1,65 * s_d \quad \text{Equação 2. 23}$$

Sendo que:

f_{cm} = resistência média dos exemplares do lote, em MPa.

s_d = desvio padrão do lote para n resultados, em MPa.

Essa mudança de cálculo ocorre devido ao desvio-padrão na NBR 12655/06 ser calculado a partir de 20 exemplares. Assim, para se obter o $f_{ck,est}$ basta fazer a relação inversa da resistência.

Essa relação inversa é proveniente da definição estatística de f_{ck} cuja probabilidade de até 5% dos valores da amostra estarem abaixo da resistência característica de projeto.

2.5.3.2. Controle estatístico por amostragem total.

No controle estatístico de amostragem total, existe uma maior facilidade nos cálculos do $f_{ck,est}$, pois para esse tipo de controle retiram-se amostras para todas as betonadas de concreto.

A NBR 12655 faz recomendação em relação ao número mínimo e/ou máximo de exemplares do lote, e é fornecida a equação abaixo para o cálculo do valor estimado:

- Para $N \leq 20$ exemplares, temos:

$$f_{ckest} = f_1 \quad \text{Equação 2. 24}$$

- Para $N > 20$ exemplares

$$f_{ckest} = f_i \quad \text{Equação 2. 25}$$

onde:

f_1 = resistência do exemplar de menor resistência;

$i = 0,05n$. A variável i representa o número de ordem do exemplar, quando se ordenam os resultados em ordem crescente de valor de resistência à compressão. Se o valor de i for fracionário adota-se o número inteiro imediatamente superior.

O valor $0,05n$ se refere ao percentual de 5% de n exemplares fazendo relação com a definição de f_{ck} .

O número $n = 20$ exemplares, se deve ao fato de ser o número mínimo para se obter ao menos um exemplar dentro do intervalo de 5%.

Um estimador eficiente é aquele capaz de distinguir entre o concreto de boa qualidade e o de má qualidade, evitando a aceitação de um concreto de má qualidade e a rejeição de um concreto de boa qualidade.

2.5.3.3. Controle de aceitação de casos excepcionais.

Os casos excepcionais são considerados para lotes com número de exemplares entre 2 e 5, inclusive, Desde que os lotes tenha no máximo 10 m^3 .

O f_{ck} característico é calculado de acordo com a equação 2.26.

$$f_{ckj.est} = \psi_6 * f_1$$

Equação 2. 26

3 METODOLOGIA

Neste estudo, com intuito de contribuir para discussão científica, foram analisados dados reais de resistências à compressão de controle tecnológico de obras localizadas no Distrito Federal.

Para o desenvolvimento, foram utilizados valores de resistência obtidos no banco de dados do Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília – LEM/UnB, em operações de controle tecnológico.

Para execução do trabalho foram realizadas as seguintes atividades:

- Coleta de resultados de resistência à compressão;
- Aplicação das metodologias características de cada método;
- Elaboração das cartas individuais e cálculo dos estimadores;
- Cálculo do coeficiente de variação de procedimentos de ensaio para cada lote estudado;
- Estudo comparativo dos critérios de aceitação utilizados pelas normas;
- Elaboração da curva de distribuição normal e realização do teste de Normalidade para obtenção do f_{ck} amostral das obras.

Para a figura 3.1 mostra um esquema simplificado dos trabalhos realizados neste estudo.

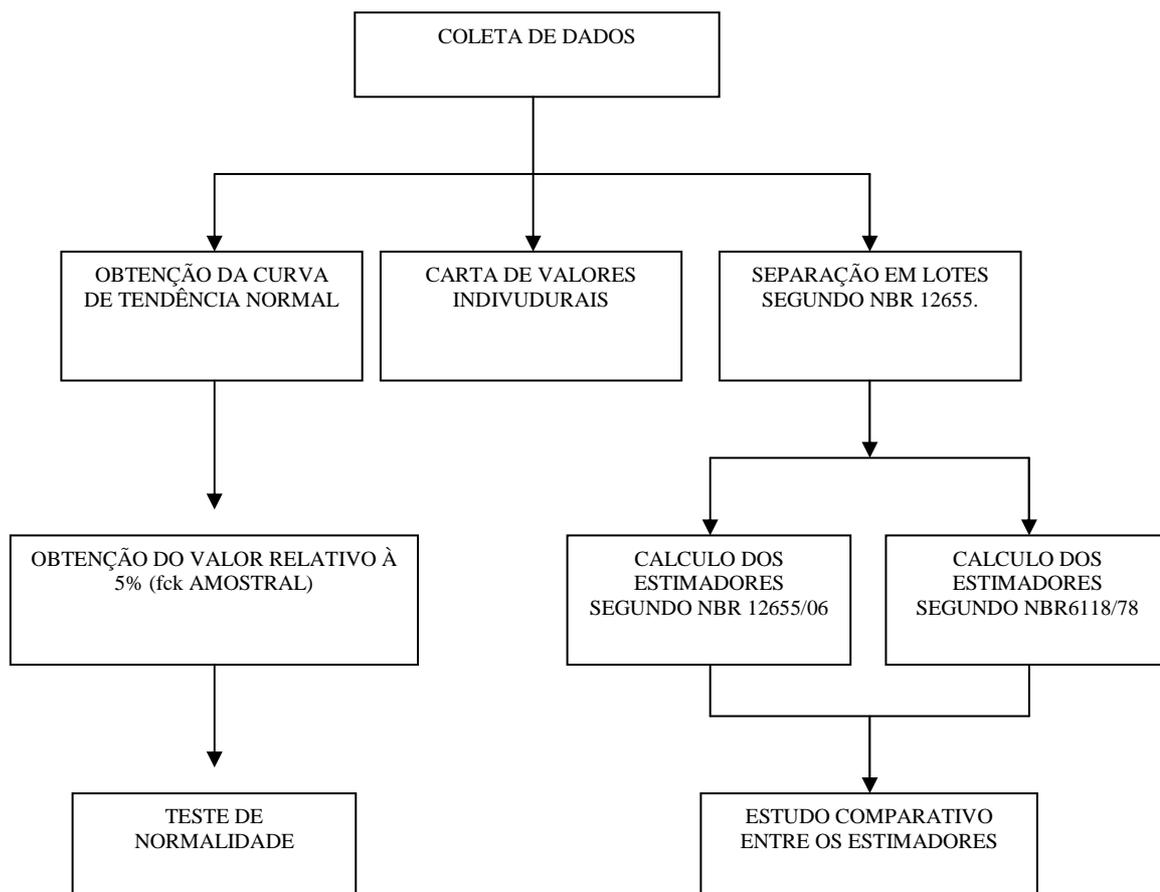


Figura 3. 1 – Esquema simplificado dos procedimentos do estudo.

3.1. COLETA DOS DADOS

Os dados analisados no presente estudo foram obtidos junto ao Laboratório de Ensaios de Materiais – LEM, da Universidade de Brasília – UnB, responsável pelos serviços de controle tecnológico do concreto, por meio de planilhas Excel®, em meio magnético.

3.2. OBRA ANALISADAS

Foram analisadas 03 (três) obras cujo controle está no âmbito do Laboratório de Ensaio de Materiais, na UnB, sendo suas características detalhadas na tabela 3.1.

Tabela 3. 1– Descrição das Obras estudadas.

Característica	OBRA A	OBRA B	OBRA C
Tipo de Utilização	Edifício Residencial	Escola	Edifício Comercial
Volume de concreto	7800 m ³	7809 m ²	6242 m ³
Tempo de Construção	25 meses	15 meses	31 meses
Tipo de produção do concreto	Usinado (mais de uma central)	Usinado (uma central)	Usinado (uma central)

3.3. DEFINIÇÃO DOS LOTES

Os lotes em estudo foram definidos de acordo com estipulado na NBR 12655/06 sendo utilizados para este estudo apenas os lotes de lajes e vigas, pois verificou-se que os demais lotes possuíam poucos exemplares em números insuficientes para realização de estudo de alguns estimadores e estudo complementares como teste de normalidade, determinação de intervalos de frequência e etc.

A quantidade de lotes por obra esta demonstrada na tabela 3.2.

Tabela 3. 2 – Quantidades de lotes, volume de concreto e exemplares estudados por obra

OBRA A			OBRA B						OBRA C		
LOTE	N	Volume (m3)	LOTE	N	Volume (m3)	LOTE	N	Volume (m3)	LOTE	N	Volume (m3)
1	11	83	1	11	81	30	6	48	1	11	87
2	11	84,5	2	12	86	31	8	63	2	11	96
3	11	81	3	10	68	32	11	87	3	12	94
4	11	86	4	11	88	33	10	80	4	10	80
5	12	85,5	5	10	80	34	10	80	5	10	80
6	11	85	6	8	64	35	10	80	6	9	72
7	11	84	7	10	80	36	10	80	7	11	88
8	11	82	8	11	88	37	10	80	8	8	64
9	11	81	9	11	83	38	10	80	9	13	100
10	10	80	10	12	88	39	14	95	10	9	72
11	10	76	11	7	56	40	12	88	11	9	72
12	11	80	12	11	83	41	11	98	12	11	88
13	10	72	13	8	61	42	13	80	13	10	80
14	12	85,5	14	10	80	43	10	80	14	8	64
15	11	84	15	6	48	44	10	80	15	12	96
16	10	80	16	9	72	45	13	100	16	10	80
17	12	91	17	8	64	46	11	88	17	9	72
18	11	81,5	18	7	56	47	10	80	18	9	72
19	11	81	19	9	72	48	12	96	19	10	80
20	11	80	20	8	64	49	10	80	20	11	88
21	11	79	21	6	48	50	8	64	21	13	100
22	6	48	22	8	64	51	12	96	22	13	100
23	8	60	23	11	88	52	11	88	23	9	72
24	6	48	24	9	72	53	7	51	24	9	72
TOTAL	250	1541	25	13	100	54	11	84,5	25	7	56
			26	12	93	55	10	80	26	8	64
			27	13	99	56	6	48	27	8	64
			28	10	79	57	7	52	28	7	56
			29	9	72	58	7	56	29	12	96
						TOTAL	570	4355	30	10	80
									31	7	65
									32	10	80
									33	8	54
									34	6	48
									35	7	56
									36	7	56
									37	7	56
									38	11	85
									39	7	56
									TOTAL	369	2941

3.4. CARTAS INDIVIDUAIS DE RESISTÊNCIA

Para avaliar a resistência à compressão individual dos exemplares de cada lote de concreto foram traçadas cartas de valores individuais para os dados de cada obra.

Para cada lote a carta apresenta, além dos valores de resistência à compressão individual, aos 28 dias de idade, considerando o maior valor de cada exemplar (f_{c28}), a resistência média (f_{cm28}) e o valor característico de dosagem (f_{ck28}).

Neste gráfico foram plotados, as resistências dos valores individualmente, a resistência característica de projeto, a resistência média por lotes.

3.5. ANÁLISE DESVIO-PADRÃO

Para esta análise de coeficiente de variação e desvio padrão foram utilizados ambos dos corpos – de – prova. Os dados foram trabalhados de forma conjunta, separando-se os lotes de lajes e vigas, aplicando-se os conceitos estatísticos de desvio padrão.

Foi realizado estudo comparativo entre o desvio padrão dos lotes apenas utilizando os resultados dos exemplares e utilizando todos os resultados dos corpos – de – prova dos lotes.

3.6. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE ENSAIO E CONTROLE

Para esta análise de coeficiente de variação foram utilizados os resultados dos corpos – de- prova, separando-se os lotes, aplicando-se os conceitos de norma para cálculo do coeficiente de variação dos procedimentos de ensaios para cada lote.

O coeficiente de variação de ensaio foi realizado de modo a fazer uma avaliação estatística de desempenho do ensaio de resistência a compressão do concreto das obras estudadas aos quais foram realizados no Laboratório de Ensaio de Materiais da Universidade de Brasília – LEM – UnB.

O estudo de avaliação do desvio padrão de procedimentos de ensaio foi realizado de acordo com o recomendado pela NBR 5739/2007 em seu anexo B e as fórmulas são apresentadas nas equações 3.1 e 3.2.

$$Se = \sum A_i / d_2 n \quad \text{Equações 3. 1}$$

$$CV = Se / f_{cm} \quad \text{Equações 3. 2}$$

Se é Estimativa de desvio dentro do ensaio;

A_i é Amplitude de valores de resistência, em mega pascal;

d_2 é coeficiente relacionado ao numero de corpos – de – provas do exemplar;

n é numero de exemplares;

CV é coeficiente de variação das operações de ensaio;

f_{cm} é Resistência média.

3.7. TESTE DE NORMALIDADE

Para os resultados dos ensaios de resistência de cada obra foi feita a análise de normalidade das distribuições de freqüência. O teste de normalidade consistiu na determinação da função de densidade de probabilidade $f(x)$, sendo x os valores individuais de resistência e, μ e σ^2 os parâmetros de média e variância do lote, respectivamente.

No mesmo gráfico foi traçado o histograma de freqüência das resistências individuais do lote, comparando-se o formato das duas distribuições obtidas. O programa de computação utilizado para gerar os gráficos de distribuição normal foi o Microsoft® Excel 2002.

O método de avaliação de normalidade dos resultados de resistência de cada obra foi o método do χ^2 e foi aplicado apenas para o resultado do exemplar.

3.8. CONTROLE DE ACEITAÇÃO DOS LOTES

Para realizar o controle de aceitação dos lotes foram utilizados os estimadores propostos pela antiga NBR 6118/78, considerando o controle sistemático e pela NBR 12655/06, considerando os dois critérios propostos pela norma: amostragem parcial e amostragem total.

Cada lote de cada obra foi analisado e considerado aceito ou rejeitado de acordo com os critérios das referidas normas e realizando um estudo comparativo entre os critérios de aceitação da NBR6118/78 e os da NBR 12655/06.

3.9. AVALIAÇÃO DO f_{ck} AMOSTRAL

Para esta análise foram utilizados todos os resultados de cada lote para aceitação ou rejeição dos lotes.

Neste estudo foi aplicada a fórmula 2.1, curva de distribuição de densidade normal nos dados de resistência dos corpos – de – prova e utilizando a curva normal, a média da amostra e o desvio padrão, foi obtido o valor de resistência relativo a 5% da distribuição, denominada neste trabalho de $f_{ck \text{ amostral}}$.

Com a definição do $f_{ck \text{ amostral}}$ foi realizada uma análise comparativa de modo a verificar juntamente a normalidade dos dados.

Deve-se verificar a diferença do $f_{ck \text{ amostral}}$ definido neste trabalho e o $f_{ck \text{ real}}$ da obra, sendo que o primeiro é possível de se obter apenas ensaiando todo concreto da obra e o segundo é uma obtenção do f_{ck} de uma certa amostra, que por maior que seja não pode ser considerada como o $f_{ck \text{ real}}$ da obra.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As análises foram realizadas com base nas planilhas elaboradas e gráficos apresentados no apêndice.

A análise das propriedades do concreto no estado fresco foi realizada através de consistência pelo abatimento do tronco de cone. Todos os lotes apresentaram valores dentro do intervalo especificado.

4.1 OBRA A

4.1.1 f_{ck} amostral e teste de normalidade

Os dados da obra A obtiveram uma média de 38,6 MPa, desvio padrão de 5,46 MPa e um f_{ck} amostral de 29,56 MPa, inferior ao f_{ck} que é de 30 MPa.

A figura 4.1 apresenta a curva de frequência de normalidade para os dados coletados e o gráfico de distribuição de intervalos de frequência.

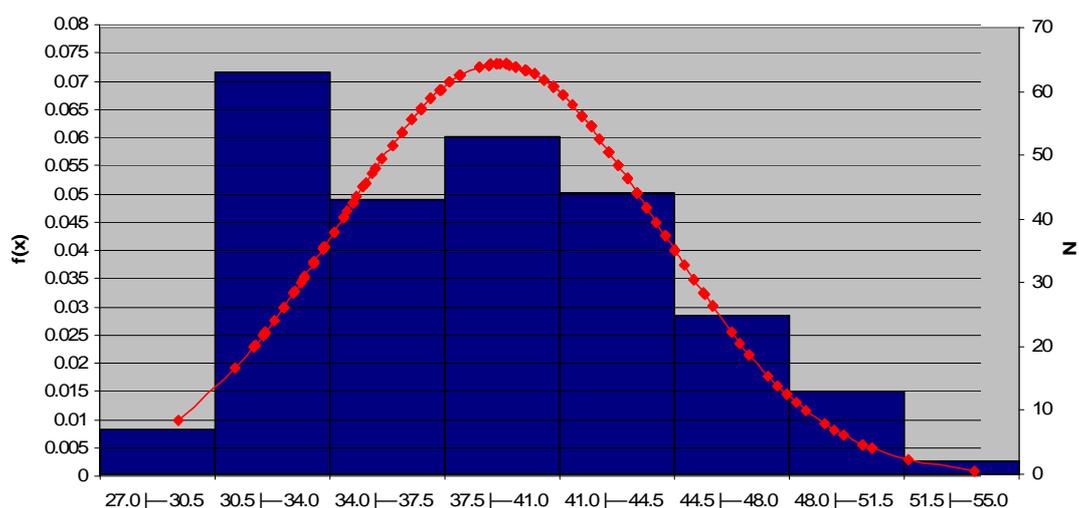


Figura 4. 1 – Histograma das resistências à compressão do concreto da obra A e curva de distribuição normal ajustada.

Podemos verificar visualmente que a distribuição de intervalos de frequência dos resultados de tensão de ruptura, aparentemente, não corresponde a uma distribuição normal fato confirmado no teste do qui – quadrado.

Este teste de normalidade foi realizado através da comparação da somatória das frequências esperadas com as frequências observadas. Como a relação das frequências é menor que a referenciada na tabelada do χ^2 os dados não se adequam a hipótese de dados normais.

A tabela 4.1 demonstra que os dados estudados foram rejeitados na hipótese de adequação à curva normal.

Tabela 4. 1– Teste do qui – quadrado para os dados de resistência da obra A.

CLASSES	LIMITES DAS CLASSES	VALORES DE Z PARA OS LIMITES	PROBABILIDADE DAS CLASSES	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	(Foi - Fei)/Fei
27.0 — 30.5	27.00	-2.12	0.05	13.28	7.00	13.28	7.00	2.97
30.5 — 34.0	30.50	-1.48	0.13	33.13	63.00	33.13	63.00	26.94
34.0 — 37.5	34.00	-0.84	0.23	58.28	43.00	58.28	43.00	4.00
37.5 — 41.0	37.70	-0.16	0.11	26.60	53.00	26.60	53.00	26.20
41.0 — 44.5	41.00	0.44	0.19	47.48	44.00	47.48	44.00	0.25
44.5 — 48.0	44.50	1.08	0.10	24.35	25.00	24.35	25.00	0.02
48.0 — 51.5	48.00	1.72	0.03	8.40	13.00	10.35	15.00	2.09
51.5 — 55.0	51.50	2.36	0.01	1.95	2.00			
	55.00	3.00						

MEDIA= 38.58
DESVIO= 5.46
N= 250.00

SOMA= 62.48

X²(ob)= 62.48

X²(esp)= 14.4

O f_{ck} amostral da obra está abaixo da resistência característica de projeto que é de 30 MPa, porém, devido a rejeição da hipótese de adequação dos dados à curva normal, este valor de f_{ck} não pode ser considerado, pois a definição de resistência característica considera que a distribuição dos resultados de tensão de ruptura seja normal.

4.1.2 Eficiência das operações de ensaio

Foram obtidos os coeficientes de variação de ensaio das operações de produção e ensaio (CV_e) dados pela relação entre o desvio – padrão pela média (f_{cm}) dos exemplares da amostra.

Aproximadamente 83,33% dos coeficientes da Obra A, estão classificados com bom, muito bom ou excelente. A figura 4.2 mostra a distribuição dos coeficientes dos lotes, junto com os limites recomendados pela NBR 5739/07.

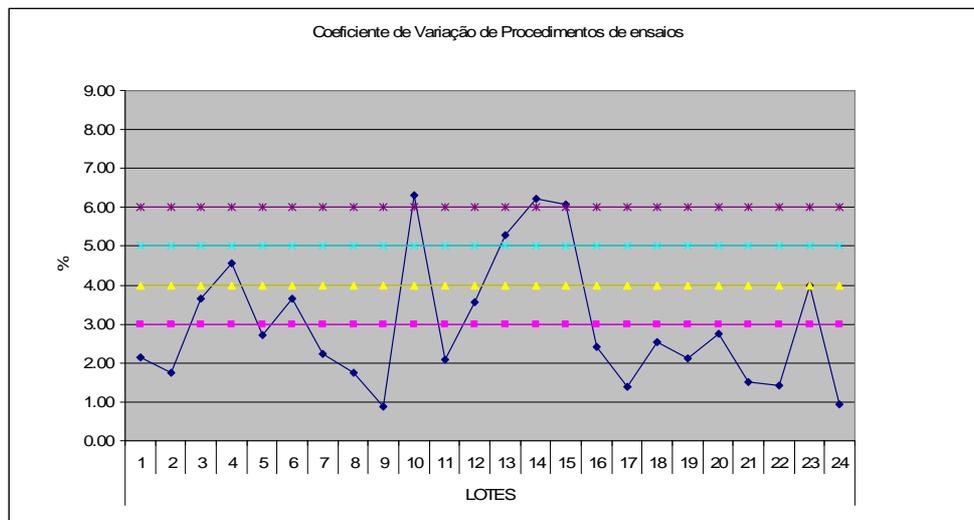


Figura 4. 2 – Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra A.

Percebe-se dos 24 lotes 19 ficaram no intervalo entre excelente e muito bom e apenas os lotes 10, 14 e 15 ultrapassam a barreira de deficiente.

Dentre os lotes que ultrapassaram a barreira de operações de ensaio deficiente, apenas o lote 13 foi rejeitado pelos estimadores de resistência da NBR 6118/78.

4.1.3 Estimadores de resistência

Os estimadores obtidos para os resultados de resistência da obra A estão apresentados na tabela 4.2, seguindo a seguinte nomenclatura.

* = Estimador recomendado pela NBR 12655/06 amostragem parcial

** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78

*** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78 e 12655/06

Tabela 4. 2 – Tabela resumo dos estimadores da obra A.

LOTE	Número de exemplares	EST 1	EST 2	EST 3	EST 4	EST 5	EST 6
1	11	32.55	32.77*	32.44	30.68**	32.34	33.44
2	11	32.54	33.39*	33.05	31.43**	33.69	34.08
3	11	34.13*	33.59	33.59	32.30**	35.04	34.63
4	11	35.96*	35.23	34.87	32.55**	34.74	35.95
5	12	37.12*	36.25	35.88	35.91**	37.89	36.61
6	11	39.17*	37.76	37.38	35.73**	38.57	38.54
7	11	28.07	28.72*	28.72**	32.34	31.34	29.61
8	11	46.33*	44.63	44.18	40.50**	43.73	45.54
9	11	38.53*	38.08	37.69	37.19**	39.37	38.85
10	10	32.39***	32.32	31.98	32.79	33.66	33.31
11	10	30.96	30.99*	30.68	28.93**	31.06	31.96
12	11	29.74	29.96*	29.66	27.41**	29.69	30.57
13	10	30.41*	29.35	29.04	26.29**	29.36	30.25
14	12	38.98*	38.78	38.39	35.82**	38.55	39.17
15	11	38.85*	38.70	38.31	33.03**	36.82	39.49
16	10	38.05*	37.69	37.30	34.89**	37.90	38.85
17	12	32.43*	31.53	31.21	29.28**	32.21	31.85
18	11	31.13*	30.66	30.35	28.15**	30.71	31.29
19	11	43.79	42.45	42.01	40.33**	42.34	43.31
20	11	35.02***	34.59	34.23	35.49	36.51	35.29
21	11	31.78*	30.99	30.67	27.97**	31.22	31.62
22	6	29.33*	28.20	27.29	27.19**	30.12	30.66
23	8	27.83*	26.29	25.74	27.00**	27.96	27.67
24	6	36.29*	34.31	33.19	32.58**	36.83	37.29

Obs.:

$$EST 1 = f_{ckest} = [2(f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}) / (m-1)] - f_m$$

$$EST 2 = f_{ckest} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR12655)}$$

$$EST 3 = f_{ckest} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR8166/78)}$$

$$EST 4 = f_{ckest} = 0,85 (f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n$$

$$EST 5 = f_{ckest} = f_{cm} - 1,65Sd$$

$$EST 6 = f_{ckest} = f_1$$

A figura 4.3 mostra uma relação entre os estimadores recomendados pelas NBR 12655/06 e NBR6118/78.

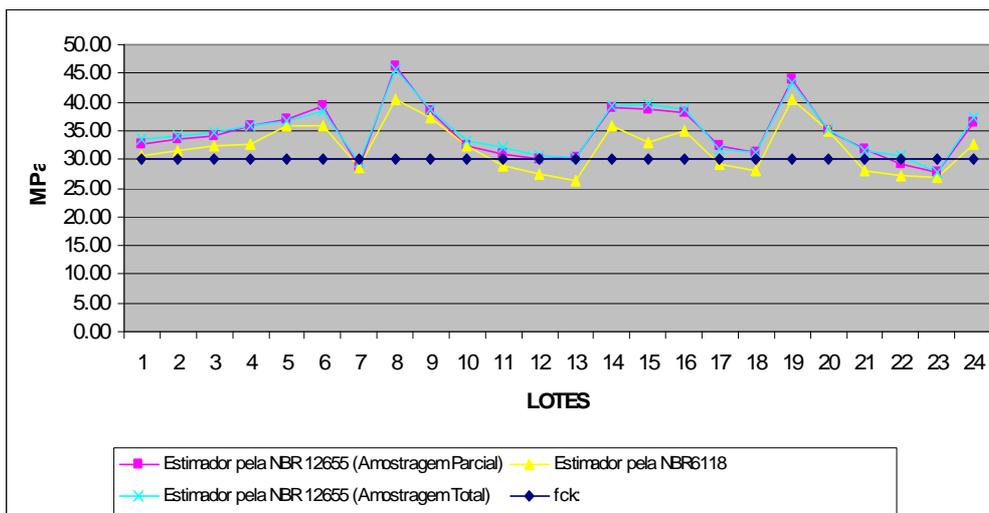


Figura 4.3 – Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra A.

Percebe-se na figura 4.3 que para todos os lotes o estimador recomendado segundo critérios pela NBR6118/78 é menor que o estimador recomendado pela NBR 12655/06, sendo que no lote 7 os estimadores são equivalentes e abaixo do f_{ck} .

No lote 8, o estimador recomendado, pela NBR 12655/06, amostragem parcial, foi o maior $f_{ck.est.}$ dentre os 24 lotes e o menor foi o recomendado pela NBR6118/78 para o lote 13.

4.1.4 Carta de valores individuais

As cartas de valores individuais estão apresentadas na figura 4.4, lotes de 1 a 12, e figura 4.5, lotes de 13 a 24.

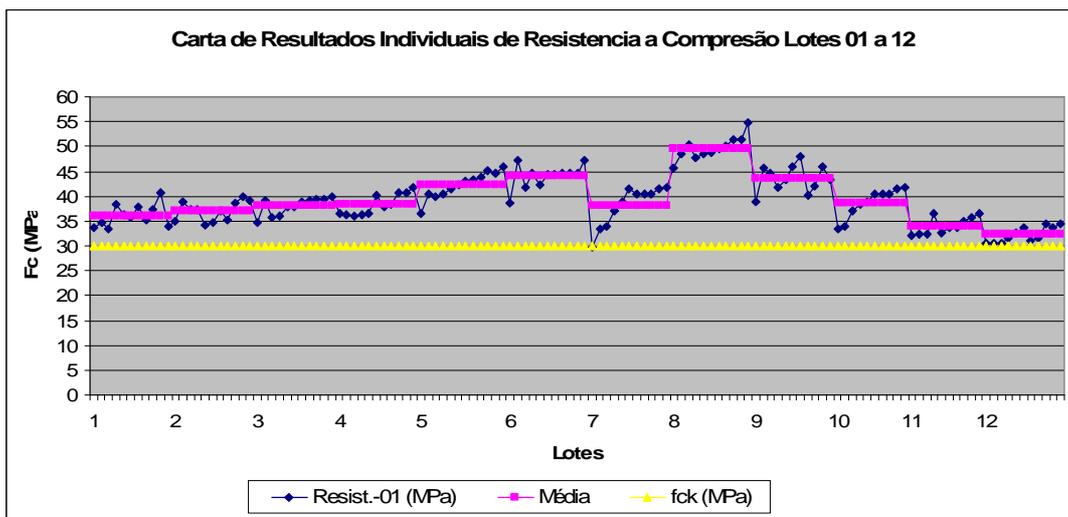


Figura 4. 4 – Carta de resultados individuais da obra A – lotes 1 a 12.

No intervalo entre os lotes 1 e 5 as médias dos lotes são praticamente idênticas, havendo uma distribuição homogênea dos resultados de resistência.

Apartir do lote 6 até o 12 há uma grande variação entre as médias dos lotes e a distribuição dos resultados de resistência não é homogênea, sendo que no lote 7, 8 e 10 verifica-se uma distribuição crescente dos resultados de resistência.

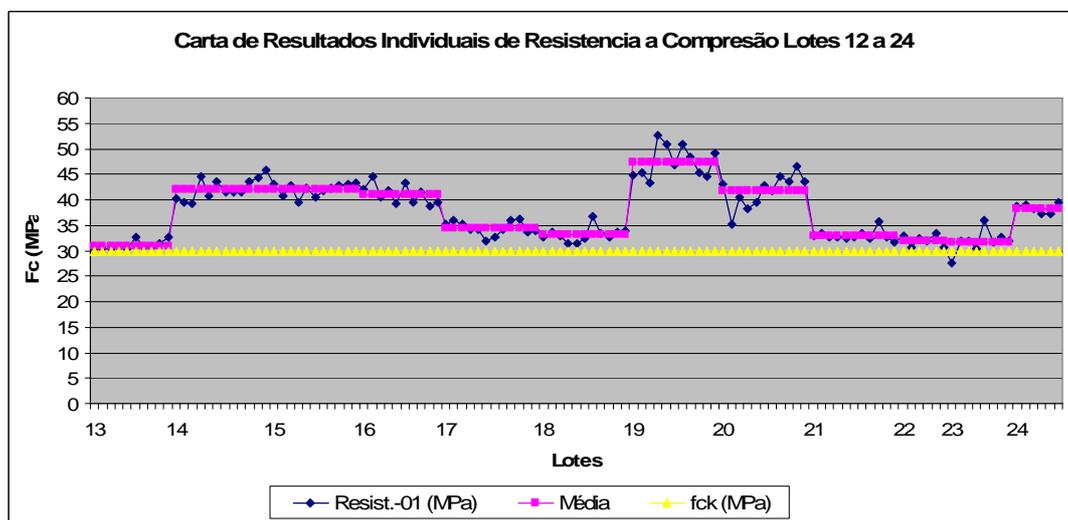


Figura 4. 5 – Carta de resultados individuais da obra A – lotes 13 a 24.

As médias dos valores de resistência dos lotes 13, 17, 18, 21, 22 e 23 estão bastante próximas do f_{ck} e a distribuição dos resultados de resistência é razoavelmente homogênea.

As médias entre os lotes 14 ao 17 e dos lotes 21 ao 23 possuem baixa variação entre si, o que mostra um processo de produção possivelmente estacionário.

Nos lotes 19 e 20 os valores de resistência possuem grande variação e média alta.

4.1.5 Carta de desvio padrão

Os valores de desvios – padrão foi obtido comparando aos desvios dos lotes.

Para este estudo foram traçadas as curvas e desvio – padrão usando o valor maior do exemplar e ambos dos valores.

A figura 4.6 mostra a carta de desvio – padrão. Esta carta permite avaliar a dispersão dos resultados encontrados para os lotes analisados.

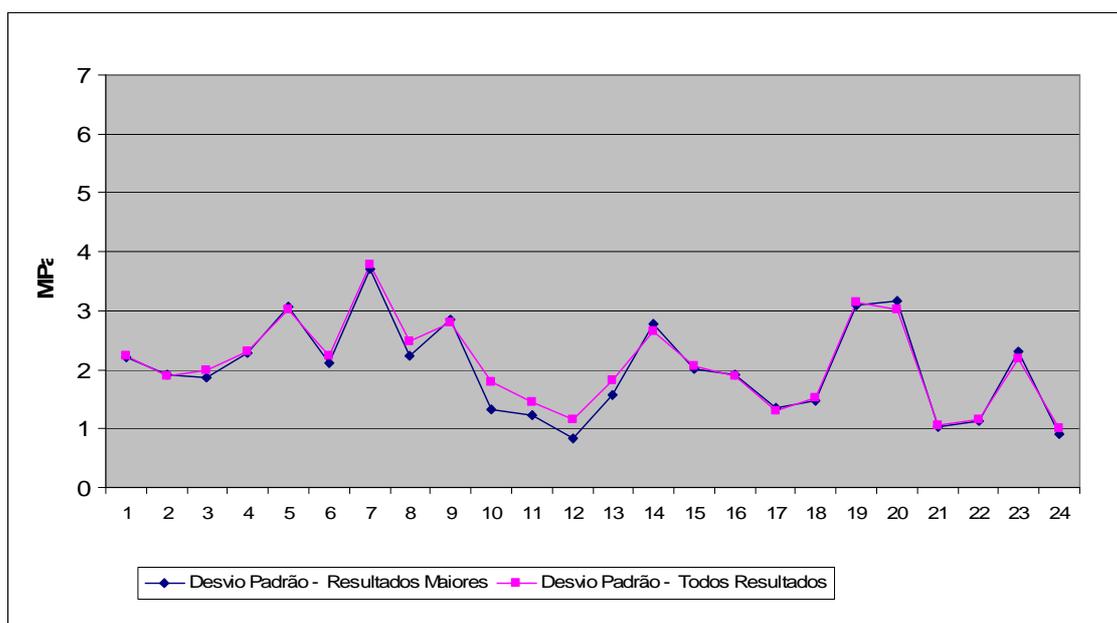


Figura 4. 6 – Carta de controle da qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção e ensaio para os lotes da obra A.

Os desvios padrão dos lotes, protados na figura 4.6 mostram, que dos lote 1 ao 4 os desvios padrão são relativamente idênticos e apartir do lotes 5 até o lote 24 há grande variabilidade entre os desvios dos mesmos.

Os lotes de maior desvio padrão são os lotes 7, 19 e 20, sendo que apenas o lotes 7 foi rejeitado, tanto pela NBR 12655/06 quanto pela NBR 6118/78.

O lote 11 e 13 possuem desvios padrão menor que 1,5 e 2 MPa, respectivamente, sendo que foram rejeitados pela NBR 6118/78 e aceitos pela NBR 12655/06.

A amplitude entre os lotes de maior e menor desvio padrão, lote 7 e 12 respectivamente, é de aproximadamente 3 MPa.

4.1.6 Análise da Obra A.

Segundo a NBR 12655/06 os lotes rejeitados são 7, 12, 22, 23 e segundo a NBR 6118/78 foram rejeitados os lotes, além dos lotes acima, 11, 13, 18, e 21.

Todos os lotes rejeitados pela NBR 6118/78 possuem média aritmética dos valores do lotes próximas do valor de f_{ck} e desvios padrão baixos, de 1,0 MPa a 1,5MPa, com exceção do lote 7 que possuía média e desvio padrão altos.

Os critérios de aceitação da NBR 6118/78 penalizaram estes lotes, pois os mesmo possuíam aceitação segundo critérios da NBR 12655/06, utilizado outros estimadores, como o apresentado na equação 2.23.

O estimador apresentados na equação 2.23 não foi utilizado para análise, pois a quantidade de exemplares nos lotes foi insuficiente para o uso deste. Entretanto, percebe-se que este estimador foi maior que os demais estimadores utilizados, fato explicado devido ao desvio padrão baixo dos lotes.

Verifica-se que quase em todos os lotes, com exceção dos lotes 6, 22 e 23, existem dois ou mais valores consecutivos abaixo ou acima do valor médio. Isto pode estar indicando mudança de processo de produção.

Observa-se através da carta de valores individuais que os valores de resultados dos lotes 05, 07, 08, 10 e 20 possuem uma característica crescente, o que demonstra possível mudança no processo de produção, conforme mostrado exemplo na figura 4.7.

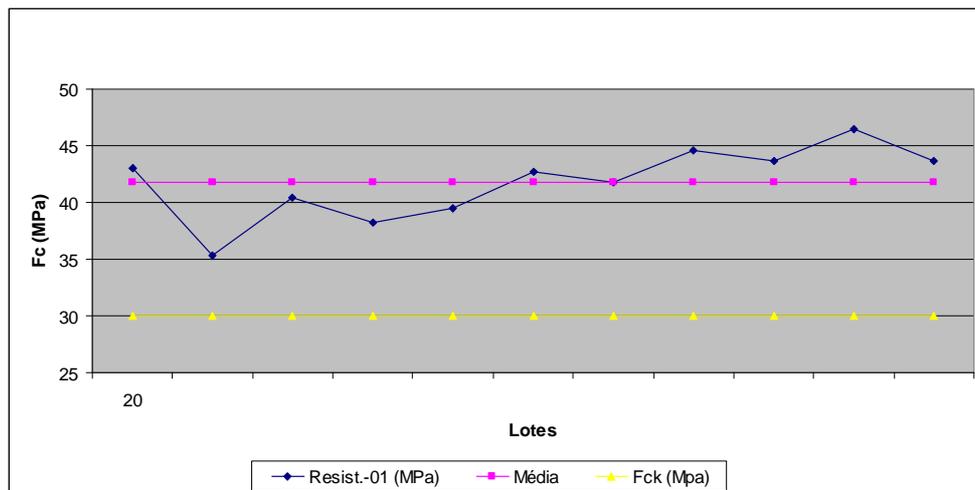


Figura 4. 7 – Detalhe da característica de crescimento dos resultados de resistência da serie do lote 20.

No controle de amostragem total da NBR12655/06 apenas os lotes 7 e 23 foram rejeitados.

Verifica-se na figura 4.3 que os controles de amostragem parcial e total da NBR 12655/06 obtiveram valores de estimadores bastantes próximos. Ainda analisando a figura 4.3 verifica-se que para todos os lotes da obra A os estimadores recomendados pela NBR 6118/78 ficaram abaixo dos recomendados pela 12655/06.

Analisando o lote 23, percebe-se que este foi o lote com maior problema nos critérios de aceitação, pois todos os estimadores utilizados na análise situaram-se abaixo do f_{ck} . O estimador de maior valor é de 27,96 e são 7,29% abaixo da resistência característica de projeto.

Pode-se verificar que de toda obra, apenas dois resultados estão abaixo do f_{ck} especificado, um valor no lote 7 e um valor no lote 23 e estes lotes foram rejeitados tanto pela NBR 6118 quanto pela NBR 12655/06.

Ainda analisando as figuras, 4.4 e 4.5, percebemos que do lote 1 até o lote 5 houve um homogeneidade de produção, pois os valores possuem pequenas variações e que provavelmente houve uma mudança na produção do concreto a partir do lote 9 até o lote 14, visualizado pelo aumento da dispersão dos valores em relação a média.

A variação nas médias aritméticas dos valores de resultados dos lotes confirma a variação no processo de produção, fato explicado, pelo fato que se segue diversas empresas forneceram concreto usinado.

A carta de desvio padrão mostra que não há grandes diferenças entre os desvios – padrão dos lotes usando apenas um dos valores ou ambos dos exemplares.

Verifica-se que para obter-se resultados de resistência do concreto com tendência normal a produção do mesmo deve ser de forma estacionária, ou seja, sem grandes variações na produção do concreto, caso contrário fica dificultoso a avaliação dos dados através da definição de f_{ck} , pois a definição do f_{ck} é baseada em dados de tendência normal.

No caso da obra A obteve-se dados muito incompatíveis à dados de tendência normal devido ao fato de se ter nesta obra o concreto fornecido por mais de uma empresa de concreto usinado e sendo assim não houve uma processo estacionário de produção.

Ficou claro que a NBR6118/78 demonstrou critérios mais rígidos (menores valores de $f_{ck.est}$) devido o uso do estimador apresentado na equação 2.20, que ao se implementar a NBR 12655 em 1996, o mesmo foi retirado.

4.2 OBRA B

4.2.1 f_{ck} amostral e teste de normalidade

Os dados da obra B obteve um média de 38,74 MPa, desvio padrão de 5,80 MPa e um f_{ck} amostral de 29,15 MPa.

A figura 4.8 apresenta a curva freqüência de normalidade para os dados coletados e o gráfico de distribuição de intervalos de freqüência.

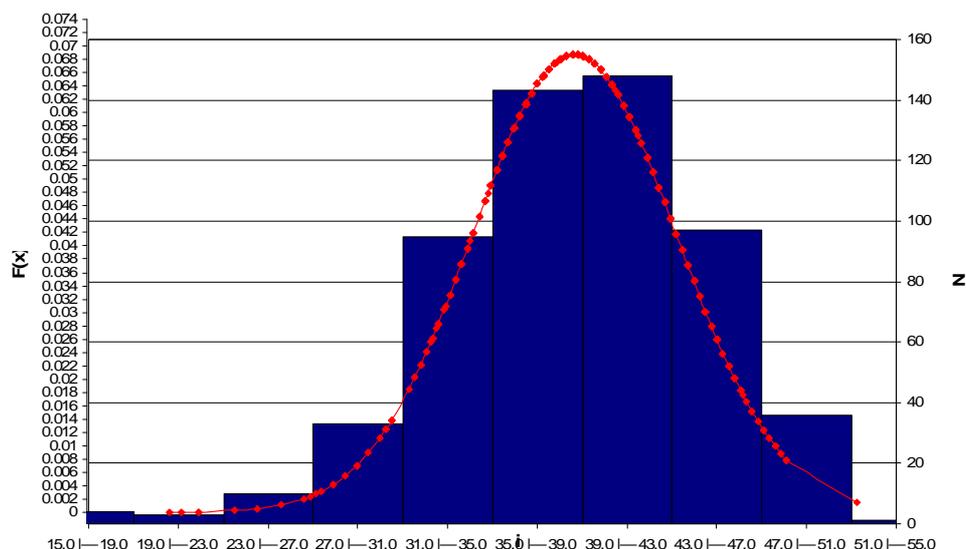


Figura 4. 8 - Histograma das resistências à compressão do concreto da obra B e curva de distribuição normal ajustada.

Percebemos na figura 4.8 que visualmente os valores apresentados no histograma, possível compatibilidade com a curva de distribuição normal, afirmação confirmada através do teste do qui – quadrado apresentado na tabela 4.3, onde observa-se que o χ^2 observado é menor que o qui – quadrado tabelado.

Tabela 4. 3 - Teste do χ^2 para os dados de resistência da obra B.

CLASSES	LIMITES DAS CLASSES	VALORES DE Z PARA OS LIMITES	PROBABILIDADE DAS CLASSES	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	$(F_{oi} - F_{ei})^2 / F_{ei}$
15.0 — 19.0	15.00	-4.09	0.00	0.00	4.00	52.33	50.00	0.10
19.0 — 23.0	19.00	-3.40	0.00	2.00	3.00	39.96	33.00	1.21
23.0 — 27.0	23.00	-2.71	0.02	10.37	10.00	96.50	95.00	0.02
27.0 — 31.0	27.00	-2.02	0.07	39.96	33.00	127.05	143.00	2.00
31.0 — 35.0	31.00	-1.33	0.17	96.50	95.00	140.45	148.00	0.41
35.0 — 39.0	35.00	-0.64	0.22	127.05	143.00	90.23	97.00	0.51
39.0 — 43.0	39.00	0.04	0.25	140.45	148.00	35.28	36.00	0.01
43.0 — 47.0	43.00	0.73	0.16	90.23	97.00	8.44	1.00	6.55
47.0 — 51.0	47.00	1.42	0.06	35.28	36.00			
51.0 — 55.0	51.00	2.11	0.01	8.44	1.00			
	55.00	2.80						

MEDIA 38.74
 DESVIO 5.81
 N= 570

Soma=	10.82
$\chi^2(ob)$ =	10.82
$\chi^2(esp)$ =	16.9

Como o teste de normalidade comprovou a tendência de adequação dos valores normais à curva de normalidade, podemos usar a definição de f_{ck} para estes valores.

Sendo assim, o f_{ck} amostral da obra B é de 29,15 MPa sendo que é menor que o f_{ck} especificado de 30MPa, podendo colocar em questão a qualidade do concreto.

4.2.2 Eficiência das operações de ensaio

A figura 4.9 mostra a carta de desvio padrão de procedimentos de ensaios.

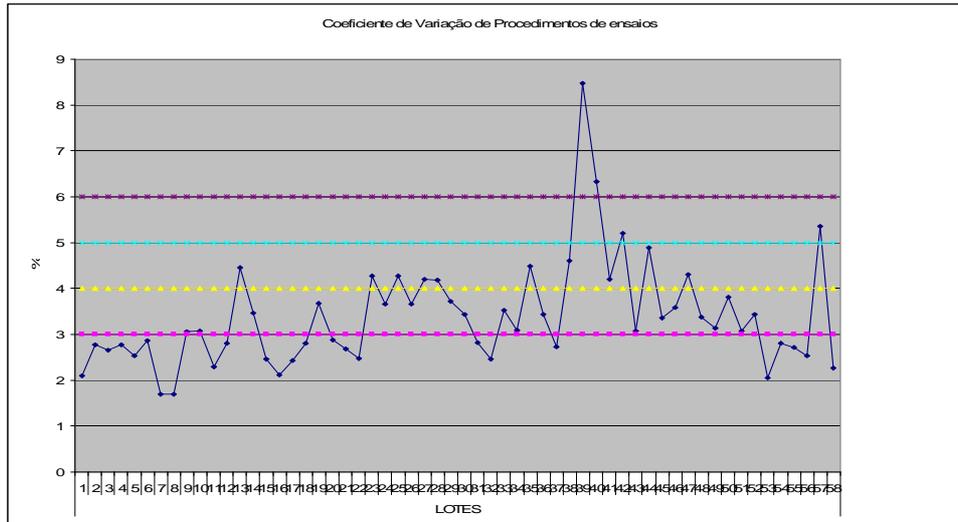


Figura 4. 9 – Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra B.

Para obra B, verifica-se que 93,10% dos valores de coeficiente de variação de ensaio estão avaliados entre excelente e bom e apenas os lotes 39 e 40 foram classificados como deficientes.

O lote 39 obteve desvio operações de ensaio alto, sendo que este lote foi reprovado por todos os estimadores.

4.2.3 Estimadores de resistência

Os estimadores obtidos para os valores de resistência dos lotes de 1 a 29 da Obra B estão representados na tabela 4.4 e dos lotes de 30 a 58 estão na tabela 4.5, seguindo a seguinte nomenclatura.

* = Estimador recomendado pela NBR 12655/06 amostragem parcial

** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78

*** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78 e 12655/06

Tabela 4. 4 - Tabela resumo dos estimadores da obra B – lotes de 1 a 29.

LOTE	Numero de exemplares	EST 1	EST 2	EST 3	EST 4	EST 5	EST 6
1	11	27.68***	24.91	24.91	28.82	25.94	25.68
2	12	30.06	30.68*	30.37	29.95**	30.46	30.99
3	10	34.80*	33.92	33.57	31.93**	33.77	34.97
4	11	34.16*	33.62	33.27**	34.00	35.02	34.31
5	10	29.49*	29.42	29.11	29.01**	30.16	30.33
6	8	29.88***	28.49	27.89	30.88	30.95	29.99
7	10	29.33	29.73*	29.43**	31.49	31.27	30.66
8	11	30.98**	31.01*	30.70	31.38	31.82	31.65
9	11	26.80	29.96*	29.65**	30.50	29.96	30.57
10	12	34.63*	34.62	34.27	33.39**	34.06	34.97
11	7	33.97*	32.25	31.22	32.12**	32.58	34.31
12	11	35.13***	34.56	34.56	36.45	35.91	35.63
13	8	32.42***	31.90	31.90	33.37	32.03	34.31
14	10	30.37	32.93*	32.93**	36.18	31.90	34.31
15	6	41.22*	38.84	37.57**	38.09	40.66	42.22
16	9	26.12	27.20*	26.77**	32.38	29.80	28.34
17	8	38.82*	37.00	36.22	35.43**	38.15	38.95
18	7	32.64***	31.90	31.22	33.04	34.91	34.31
19	9	32.88	34.29*	34.29**	35.61	35.07	36.30
20	8	29.49	29.74*	29.74**	34.10	30.89	31.98
21	6	39.56*	37.92	36.69	37.43**	40.64	41.22
22	8	30.23***	30.05	30.05	34.55	32.09	32.32
23	11	31.18***	29.09	29.09	32.00	30.32	29.99
24	9	35.86*	33.57	33.04	34.57**	35.48	34.97
25	13	36.43***	36.26	36.26	36.68	36.22	36.63
26	12	34.47***	29.39	29.39	35.77	34.53	29.99
27	13	30.72	32.48*	32.32**	32.52	32.24	32.65
28	10	34.13*	33.92	33.57	34.07**	33.54	34.97
29	9	30.10***	25.52	25.52	32.21	30.22	27.01

$$EST 1 = f_{ckest} = [2(f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}) / (m-1)] - f_m$$

$$EST 2 = f_{ckest} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR12655)}$$

$$EST 3 = f_{ckest} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR8166/78)}$$

$$EST 4 = f_{ckest} = 0,85 (f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n$$

$$EST 5 = f_{ckest} = f_{cm} - 1,65Sd$$

$$\text{EST 6} = f_{\text{ckest}}=f_1$$

Tabela 4. 5 - Tabela resumo dos estimadores da obra B – lotes de 30 a 58.

LOTE	Número de exemplares	EST 1	EST 2	EST 3	EST 4	EST 5	EST 6
30	6	28.99***	28.76	28.76	32.47	30.60	32.32
31	8	35.85*	33.85	33.14	32.64**	34.98	35.63
32	11	32.97*	32.32	31.99	29.95**	31.36	32.98
33	10	30.07	31.02*	30.70	30.69**	30.69	31.98
34	10	33.85	34.88*	34.52	33.30**	33.94	35.96
35	10	31.87***	29.43	29.43	33.52	30.94	30.66
36	10	27.89	31.66*	31.34	32.23**	31.47	32.65
37	10	28.99*	27.48	27.20	28.70**	28.78	28.34
38	10	30.65*	30.06	29.75	29.35**	28.82	30.99
39	14	13.59	15.70*	15.70**	20.17	13.74	15.70
40	12	22.10	22.89*	22.89**	24.58	21.60	23.36
41	11	30.49*	29.72	29.42	27.62**	29.67	30.33
42	13	24.80	27.72*	27.72**	32.63	29.43	28.00
43	10	25.01***	22.75	22.75	29.49	25.80	23.69
44	10	28.71***	24.02	24.02	33.42	29.39	25.02
45	13	39.56*	39.37	39.17	38.33**	40.60	39.56
46	11	32.48***	31.67	31.67	33.29	29.78	32.65
47	10	38.42*	37.78	37.39	37.83**	38.46	38.95
48	12	40.83*	38.86	38.47	38.82**	40.80	39.25
49	10	33.97***	32.30	32.30	34.49	30.72	33.64
50	8	38.30*	36.69	35.91	35.75**	36.41	38.62
51	12	35.66*	34.27	34.27	35.61**	35.18	34.97
52	11	39.56*	39.42	39.02	37.67**	39.52	40.23
53	7	39.61*	37.86	36.65	36.69**	38.76	40.28
54	11	40.91*	37.84	37.46	39.73**	41.11	38.62
55	10	38.90*	38.38	37.98	37.09**	39.14	39.56
56	6	31.82*	30.02	29.04	29.78**	32.20	32.63
57	7	36.98*	35.05	33.93	32.69**	36.39	37.29
58	7	24.13	25.48*	25.48	29.75**	28.20	28.00

$$\text{EST 1} = f_{\text{ckest}}=[2(f_1+f_2+\dots+f_{m-1})/(m-1)]-f_m$$

$$\text{EST 2} = f_{\text{ckest}} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR12655)}$$

$$\text{EST 3} = f_{\text{ckest}} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR8166/78)}$$

$$\text{EST 4} = f_{\text{ckest}} = 0,85 (f_1+f_2+\dots+f_n)/n$$

$$\text{EST 5} = f_{\text{ckest}} = f_{cm} - 1,65Sd$$

$$\text{EST 6} = f_{\text{ckest}}=f_1$$

Os gráficos das figuras 4.10 e 4.11 mostram uma relação entre os estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78.

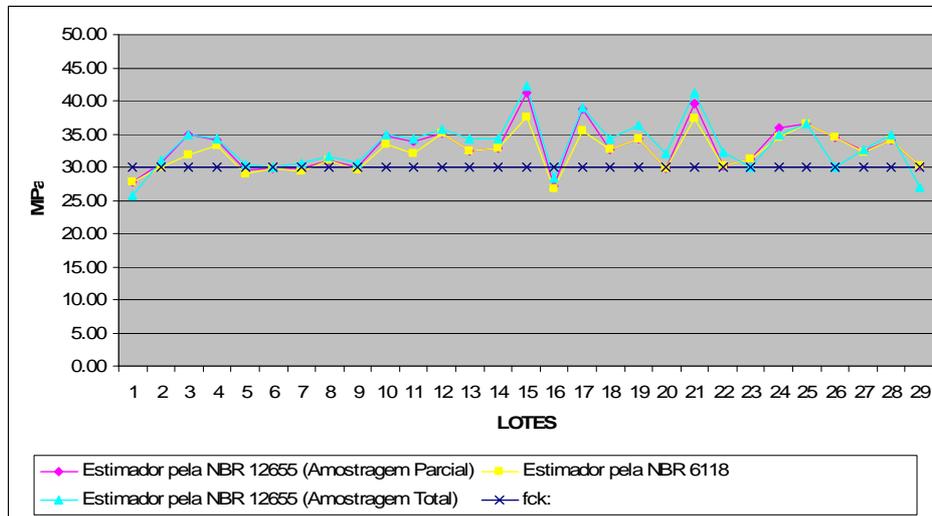


Figura 4. 10 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655/06 e NBR6118/78 da Obra B – lotes 1 a 29.

No lote 1 o $f_{ck,est}$ recomendado pela NBR 12655/06, amostragem total, obteve o menor valor de todos os estimadores.

Do lote 2 ao lote 22, o $f_{ck,est}$ recomendado pela NBR 6118/78 foi o menor que o recomendados pela NBR 12655/06, sendo que a amostragem parcial e amostragem total da referida norma, obtiveram valores próximos em todos os lotes, com exceção nos lotes 1, 3 e 26.

O maior valor de $f_{ck,est}$ foi o do lote 15, recomendado pela NBR 12655/06, amostragem total e o menor valor de $f_{ck,est}$ o lote 16, recomendado pela NBR 6118/78.

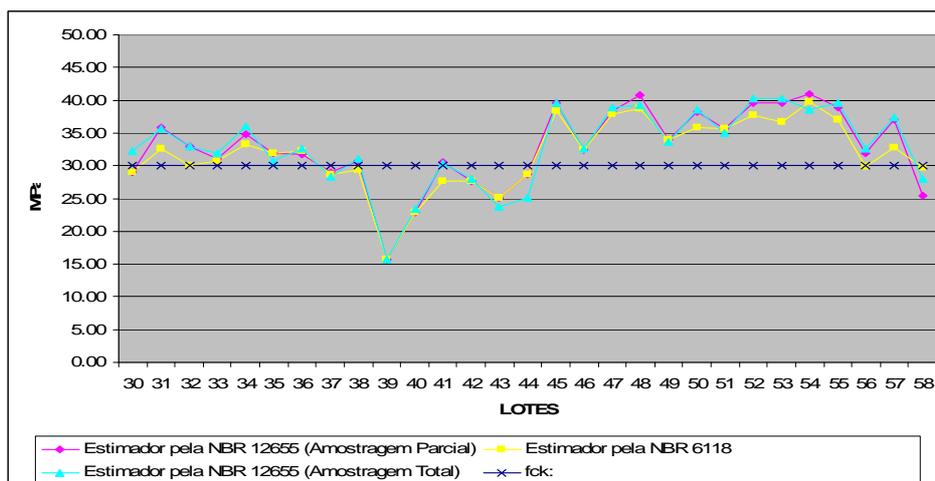


Figura 4. 11 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra B – lotes 30 a 58.

Diferentemente da obra A, o estimador recomendado pela NBR 6118/78 não foi menor que o estimador recomendado pela NBR 12655/06 em todos os lote, porém ainda foi menor na maioria dos lotes.

Os lotes 39 e 40 obtiveram o menor valor de $f_{ck,est}$. Neste lotes todos os estimadores foram próximos.

Do lote 38 ao lote 44 todos os $f_{ck,est}$ recomendados pelas normas foram menor que o f_{ck} .

4.2.4 Carta de valores individuais

As cartas de valores individuais estão apresentadas na figura 4.12, lotes 1 a 10, na figura 4.13, lotes 11 a 20, na figura 4.14, lotes 21 a 30, na figura 4.15, lotes 31 a 40, na figura 4.16, lotes 41 a 50 e na figura 4.17, lotes 51 a 58.

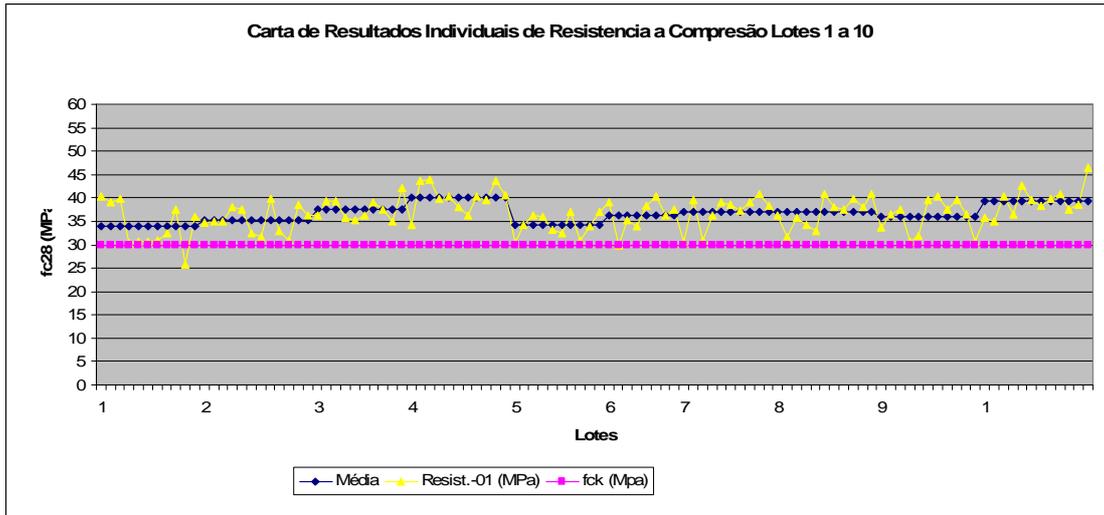


Figura 4. 12 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 1 a 10

Do lote 1 ao lote 10 houve pequena variação entre os valores das médias, porém individualmente em cada lotes há grande distância entre os valores individuais e o valor médio. Todos valores médios estão bastante acima do valor de f_{ck} .

No intervalo do 1 até o lote 4 há tendência crescente entre as médias dos lotes sendo que houve uma queda no valor médio do lote 5 e a partir daí a tendência crescente continua até o lotes 10.

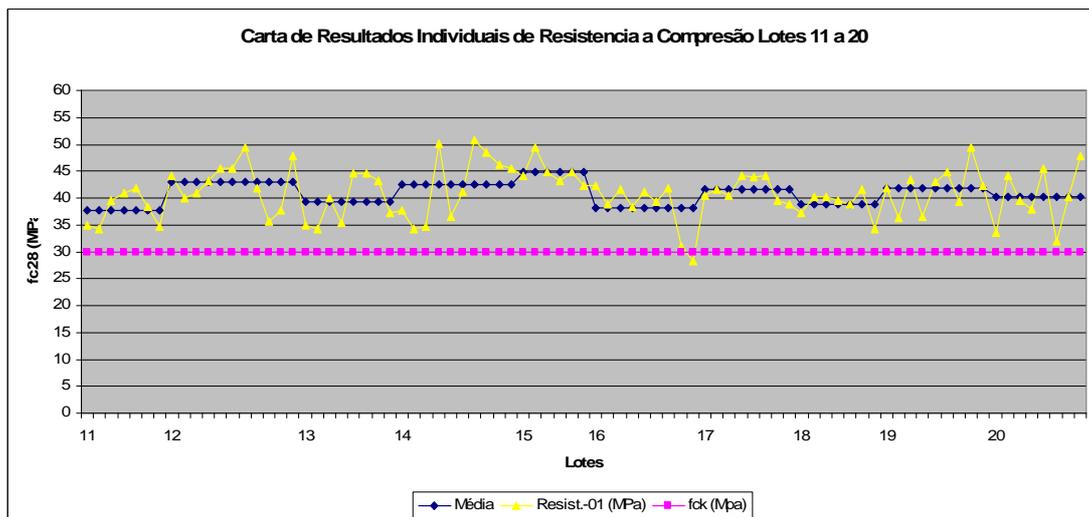


Figura 4. 13 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 11 a 20

Do lote 11 ao lotes 20 continua pequena a variação nas médias dos valores, se intercalando entre valores mais maiores e menores.

Individualmente a dispersão dos resultados de resistência continua elevada, porém estão razoavelmente bem distribuídos, com valores acima e abaixo do valor médio.

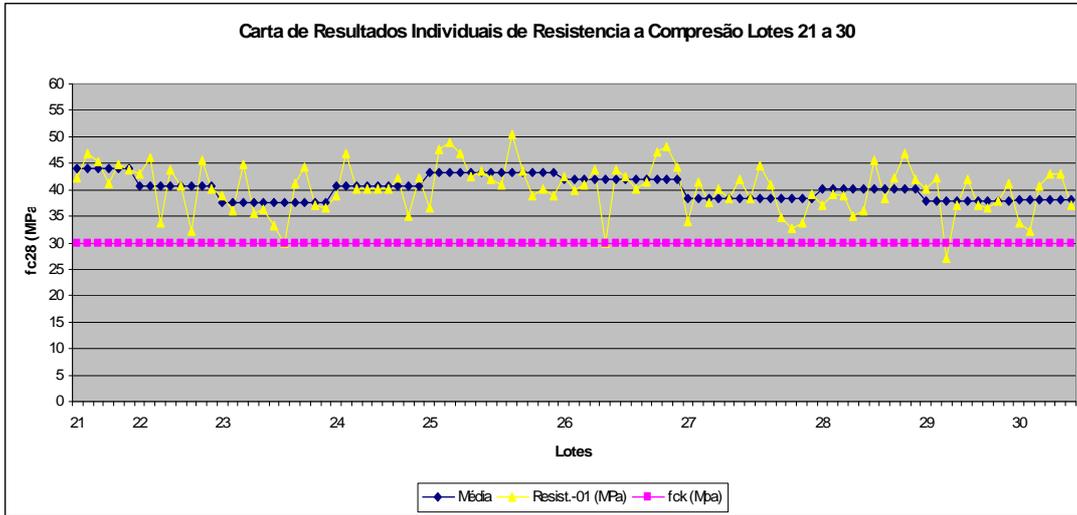


Figura 4. 14 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 21 a 30

A distribuição apresentada entre os lotes 21 e 30 asemelha-se bastante a distribuição dos lotes 11 à 20.

Nos lotes 23, 26 e 29 verifica-se, em cada lote, um valor de resultado de resistência abaixo do f_{ck} .

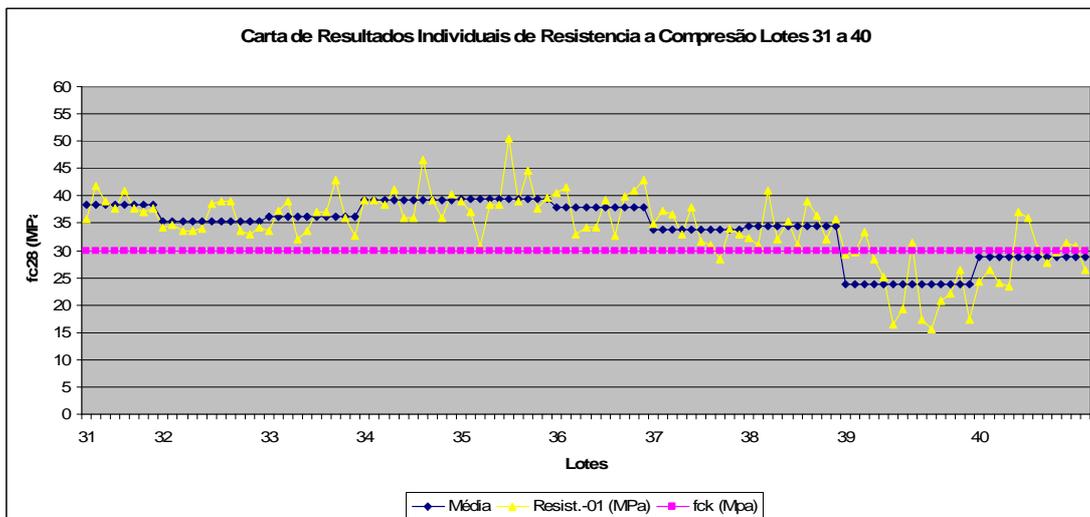


Figura 4. 15 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 31 a 40.

Do lote 31 ao lote 38 continua havendo pequena variação entre os valores das médias, e os valores individuais possuem grande distância entre valor médio.

Na figura 4.15 verifica-se que os lotes 39 e 40, os resultados de rompimentos e as médias estão abaixo do f_{ck} .

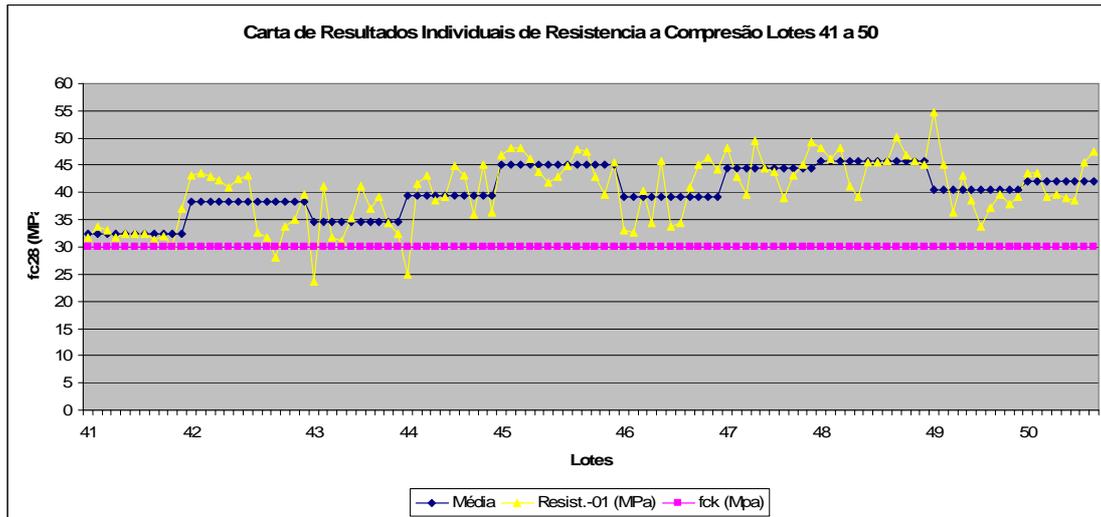


Figura 4. 16 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 41 a 50.

Na figura 4.16 verifica-se os lotes 45, 47 e 48 possuem o maior valor médio entre os lotes.

A grande distância entre os valores de resistência individuais e a média do lote é verificada entre os lotes 42 ao 50, sendo apenas os lotes 41 há pouca variação e média próximo a f_{ck} , sendo este lote rejeitado pela NBR 6118/78 e aceito pela NBR 12655/06 (amostragem parcial e total).

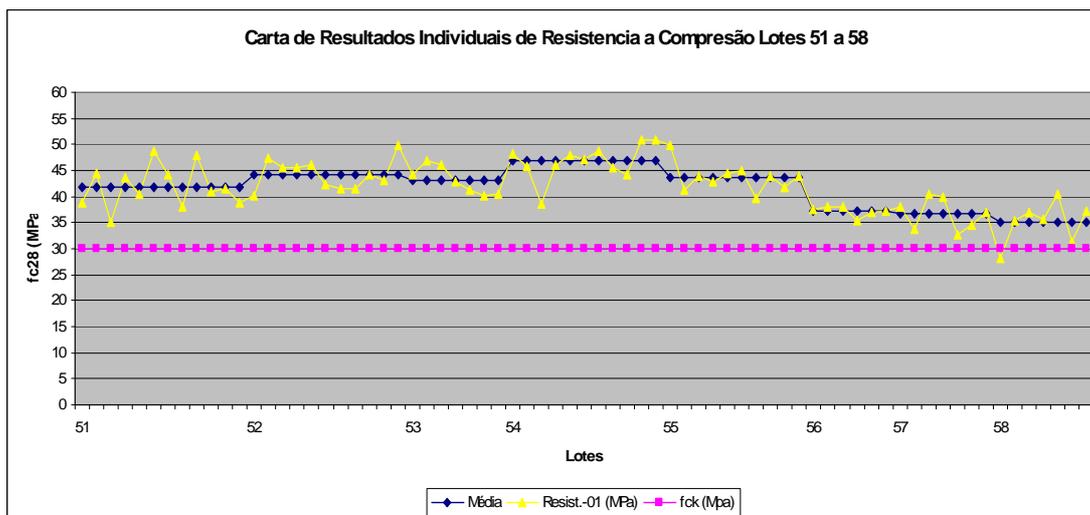


Figura 4. 17 - Carta de resultados individuais da obra B – lotes 51 a 58

Entre o lote 51 ao 54 há razoável constância no valor médio e apartir do lote 55 observa-se a tendência decrescente no valor médio dos lotes.

Nota-se na figura 4.17 que há menor variação na distância dos valores de resistência em relação a média, com exceção dos valores de resistência dos lotes 51 e 58.

4.2.5 Carta de desvio padrão

As figuras 4.18, 4.19 e 4.20 mostram as cartas de desvios – padrão da obra B. Esta carta permite avaliar a dispersão dos resultados encontrados para os lotes analisados.

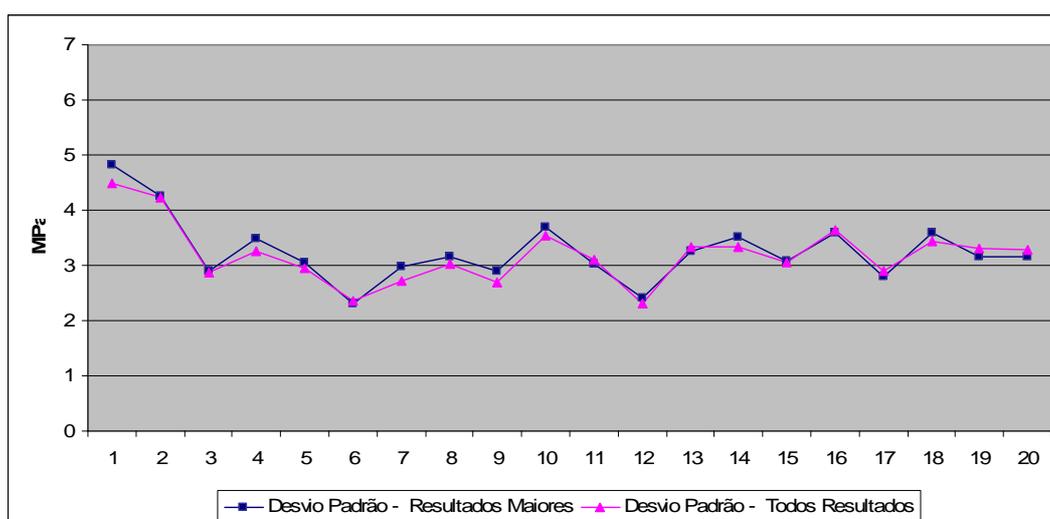


Figura 4. 18 – Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 1 a 20.

Há uma baixa dispersão nos valores de desvio padrão apresentados na figura 4.18 e tendência decrescente entre os lotes 1 ao 6. Apartir do lote 7 verifica-se valores maiores e menores intercalados em cada lote e com pequena variação entre os mesmos.

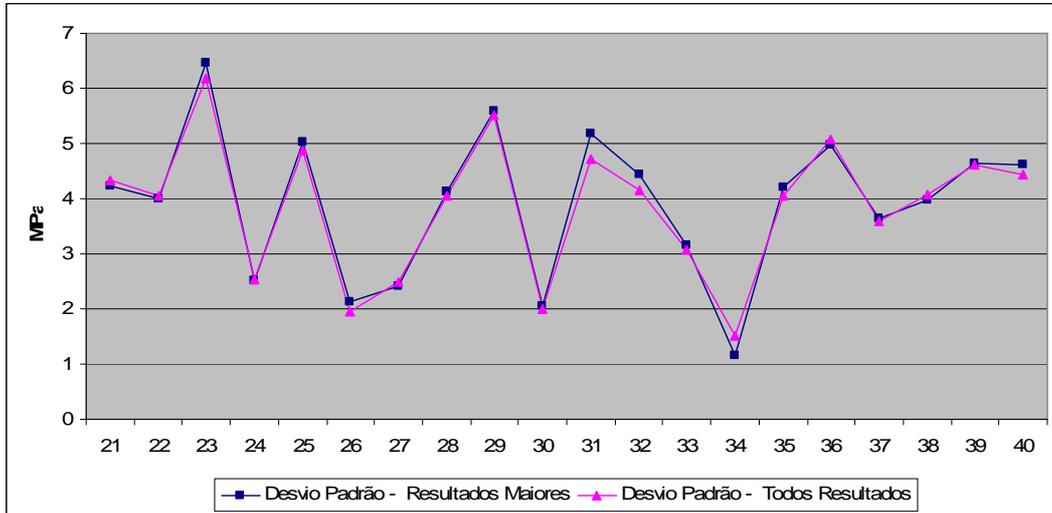


Figura 4. 19 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 21 a 40.

Na figura 4.19 verifica-se que entre os lote 21 ao 40 a dispersão entre os valores de desvio padrão dos mesmo é elevada, tendo a diferença entre o maior e menor desvio de, aproximadamente, 5,5 MPa. Comportamento dos desvios é estranho já que o concreto foi produzido em xentral de concreto, com controle de processo.

O menor desvio padrão foi o do lote 34 e o maior o do lote 23 e os desvios padrão dos lotes usando os dois resultados de resistência dos corpos – de – prova e o resultados do exemplar são de valores próximos, com exceção dos lotes 31 e 32.

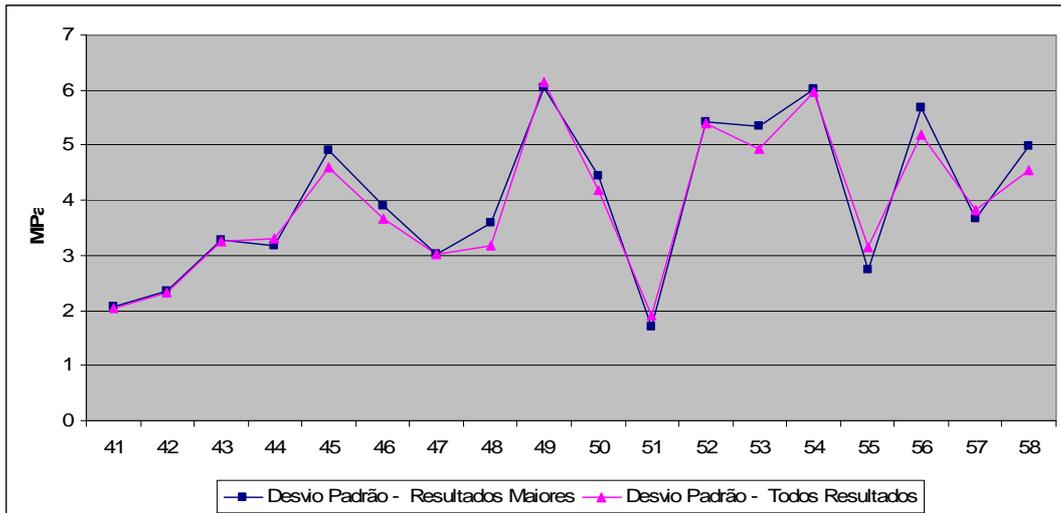


Figura 4. 20 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra B – lotes 41 a 58.

A variação entre os desvios padrão dos lotes continua elevada entre os lotes 41 ao 58, ficando mais acentuada nos desvios padrão entre os lotes 47 ao 58.

Os resultados de desvio padrão utilizando o valor do exemplar e ambos dos valores de resistência dos corpos – de – prova continua com valores próximos, com exceção do desvio do lote 53.

4.2.6 Análise da Obra B.

Segundo os critérios da NBR 12655/06 os lotes rejeitados são 1, 5, 6, 7, 9, 16, 20, 30, 37, 39, 40, 42, 43, 44 e 58 e segundo a NBR 6118/78 foram rejeitados os lotes, além dos lotes acima, 2, 32, 38, 41 e 56.

Os lotes rejeitados apenas pela NBR 6118/78, possuem média aritmética dos valores dos lotes próximas do valor de f_{ck} e desvio padrão relativamente baixo fato que confirma que a NBR 6118/78 penalizava lotes com estas características enquanto que pela NBR 12655 foram aprovados.

O estimador apresentado na equação 2.23 também não foi utilizado para análise nesta obra, pois a quantidade de exemplares nos lotes foi insuficiente para o uso deste, porém de forma contrária a obra A, percebe-se que este estimador foi maior em todos os lotes, sendo menor nos lotes de maior desvio padrão.

Na obra B também ficou claro que o controle da NBR6118/78 demonstrou critérios mais rígidos, pois verifica-se na figura 4.10 que os estimadores obtidos através da NBR 6118/78 estão abaixo dos demais, verifica-se também que existe uma semelhança entre os controle de amostragem parcial e total da NBR 12655/06.

Observou-se que todos os lotes, com exceção dos lotes 16, 18, 19, 21, 22, 27, 38 e 51, possuem dois ou mais valores consecutivos abaixo ou acima do valor médio. Isto pode estar indicando mudança de processo de produção.

Os lotes 7, 9 e 16 possuem seis resultados consecutivos abaixo ou acima da linha do valor médio. Isto indica probabilidade de mudança no processo de produção, sendo que estes lotes foram rejeitados tanto na NBR 6118/78 quanto na NBR12655.

Os valores de resistência da obra B possuem grande dispersão, pois os valores estão bastante distantes da linha dos valores médios.

Há variação nas médias aritméticas dos valores de resultados dos lotes, fato este que indica possível variação no processo de produção. Porém, esta variação das médias ocorre de forma discreta e não muito acentuada. Essa variação não muito acentuada pode estar explicando a normalidade dos dados.

Verifica-se que os lotes 39 e 40 estão abaixo da linha de resistência característica de projeto, o que demonstra uma mudança no processo de produção.

A grande maioria dos resultados, excluindo-se os dos lotes 39 e 40, está acima da resistência característica, pois lotes 39 e 40, que estão abaixo da linha da resistência característica, tiveram seus desvios – padrão de coeficiente de ensaio classificados como deficientes.

39 dos 58 lotes da obra B possuem valores de desvio padrão fora dos limites superior e inferior estabelecidos.

Dentre os lotes que ultrapassaram a barreira de operações de ensaio razoável, apenas os lotes 39 e 40 foram rejeitados pelos estimadores de resistência das normas. No entanto, este fato não influenciou na rejeição ou aceitação dos lotes, já que para análise de aceitação foram utilizados apenas o valor maior dos corpos – de – prova.

Analisando a obra B de modo geral a obra obteve-se dados compatíveis à dados de tendência normal embora tenha ocorrido as variações já descritas.

4.3 OBRA C

4.3.1 f_{ck} amostral e teste de normalidade

Os dados da obra B obteve um média de 44,50 MPa, desvio padrão de 4,68 MPa e um f_{ck} amostral de 36,80 MPa, superior a resistência característica de 35 MPa.

A figura 4.21 apresenta a curva frequência de normalidade para os dados coletados e o gráfico de distribuição de intervalos de frequência.

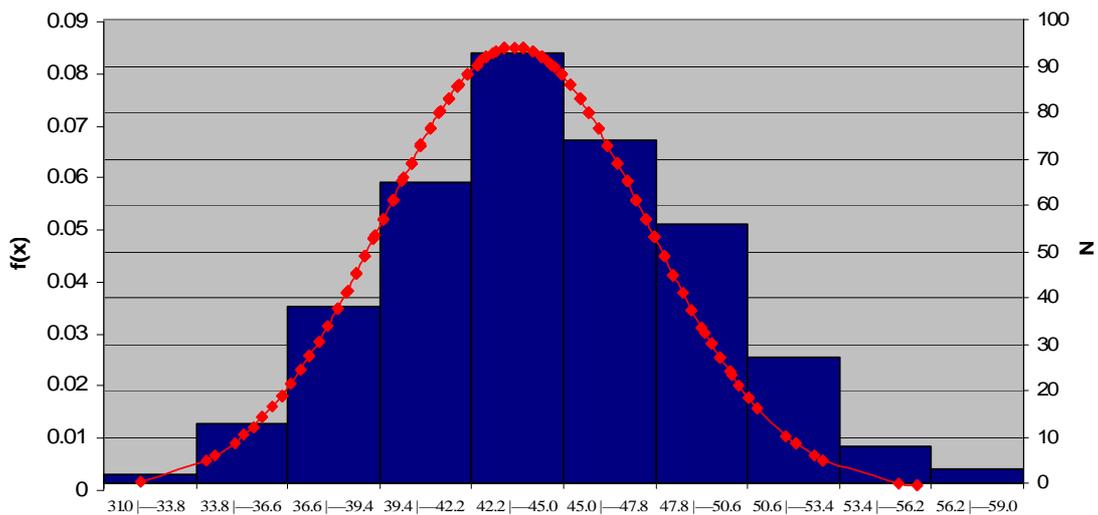


Figura 4. 21 – Histograma das resistências à compressão do concreto da obra C e curva de distribuição normal ajustada.

O teste de χ^2 dos dados esta apresentado na tabela 4.6 e demonstra que os dados estudados foram rejeitados na hipótese de adequação à curva normal.

Tabela 4. 6 – Teste do χ^2 para os dados de resistência da obra C.

CLASSES	LIMITES DAS CLASSES	VALORES DE Z PARA OS LIMITES	PROBABILIDADE DAS CLASSES	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	FREQUÊNCIAS ESPERADAS	FREQUÊNCIAS OBSERVADAS	(Foi - Fei)/Fei
31.0 — 33.8	31	-2.89	0.0091	3.45	2	16.52	15	0.14
33.8 — 36.6	33.8	-2.29	0.0345	13.08	13	34.19	38	0.43
36.6 — 39.4	36.6	-1.69	0.0902	34.19	38	65.49	65	0.00
39.4 — 42.2	39.4	-1.10	0.1728	65.49	65	57.49	93	21.93
42.2 — 45.0	42.2	-0.50	0.1517	57.49	93	82.70	74	0.91
45.0 — 47.8	45	0.10	0.2182	82.70	74	54.39	56	0.05
47.8 — 50.6	47.8	0.70	0.1435	54.39	56	26.19	27	0.03
50.6 — 53.4	50.6	1.29	0.0691	26.19	27	10.76	11	0.01
53.4 — 56.2	53.4	1.89	0.023	8.72	8			
56.2 — 59.0	56.2	2.49	0.0054	2.05	3			
	59	3.08						

MÉDIA	44.54
DESVIO	4.69
N=	379

Soma=	23.49
-------	-------

X ² (ob)=	23.49
----------------------	-------

X ² (esp)=	16.9
-----------------------	------

Devido a não normalidade dos dados de resistência de rompimento, o f_{ck} amostral da obra, apesar de esta acima da resistência característica de projeto de 35MPa, não pode ser considerado, pois a definição de resistência característica considera que a distribuição das resistências de rompimento sejam normal.

4.3.2 Eficiência das operações de ensaio

Para obra C, verificamos que 94,87% dos valores de coeficiente de variação de ensaio estão avaliados entre excelente e bom, sendo apenas os lotes 34 e 39 classificados como razoáveis.

A figura 4.22 mostra a carta de desvio padrão de procedimentos de ensaios.

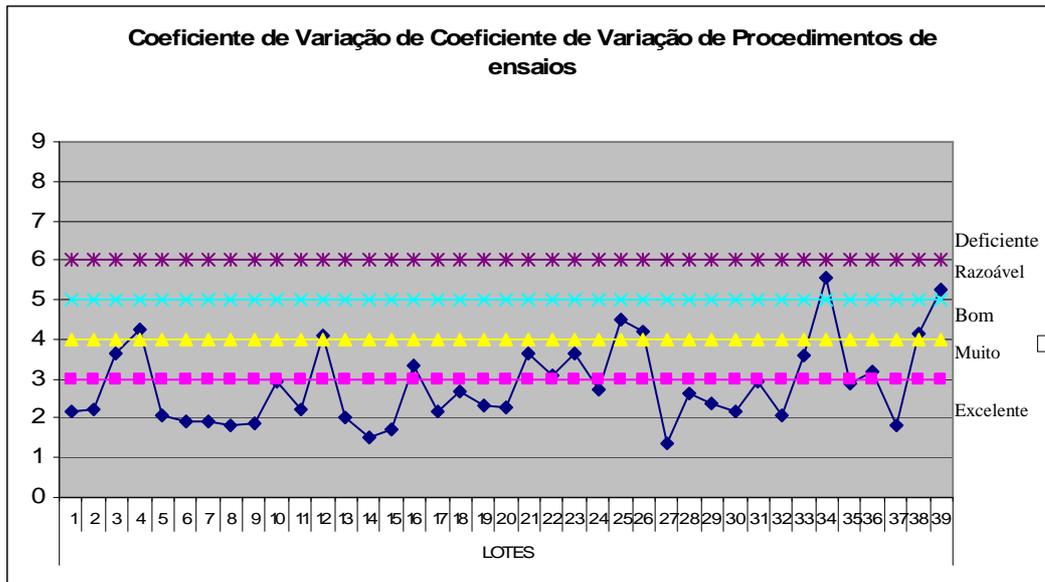


Figura 4. 22 - Carta de desvio – padrão de procedimentos de ensaios da obra C.

Verifica-se que há baixa variabilidade dos desvios padrão de operação de ensaios entre os lote 1 até o lote 32 e um aumento no lote 34 e 39.

82,05% dos lotes possuem desvios padrão de operações de ensaio classificados como muito bom ou excelente.

4.3.3 Estimadores de resistência

A mesma análise realizada nas obras A e B foi feita para obra C e os estimadores obtidos para os resultados de resistência da obra A estão apresentados na tabela 4.7, seguindo a seguinte nomenclatura.

* = Estimador recomendado pela NBR 12655/06 amostragem parcial

** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78

*** = Estimador recomendado pela NBR 6118/78 e 12655/06

Tabela 4. 7 - Tabela resumo dos estimadores da obra C.

LOTE	Número de exemplares	EST 1	EST 2	EST 3	EST 4	EST 5	EST 6
1	11	40.55*	40.48	39.66	37.49**	40.42	40.89
2	11	38.79	39.23*	38.45	35.55**	38.75	39.23
3	12	36.45*	35.57	35.57	35.33**	33.37	36.30
4	10	32.53	34.52*	34.52**	35.96	34.58	35.96
5	10	36.63	37.78*	37.39	36.96**	37.42	38.95
6	9	39.45*	38.62	38.02	37.95**	40.38	40.23
7	11	40.39*	39.66	39.66	39.06**	39.05	40.89
8	8	36.94***	35.43	34.68	37.44	38.06	37.29
9	13	42.81*	42.66	42.45	42.10**	43.46	42.88
10	9	39.01*	37.08	37.08	37.49**	37.30	39.23
11	9	39.61*	38.30	37.70	36.67**	37.15	39.90
12	11	42.05*	41.70	41.27	41.72**	43.76	42.55
13	10	43.21*	41.91	41.48	39.63**	41.78	43.21
14	8	46.74*	45.14	44.19	43.56**	47.20	47.52
15	12	44.12*	43.11	42.67	40.11**	44.17	43.54
16	10	48.18*	47.06	46.57	42.70**	47.64	48.51
17	9	34.43**	34.84*	34.30	35.23	36.20	36.30
18	9	38.34*	38.30	37.70	37.04**	39.58	39.90
19	10	37.27	37.45*	37.07	35.77**	38.27	38.62
20	11	37.29*	36.54	36.17	37.17**	38.57	37.29
21	13	35.96	38.94*	38.56	36.86**	38.63	38.95
22	13	41.22	41.34*	40.72	38.57**	40.54	41.55
23	9	39.04*	37.78	36.81	35.26**	37.36	38.95
24	9	33.47	33.75*	34.29**	34.87	33.45	36.30
25	7	44.20*	43.42	42.04	42.88**	44.60	46.19
26	8	48.40*	46.04	46.04	45.85**	47.14	49.51
27	8	44.20*	41.99	41.11	41.02**	44.66	44.21
28	7	45.19*	43.88	42.04	41.15**	46.33	46.19
29	12	40.11*	36.26	35.89	39.31**	40.39	36.63
30	10	37.10	37.39*	37.39**	40.25	39.29	38.95
31	7	32.32	35.67*	34.53**	37.42	37.72	37.95
32	10	39.39*	36.61	38.62	37.03**	39.70	40.23
33	8	30.98***	29.75	29.13	31.75	32.29	31.32
34	6	31.65*	30.95	29.94	31.50**	33.37	33.64
35	7	38.30*	37.00	35.44	33.52**	36.08	38.95
36	7	36.62***	36.61	35.44	36.98	37.57	38.95
37	7	34.63*	32.87	31.82	32.88**	32.73	34.97
38	11	35.11*	33.28	32.94	34.89**	36.25	33.96
39	7	38.58*	38.23	36.62	36.37**	39.57	40.24

$$\text{EST 1} = f_{\text{ckest}} = [2(f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}) / (m-1)] - f_m$$

$$\text{EST 2} = f_{\text{ckest}} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR12655)}$$

$$\text{EST 3} = f_{\text{ckest}} = \psi_6 f_1 \text{ (NBR8166/78)}$$

$$\text{EST 4} = f_{\text{ckest}} = 0,85 (f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n$$

$$EST 5 = f_{ckest} = f_{cm} - 1,65Sd$$

$$EST 6 = f_{ckest} = f_1$$

As figuras 4.23 e 4.24 mostram uma relação entre os estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR 6118/78.

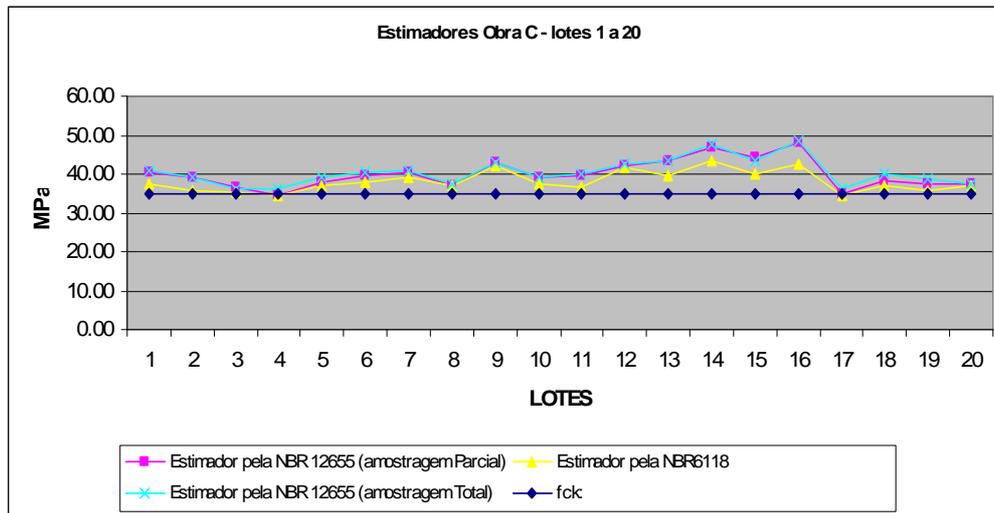


Figura 4. 23 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra C – lotes 1 a 20.

Igualmente a obra A, do lote 1 até o lote 20, o $f_{ck.est}$ recomendado pela NBR 6118/78 foi menor que o $f_{ck.est}$ recomendado pela NBR 12655/06.

Apenas os lotes 4 e 17 foram abaixo do valor f_{ck} e o $f_{ck.est}$ recomendado pela NBR 12655/06, amostragem parcial e amostragem total foram de valores próximos.

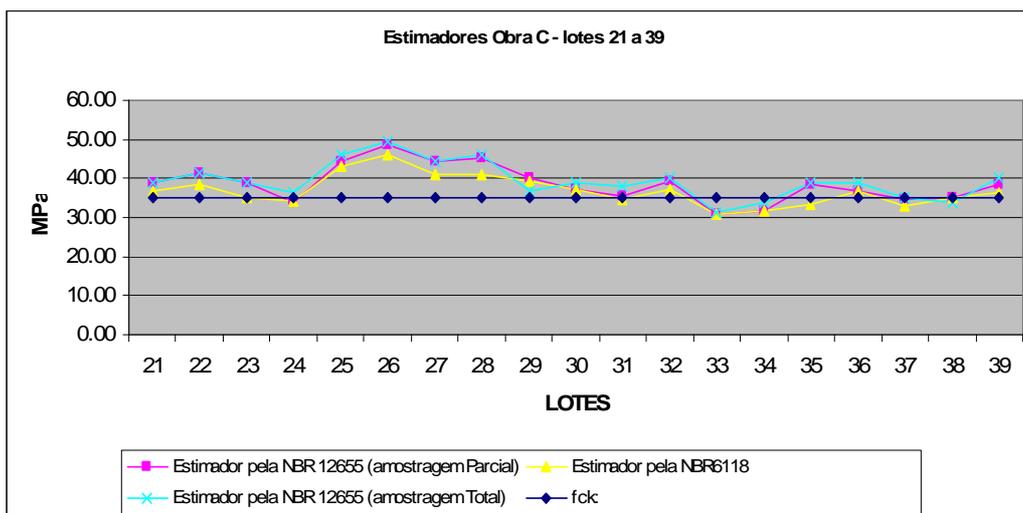


Figura 4. 24 - Comparação entre estimadores recomendados pelas NBR 12655 e NBR6118/78 da Obra C – lotes 21 a 39.

Na figura 4.24, em todos os lotes, o $f_{ck.est}$ recomendado pela NBR 6118/78 é menor que o $f_{ck.est}$ recomendado pela 12655/06, com exceção dos lotes 29 e 38.

Entre os lotes 25 e 28 os valores de $f_{ck.est}$ possuem valores elevados, por volta 40 MPa a 50 MPa.

4.3.4 Carta de valores individuais

As cartas de valores individuais da obra C estão apresentadas na figura 4.25, lotes 1 a 10, na figura 4.26, lotes 11 a 20, na figura 4.27, lotes 21 a 30, na figura 4.28 e lotes 31 a 40.

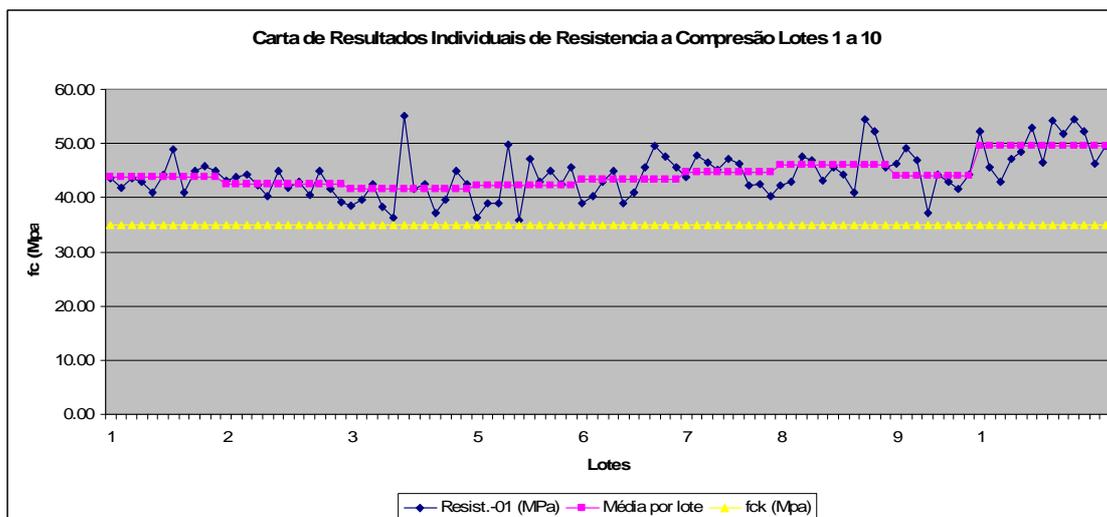


Figura 4. 25 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 1 a 10

Na figura 4.25 verifica-se uma certa igualdade nos valores de resistência nos lotes 1 e 2, sendo que no lote 3 um valor de resistência obteve um pico de 55 MPa.

As médias de valores de resistência nos lotes 1 ao 9, são próximas havendo um aumento no lote 10.

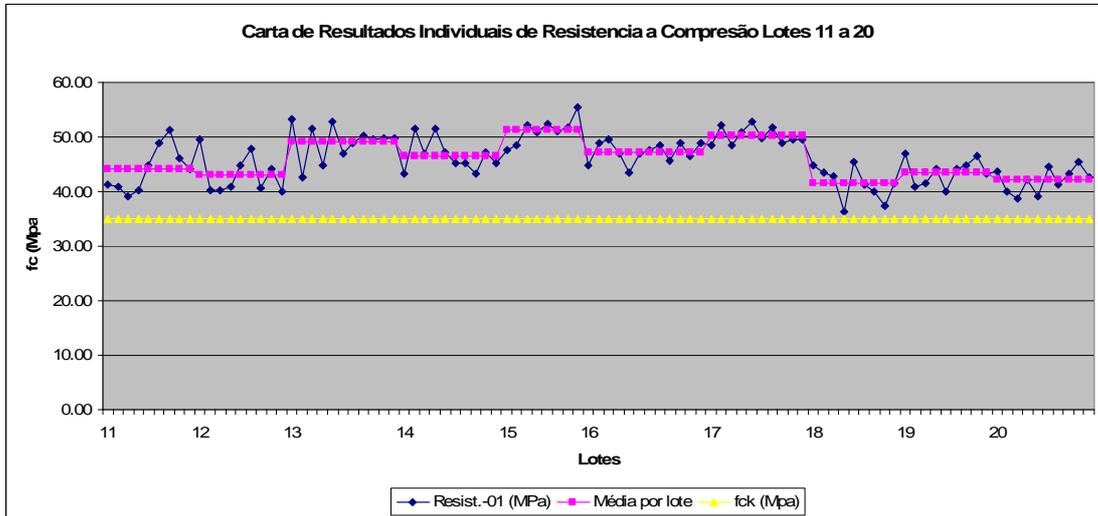


Figura 4. 26 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 11 a 20.

Na figura 4.26 houve uma variação nas médias do lote 11 ao 20 sendo crescente do lote 11 ao lote 17 com uma queda, no valor da média, no lote 18.

No lote 15 percebe-se tendência crescente nos resultados de resistência.

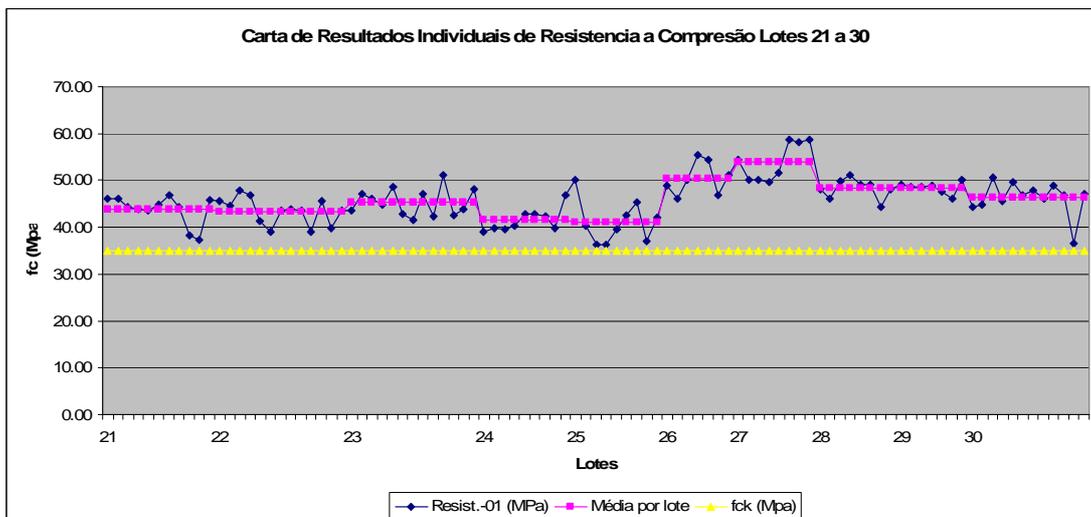


Figura 4. 27 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 21 a 30.

Nota-se razoável igualdade nas médias dos valores de resistência do lote 21 ao lote 25. Havendo um aumento no valor da média a partir do lote 26 e 27.

No lote 24 observou-se que os valores de resultados de resistência possuem uma certa homogeneidade com exceção de dois valores que obtiveram valor maior. Assim como no lote 30 apenas um valor de resultado de resistência obteve valor bastante menor que os demais.

Do lote 1 ao lote 32 da obra C, nenhum valor dos resultados de resistência ficou abaixo do valor de $f_{ck,est}$.

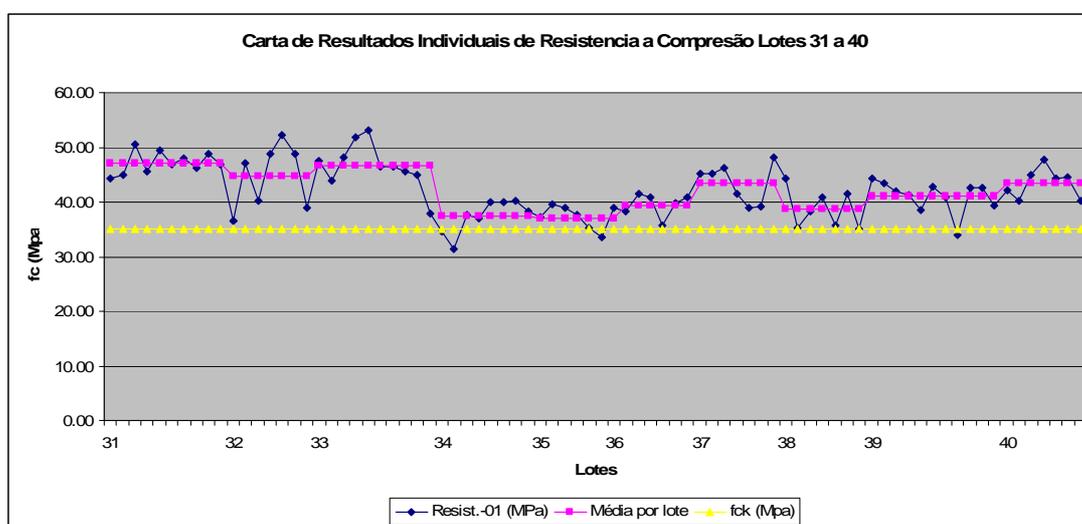


Figura 4. 28 - Carta de resultados individuais da obra C – lotes 31 a 40.

Entre o lote 31 e o lote 40 houve grande variação entre as médias.

Do lote 34 ao lote 40 verifica-se três valores de resistência abaixo do valor de f_{ck} . A média dos valores de resistência do lote 34, 35 e 36 esta muito próximo do valor de f_{ck} , sendo que o lote 35 foi reprovado pelos critérios de aceitação da NBR 6118/78 e aceito pela NBR 12655/06.

4.3.5 Carta de desvio padrão

Os gráfico das figuras 4.28 e 4.29 mostram as cartas de desvios – padrão da obra C. Esta carta permite avaliar a dispersão dos resultados encontrados para os lotes analisados.

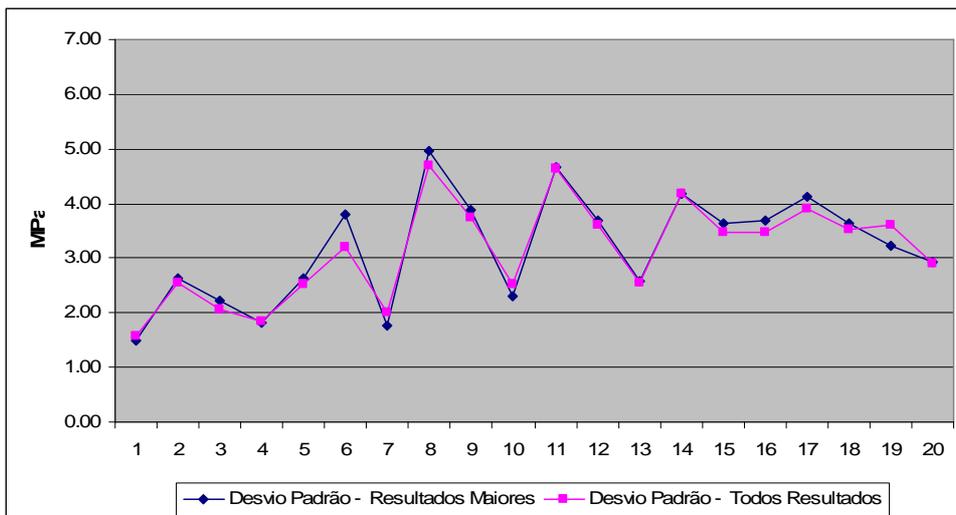


Figura 4. 29 – Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra C – lotes 1 a 20.

Entre o lote 1 ao lote 14 há grande variação entre os valores de desvio padrão, sendo mais evidente nos lotes 7, 8, 9, 10 e 11. Apartir do lote 15 até o lote 20 há certa igualdade nos valores de desvios padrão.

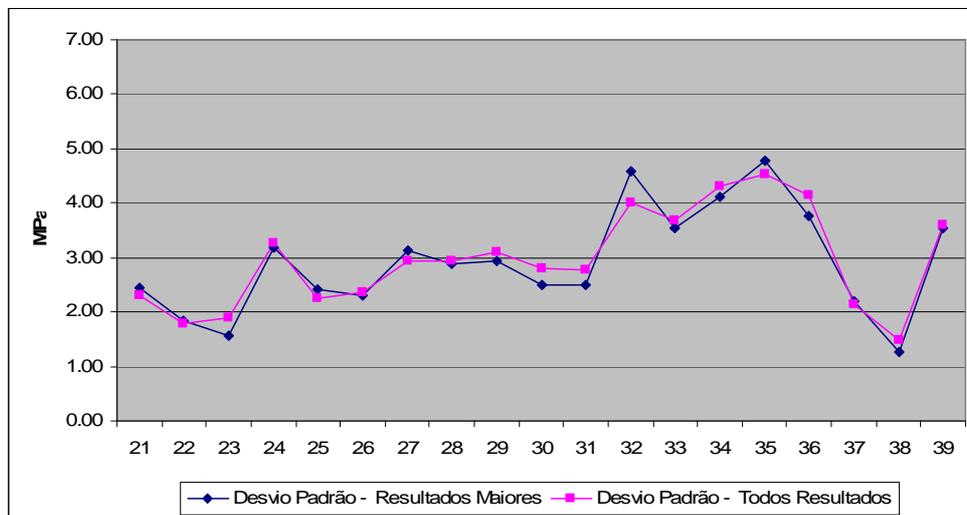


Figura 4. 30 - Carta de controle de qualidade de produção de concreto com base no desvio – padrão do processo de produção para os lotes da obra C – lotes 21 a 39.

Há grande variação entre os desvios padrão dos lotes da obra com aproximadamente 3.5 MPa de diferença entre o maior e o menor desvio.

Entre o lote 25 até o lote 31 há razoável homogeneidade nos valores de desvio padrão, sendo que o lote 38 é o de menor desvio padrão. Observa-se que nesta obra os desvios foram menores que 5%.

4.3.6 Análise da Obra C.

O f_{ck} amostral é abaixo da resistência característica de projeto, porém, os dados não podem ser considerados de tendência normal.

Segundo a NBR12655/06 os lotes reprovados são os 4, 17, 24, 33, 34 e 37 e segundo a NBR6118/78, além dos reprovados pela NBR 12655/06 foram reprovados os lotes 31, 35 e 38.

É possível observar que os valores com média próxima da resistência característica e com desvios baixos, como o lote 38, foram rejeitados pela NBR 6118/78 e aceitos pela NBR 12655/06.

Analisando ainda a carta de valores individuais percebe-se que as médias dos lotes são bastante superiores a resistência característica, ou seja, a NBR 6118/78 rejeitou um lote de baixo desvio e com nenhum valor abaixo da resistência especificada.

Dentre os lotes que ultrapassaram a barreira de operações de ensaio razoável, apenas o lote 34 foi rejeitado pelos estimadores de resistência das normas. Porém, este fato não influenciou na rejeição ou aceitação dos lotes, pois para análise de aceitação foram utilizados apenas o valor maior dos corpos – de –prova.

Na grande maioria dos lotes, o estimador de menor valor foi recomendado pela NBR 6118/78 mostrando a rigidez do método que era utilizado por esta norma.

4.4 ANÁLISE DOS ESTIMADORES

A obtenção dos estimadores se dá através de critérios estáticos e probabilísticos sendo assim sempre haverá probabilidade de se aceitar um concreto ruim e rejeitar um

concreto bom e pode-se analisar, através dos dados obtidos, que os estimadores podem apresentar certas imprecisões de acordo com a classificação dos dados obtidos.

A tabela 4.8 faz apresentação dos estimadores utilizados neste trabalho.

Tabela 4. 8 – Estimadores utilizados.

CLASSIFICAÇÃO	EST 1	EST 2	EST 3	EST 4	EST 5
ESTIMADOR	$f_{ckest} = [2(f_1+f_2+\dots+f_{m-1})/(m-1)]-f_m$	$f_{ckest} = \Psi 6$ f1	$f_{ckest} = 0,85$ $(f_1+f_2+\dots+f_n)/n$	$f_{ckest} = f_{cm} - 1,65S_d$	$f_{ckest} = f_i$

O estimador 1 é do tipo de tendência central é bastante eficaz para lotes de distribuição normal. Para obra A este estimador foi o mais utilizado segundo critérios da NBR 12655, devido ao baixo desvio – padrão da obra.

Este estimador é bastante preciso quando os resultados estão centralizados e concentrados próximos, do f_{ck} , acima ou abaixo da linha numa distribuição uniforme fato que pode ser verificado através da carta de valores individuais. Esta situação foi observada na obra A e devido a isso o estimador mais utilizado nesta obra foi este, isto para critérios de NBR 12655/06. É importante citar-se que a NBR 6118/78 e a NBR 12655/06 não fazem distinção se os resultados estão centralizados ou não, o que é importante para a análise e critério para escolha do estimador adequado.

Nos lotes 1, 2, 7, 11 e 12 da Obra A, nos quais não foram utilizados o estimador 1, verifica-se na carta de valores individuais que a maioria dos resultados de resistência dos lotes estão abaixo do valor do médio, ou seja não possui uma distribuição uniforme para cima e para baixo da média, por isso o uso do estimador 2.

Nos lotes 2, 7, 8, 9, 14, 16, 27, 33, 34, 36, 39, 40, 42 e 58 da obra B observamos a mesma característica, os resultados possuem concentração não homogênea abaixo da média e sim possuem concentração de resultados tendenciando para cima ou tendenciando para baixo, por isso o uso do estimador 2.

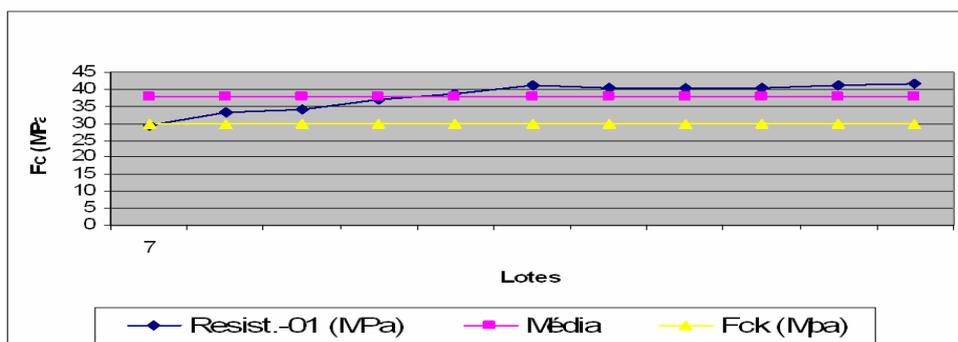


Figura 4. 31 – Carta de valores individuais do lote 7 da Obra A.

Nos lotes 2, 4, 5, 17, 19, 21, 22, 24, 30 e 31 da obra C verifica-se a mesma tendência dos resultados de rompimento para valor menor ao do f_{ck} .

O estimador 2 é utilizado para os lotes que a distribuição dos resultados de rompimento tendem o valor do f_{ck} inferiores ao valor e médio.

O estimador 3 era utilizado quando nos resultados de rompimento não existia a uniformidade na distribuição dos dados para cima e para baixo do valor do f_{ck} , porém verificou-se que este estimador penalizava lotes de resultados que não possuem tendência central ao valor de f_{ck} porém com desvio padrão baixos e médias aritméticas próxima do f_{ck} , conforme os lotes 11, 13, 17 e 21 da obra A, lotes 2, 38 e 41 da obra B, lote 35 da obra C.

O estimador 4 é mais correto a se usar para obtenção de um valor mais próximo do real valor da resistência característica, pois esta trata-se da regressão da formula de f_{ck} . Entretanto para sua utilização, seria ideal se os dados fossem de distribuição normal e que possuíssem o número mínimo de 20 exemplares. Quando os dados não são normais, por definição, não seria precisa a aplicação do mesmo.

Este estimador se mostrou ideal para os lotes de concreto da obra A e C os quais possuíam desvios padrão baixo, exceto para os lotes 32 e 35 da obra C.

Já para obras como a obra B, que possuem grandes desvios – padrão, o estimador 4 se torna o menos eficiente, pela grande variação dos resultados e conseqüentemente do desvio padrão.

5 CONCLUSÃO

Analisando os resultados do estudo apresentado pode-se concluir o seguinte.

O f_{ck} amostral de uma obra poderá ser diferente e até mesmo inferior, ao f_{ck} da mesma devido a vários fatores como a não normalidade dos dados de resistência a compressão. Esta não normalidade se dá por conta da produção não ser estacionária decorrente das possíveis variações de matéria prima e procedimentos de produção;

Isto nos remete a um alerta referente a definição de segurança de uma estrutura de concreto, visto que a produção do material concreto necessita ser estacionária, devido à definição de f_{ck} e para isso necessita ser feita uma maior cobrança no controle de produção do concreto para que a produção seja de forma estacionária e sem grande variações na produção;

Verifica-se que a produção do concreto das obras não ocorreu de forma estacionária, possivelmente devido à ausência de processos de produção estacionários, o que confirma a necessidade de uma maior cobrança nos processos de produção, através da aferição dos equipamentos, etc.;

Verifica-se que uma análise individual do exemplar ou de um lote faz com que se perca bastante a visão do todo como processo, fato necessário para o entendimento e análise de critérios de aceitação do mesmo;

As operações de ensaios devem ser controladas devido o ensaio ser uma etapa importante e influente no processo. Os critérios de avaliação estabelecidos pela NBR 5739/2007, são recomendados para esta análise, porém verifica-se que é importante que os resultados dos desvios padrão das operações de ensaio sejam homogêneos para que se possa estabelecer a confiabilidade no processo de ensaio.

A obtenção dos estimadores se dá através de critérios estatísticos e probabilísticos sendo assim sempre haverá probabilidade de se aceitar um concreto ruim e rejeitar um concreto bom. Porém, por critério estatístico, para se diminuir os erros deve-se aumentar a amostra;

Os estimadores apresentaram valores próximos entre si, com exceção do estimador $0,85 (f_1+f_2+\dots+f_n)/n$, que se mostrou o mais conservador dentre eles e penalizava os lotes de concreto com média próxima ao f_{ck} e de desvio padrão baixo;

Os estimadores de amostragem parcial e total recomendados pela NBR 12655/06 os valores foram próximos e equivalentes;

As alterações feitas nos critérios de aceitação da NBR6118/78 para a NBR 12655/06 foram ideais para não penalizar os concreto feito com baixas variações e controle de produção mais rigoroso;

Quanto maior a quantidade de exemplares dos lotes, mais preciso será o tratamento de obtenção das resistências estimada, pois a resistência baseia-se em conceitos estatísticos, e para se aumentar o numero de exemplares faz-se necessário o aumento do volume do concreto por lote, para que haja um maior controle.

De uma forma geral, o estudo mostra a possibilidade de se controlar a qualidade do concreto de uma obra, através de análises estatísticas simples, permitindo com o mapeamento da aplicação dos lotes e localizar facilmente o concreto com problemas, para que sejam tomadas as providências para as correções e intervenções necessárias ao bom desempenho das estruturas de concreto.

6 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Para estudos futuros relacionados ao presente trabalho são sugeridos os seguintes estudos:

a) O uso de uma maior número de obras e amostras para estudo e identificação das fontes de variação dos resultados;

b) A utilização de critérios das normas internacionais em comparação com a norma brasileira, em particular o uso de médias móveis;

c) Estudo de critérios que envolvam avariabilidade dos lotes e das operações de ensaio na avaliação da resistência “in loco” do concreto (extração e rompimento de testemunhos).

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN CONCRET INSTITUTE (2005) - **Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary**. ACI 318, Committee 318.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (1998) – **Standard practice for capping cylindrical concrete specimens**. ASTM C 617, Committee C09 on Concrete and concrete Aggregates.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2003) **Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. NBR 5738, Rio de Janeiro.

_____ (1960) **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado**: NB-1. Rio de Janeiro: ABNT.

_____ (1978) **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado**: NBR-6118, Rio de Janeiro: ABNT.

_____ (1994) **Concreto – Amostragem de Concreto fresco** NBR NM – 33. Rio de Janeiro: ABNT.

_____ (1998) **Concreto – Determinação da Consistência pelo abatimento do tronco de cone**. NBR NM –67. Rio de Janeiro: ABNT.

_____ (1998) **Concreto – Determinação da Consistência pelo espalhamento na mesa de Graff** NBR NM –68. Rio de Janeiro: ABNT.

_____ (2006). **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento**. NBR – 12655. Rio de Janeiro: ABNT, 18p.

(2007) **Concreto – Ensaio de Compressão de Copos – de – prova Cilíndricos**: NBR 5739. Rio de Janeiro: ABNT.

BAUER, E. et. al. (2007). **Discussão da Variabilidade do Concreto e dos Estimadores da Resistência Característica – Estudo de Caso**. 49º Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Bento Gonçalves.

BEZERRA, A. C. da S. (2007). **Influencia das Variáveis de Ensaio nos Resultados de Resistência a Compressão de Concretos: Uma Análise Experimental e Computacional**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, MG128p

BUCHER, H. R. E. e RODRIGUES FILHO, H. C., (1983). **Argamassas de enxofre para capeamento de corpos - de – prova, Seminário sobre controle de resistência do concreto**, IBRACON, São Paulo.

CLÍMACO, J. C. T. de S. (2005). **Estruturas de Concreto Armado: Fundamentos de Projetos, Dimensionamento e Verificação**, Editora Universidade de Brasília, FINATEC, 410p.

COUTINHO, A. S. , GONÇALVES,A., (1994). **Fabrico e Propriedades do Betão**, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Vol. III, Lisboa, 1994.

DOWNING, D., CLARK, J., FARIAS, A.A. (1999) **Estatística aplicada**. Ed. Saraiva, São Paulo.

ESPÓSITO, T. J. (2000). **Metodologia Probabilística e Observacional Aplicada a Barragens de Rejeito Construídas por Aterro Hidráulico**. Tese de Doutorado, publicação, G.TD-004A/00, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 363p.

FONSECA, J. S. da.(1982) **Curso de estatística**, 3º Ed, Editora Atrás, São Paulo.

- FUSCO, P, B. (2008), **Tecnologia do Concreto Estrutural: Tópicos Aplicados**, Editora PINE, São Paulo, Brasil, 179p.
- HELENE, P. TERZIAN, P. (1993). **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. Editora PINI, São Paulo, Brasil, 349 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE CONCRETO (2005). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. IBRACON 2v, São Paulo, 792p.
- KHAZANIE, R. (1983). **Elementary statistics : In a world of applications**. Scott, Foresman and Company, USA 562p.
- KUME, H. (1993) **Métodos Matemáticos para melhoria da qualidade**. Editora Gente, São Paulo, Brasil 248p.
- LIMA, F. B. e BARBOSA, A. H. (2002) **Influência do tamanho e do tipo do corpo-de-prova na resistência à compressão do concreto**. In: 44 Congresso Brasileiro do Concreto, Belo Horizonte. 44° Congresso Brasileiro do Concreto. Belo Horizonte : Instituto Brasileiro do Concreto. v. 01. p. 01-13
- MACGREGOR, J.G. (1997) **Reinforced concrete, mechanics and design**. New Jersey: Prentice Hall, 939p.
- MARCO, F.; et al. (2003) **Estudo comparativo entre capeamento de neoprene, enxofre e pasta de cimento para corpos- de prova cilíndricos de concreto**. 45° Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Vitória.
- PATNAIK, A. K. e PATNAIKUNI, I. (2002) **Correlation of strength of 75 mm diameter and 100 mm diameter cylinders for high strength concrete**. Cement and Concrete Research 32, p. 607–613.
- PETRUCCI, E. G. R (1978) **Concreto de Cimento Portland**, 5° edição, Editora Globo, Porto Alegre, Brasil 307p.

SAAD, V. M. K. (2006) **Risco do Produtor e do Consumidor na Aceitação de Concreto: Estudo Comparativo de Curvas Características de Operação de Normas Brasileiras e Internacionais**, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 164.

SCANDIUZZI, L., ANDRIOLO, F.R. (1986). **Concreto e seus materiais, propriedades e ensaios**, Editora PINI, São Paulo.

SOARES J. F.; FARIAS, A. A. e CESAR, C. C. (1991). **Introdução à estatística**. Editora Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, Brasil, 378p.

TANGO, C. E. S., ALVIN, J. C. (1993) **Como construir - estruturas de concreto - parte I**. Revista Técnica, São Paulo, v. 3, p. 41-44.

VIEIRA, A. P. (1991) **Procedimento para a realização do controle tecnológico de concreto usando o novo método de capeamento “Unbonded - cap”**. L.A. Falcão Bauer, São Paulo.

APÊNDICES

APÊNDICE A

A – Figuras geradas com todos os estimadores da Obra A

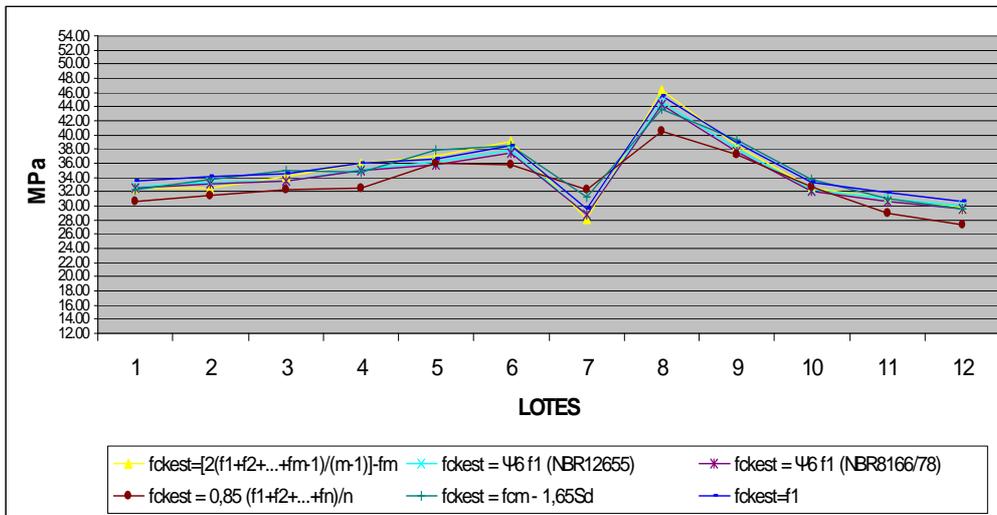


Figura A. 1 - Valores dos estimadores da Obra A – lotes 01 a 12

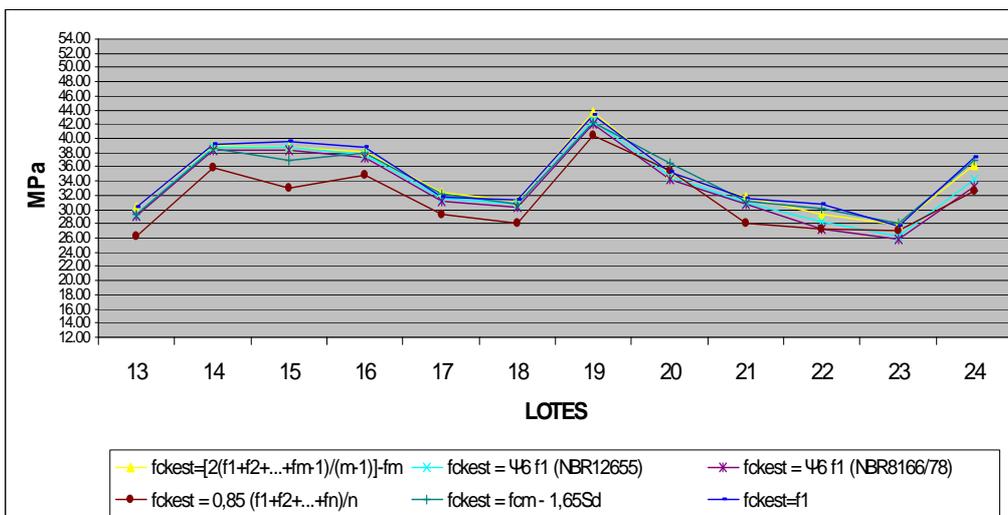


Figura A. 2 - Valores dos estimadores da Obra A – lotes 13 a 24

APÊNDICE B

B– Figuras geradas com todos os estimadores da Obra B.

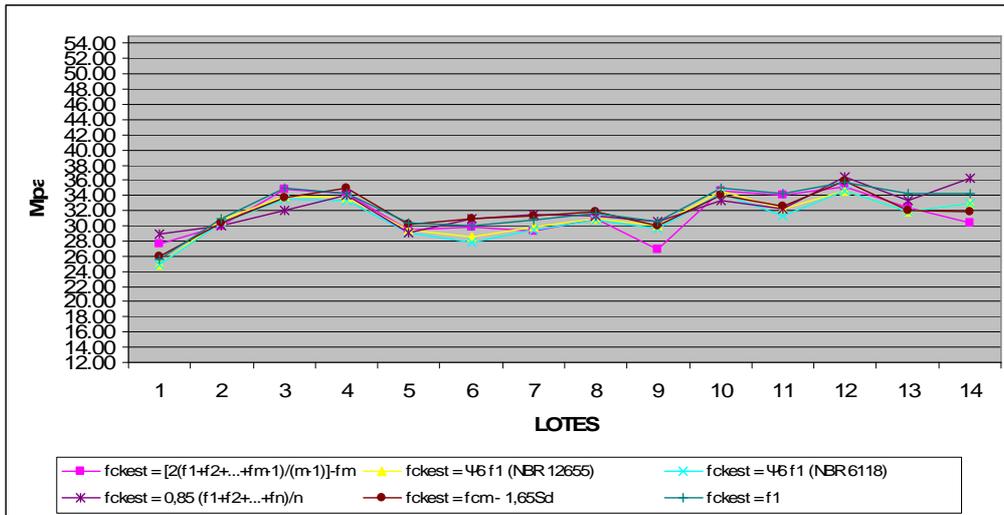


Figura B. 1 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 01 a 14

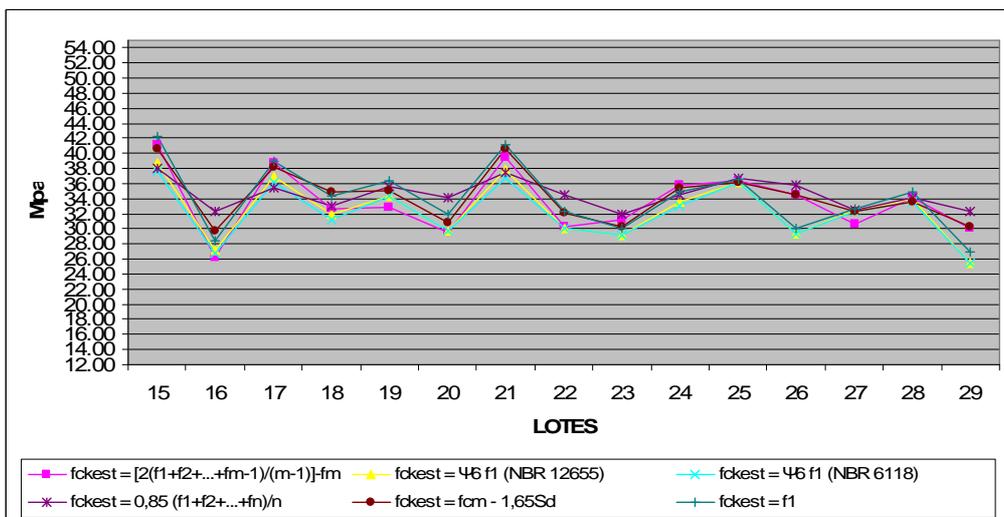


Figura B. 2 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 15 a 29

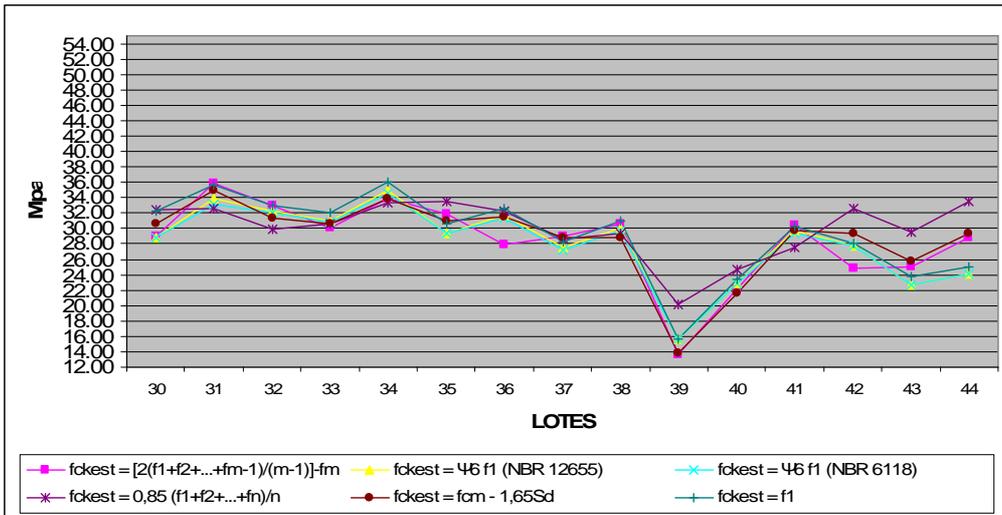


Figura B. 3 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 30 a 44

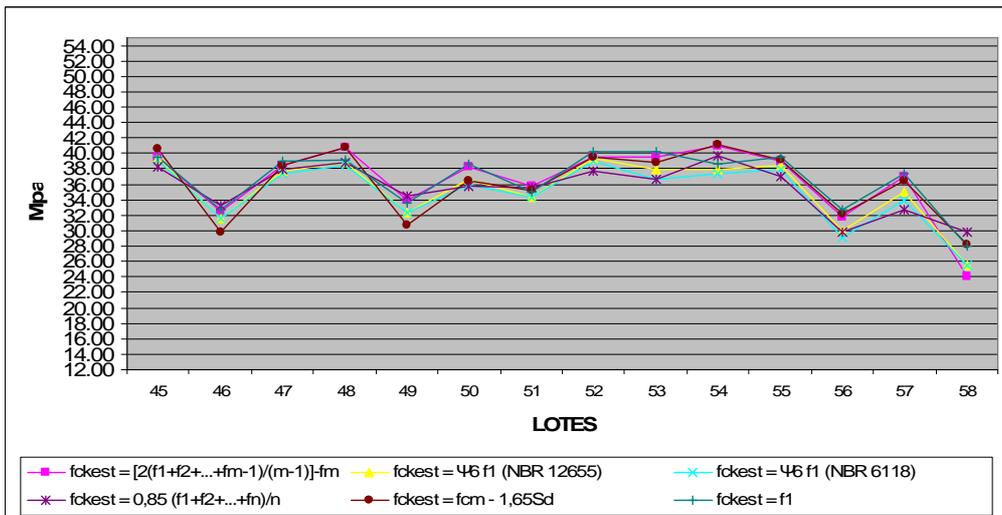


Figura B. 4 - Valores dos estimadores da Obra B – lotes 45 a 58

APÊNDICE C

C – Figuras geradas com todos os estimadores da Obra C.

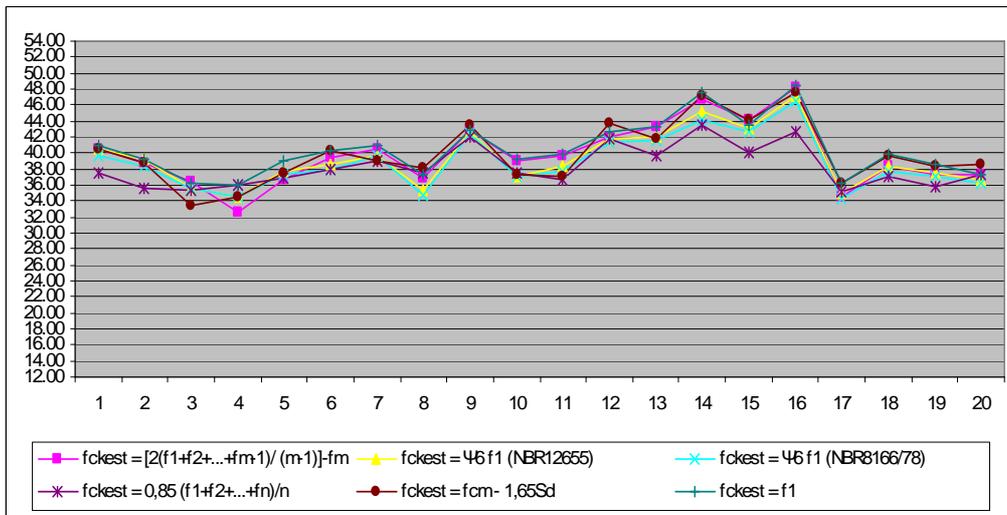


Figura C. 1 - Valores dos estimadores da Obra C – lotes 01 a 20

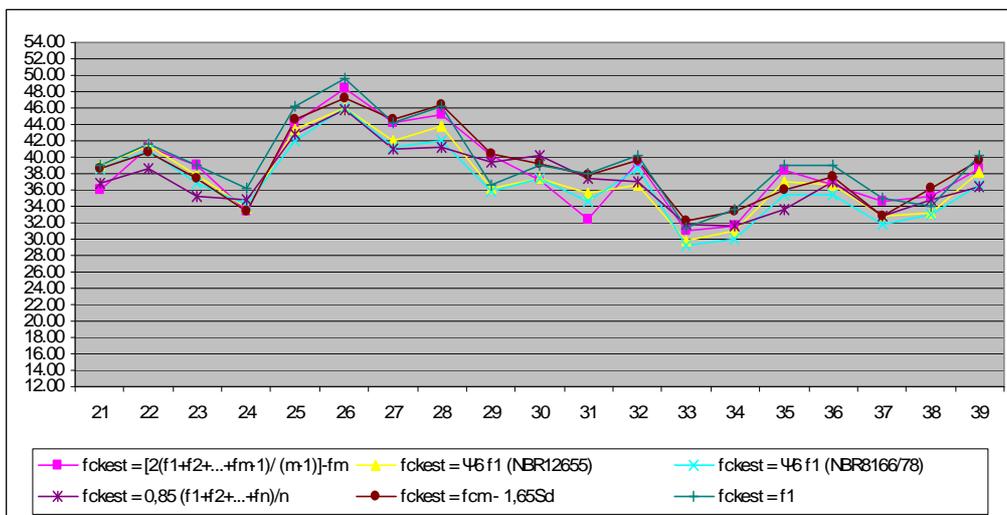


Figura C. 2 - Valores dos estimadores da Obra C – lotes 21 a 39

APÊNDICE D

D – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A.

Tabela D. 1 – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 1.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	vigas e lajes do avanço Jt A 1ª etapa	1	11,00	33,64	C	32,07	1,57
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,63	C	34,08	0,56
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,44	A	32,98	0,45
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,26	A	36,28	1,98
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	36,28	D	34,96	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,62	D	34,30	1,32
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	37,93	C	37,93	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,29	A	34,08	1,22
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	37,27	C	35,95	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,76	D	40,13	0,64
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	33,97	C	33,97	0,00

MÈDIA= 35,63
 Se= 0,77
 Cve= 2,15%

Tabela D. 2 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 2.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	Fck (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 1º pav. Jt A	2	11,00	34,96	D	34,96	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,85	D	38,26	0,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,26	A	37,26	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	37,27	C	35,95	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,08	A	34,08	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,63	A	33,76	0,88
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,94	C	35,35	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,29	D	33,76	1,53
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	38,54	C	38,26	0,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,81	C	38,26	1,55
	2,00	28,00	6,50	30,00			10,00	39,17	C	38,26	0,91

MÉDIA = 36,59
 Se= 0,64
 Cve= 1,75%

Tabela D. 3 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 3.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2º Pav.Jt A	3	12,00	34,63	C	34,62	0,01
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,17	C	35,00	4,17
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	35,62	C	34,63	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,95	D	35,62	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,93	D	35,95	1,98
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	37,93	A	36,94	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,85	A	37,95	0,90
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,17	A	35,57	3,60
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,49	A	38,26	1,23
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	39,49	C	39,49	0,00
	2,00	28,00	4,00	30,00			11,00	39,81	C	35,62	4,19

MÈDIA = 37,17

Se= 1,36

Cve= 3,66%

Tabela D. 4 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 4.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1º pav. Jt B	4	11,00	36,61	B	33,97	2,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,28	C	34,63	1,65
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	35,95	C	35,95	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,28	A	33,31	2,97
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,60	C	35,95	0,65
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	40,13	E	37,93	2,20
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,93	C	34,30	3,63
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,26	C	38,26	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,76	A	38,54	2,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,76	E	36,94	3,82
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,72	A	38,54	3,18

MEDIA = 37,26
 Se= 1,70
 Cve= 4,56%

Tabela D. 5 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 5.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	Jt vigas 3º pav. Jt A	5	12,00	36,61	E	35,67	0,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,45	E	37,30	3,15
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,81	E	36,61	3,20
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,45	A	38,26	2,19
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,40	D	40,13	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,36	D	42,36	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	42,99	C	42,68	0,32
	2,00	28,00	6,00	30,00			10,00	43,31	D	42,99	0,32
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	43,95	E	42,04	1,91
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,22	C	44,59	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,59	C	43,31	1,27
	2,00	28,00	1,50	30,00			10,00	45,86	C	39,81	6,05

MEDIA = 41,23
 Se= 1,12
 Cve= 2,73%

Tabela D. 6 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 6.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 4º pav. Junta A	6	12,00	38,54	E	38,26	0,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	47,13	E	41,08	6,05
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,72	E	40,13	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,59	E	42,04	2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	42,36	C	42,04	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,27	C	41,08	3,18
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,27	E	43,63	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,59	E	44,27	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,59	D	41,08	3,50
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,59	D	44,59	0,00
	2,00	28,00	5,00	30,00			12,00	47,13	C	44,27	2,87

MEDIA = 43,01
 Se= 1,58
 Cve= 3,66%

Tabela D. 7 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 7.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje vigas 2º Pav. Jt B	7	11,00	29,61	C	29,61	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	33,31	C	31,99	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,97	D	33,97	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	36,94	D	36,94	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,85	E	38,26	0,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,40	D	38,85	2,55
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	40,45	C	40,13	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,45	D	40,45	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	40,45	C	38,26	2,19
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,40	E	38,26	3,14
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,72	D	40,45	1,27

MEDIA = 37,53
 Se= 0,84
 Cve= 2,24%

Tabela D. 8 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 8.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	laje do avanço Jt C 1ª etapa	8	11,00	45,54	D	45,54	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	48,41	A	45,86	2,55
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	50,32	D	47,77	2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	47,77	C	47,77	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	48,41	D	47,77	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	48,73	D	48,73	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	49,68		49,68	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	50,00		50,00	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	51,27		50,32	0,96
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	51,27		45,86	5,41
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	54,78		54,78	0,00

MEDIA = 49,72
 Se= 0,86
 Cve= 1,74%

Tabela D. 9 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 9.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 5º Pav. Jt A	9	11,00	38,85		38,54	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,54		40,13	5,41
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,59	C	41,72	2,87
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	41,72		42,04	-0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,31		42,36	0,96
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,86		43,31	2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	48,09	C	44,27	3,82
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,13	E	45,54	-5,41
	2,00	28,00	2,00	30,00			11,00	42,04	C	44,59	-2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,86		44,59	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,31	D	47,13	-3,82

MEDIA = 43,34
 Se= 0,38
 Cve= 0,87%

Tabela D. 10 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 10.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 3º Pav. Jt B	10	11,00	33,31		32,29	1,02
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,97	A	32,30	1,67
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,94		32,98	3,96
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,26	D	35,98	2,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,85	A	36,64	2,21
	2,00	29,00	8,00	30,00			10,00	40,45		37,64	2,80
	2,00	30,00	8,00	30,00			11,00	40,45	C	38,30	2,14
	2,00	31,00	8,00	30,00			10,00	40,45	C	35,62	4,82
	2,00	32,00	8,00	30,00			11,00	41,40	C	36,94	4,46
	2,00	33,00	8,00	30,00			11,00	41,72		38,26	3,46

MEDIA = 37,14
 Se= 2,35
 Cve= 6,32%

Tabela D. 11 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 11.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 6º pav. Jt A	11	11,00	31,96		31,96	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,29		32,29	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,32	C	32,32	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	36,61		32,32	4,29
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,63		32,32	0,30
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	A	32,63	1,02
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	33,64		33,64	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	34,96	A	33,64	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,62		34,96	0,66
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	36,61		35,62	0,99

MEDIA = 33,60
 Se= 0,70
 Cve= 2,08%

Tabela D. 12 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 12.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	laje 4º Pav. Jt B	12	10,00	30,57	E	30,57	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,57	C	30,57	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,62	D	30,57	0,05
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	31,62	D	30,57	1,05
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	32,65	C	30,62	2,04
	2,00	29,00	7,00	30,00			11,00	33,64	A	30,89	2,75
	2,00	30,00	8,00	30,00			11,00	30,95		30,57	0,38
	2,00	31,00	8,00	30,00			11,00	31,62		30,89	0,73
	2,00	32,00	8,00	30,00			11,00	34,39		32,65	1,74
	2,00	33,00	8,00	30,00			11,00	33,64	B	30,95	2,69
	2,00	34,00	4,00	30,00			11,00	34,39	A	30,57	3,82

MEDIA = 31,55
 Se= 1,13
 Cve= 3,57%

Tabela D. 13 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 13.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje junta C terreo	13	10,00	30,25	C	27,94	2,31
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	30,25	D	28,61	1,64
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	30,25	D	29,28	0,97
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	30,57	D	29,28	1,29
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	30,25	E	30,25	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	32,63	D	30,57	2,05
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,57	C	27,94	2,63
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	30,57	C	29,28	1,29
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,29	D	28,61	2,68
	2,00	28,00	3,00	30,00			11,00	32,63	D	28,03	4,60

MEDIA = 29,95
 Se= 1,59
 Cve= 5,29%

Tabela D. 14 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 14.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	laje piso cobertura Jt A	14	12,00	40,13	C	37,93	2,20
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,49	C	37,94	1,56
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,17	E	39,17	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	44,59	C	39,17	5,41
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,76	C	39,17	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,63	D	41,40	2,23
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	41,40	C	38,26	3,14
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	41,40	D	40,76	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,40	A	38,54	2,87
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,63	D	37,27	6,36
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,27	E	43,95	0,32
	2,00	28,00	1,50	30,00			12,00	45,86	E	34,96	10,90

MEDIA = 40,59
 Se= 2,52
 Cve= 6,22%

Tabela D. 15 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 15.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 5º pav. Jt B	15	10,00	42,99	C	37,60	5,39
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,76	C	37,93	2,83
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,68	B	38,54	4,14
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,49	D	37,93	1,56
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,36	C	39,49	2,87
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,45	C	39,49	0,96
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,72	D	39,49	2,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,36	D	38,26	4,10
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,68	C	40,45	2,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,99	A	41,72	1,27
	2,00	28,00	4,00	30,00			12,00	43,31	D	37,60	5,71

MEDIA = 40,47

Se= 2,46

Cve= 6,09%

Tabela D. 16 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 16.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do lazer junta B	16	12,00	42,04	C	40,76	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,59	E	43,95	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,45	E	40,13	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,72	D	39,17	2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,17	E	37,58	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,31	C	40,76	2,55
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,49	C	38,26	1,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,40	D	40,13	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,85	D	38,85	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,49	C	38,85	0,64

MEDIA = 40,45
 Se= 0,98
 Cve= 2,43%

Tabela D. 17 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 17.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	Laje 3º pav. Jt C	17	10,00	35,29	A	34,63	0,66
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	35,95	D	35,29	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,29	D	34,96	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,30	D	33,97	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,08	A	33,64	0,43
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,85	C	31,85	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,63	C	31,99	0,63
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	34,08	A	33,97	0,10
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,95	D	35,03	0,92
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,28	C	35,29	0,99
	2,00	28,00	6,00	30,00			11,00	33,76	C	33,12	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			14,00	33,97	C	32,63	1,35

MEDIA = 34,16

Se= 0,48

Cve= 1,40%

Tabela D. 18 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 18.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 4º pav. Jt C	18	11,00	32,63	C	30,62	2,01
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	33,64	A	32,63	1,02
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,98	D	32,32	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,29	D	30,57	0,71
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,29	C	30,57	0,71
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	32,32	D	31,21	1,11
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	36,62	D	35,35	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,31	D	32,98	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,63	C	31,29	1,34
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	D	32,98	0,66
	2,00	28,00	4,50	30,00			11,00	33,97	C	32,63	1,35

MEDIA = 32,61
 Se= 0,83
 Cve= 2,53%

Tabela D. 19 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 19.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 5o pav - junta" c"	19	11,00	44,90	D	42,68	2,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,22	B	43,95	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,31	C	41,40	1,91
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	52,55	E	50,96	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	50,96	D	50,32	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	46,82	C	45,86	0,96
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	50,96	D	49,68	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	48,41	C	47,13	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,22	D	44,27	0,96
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,59	C	44,59	0,00
	2,00	28,00	2,00	30,00			12,00	49,04	D	47,77	1,27

MEDIA = 46,84
 Se= 0,99
 Cve= 2,11%

Tabela D. 20 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 20.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 6o pav da junta "c"	20	11,00	42,99	C	41,72	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,29	D	34,39	0,90
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,45	D	38,85	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,26	D	38,26	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,49	D	38,26	1,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	42,68	E	40,76	1,91
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,72	C	40,13	1,59
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,59	D	43,31	1,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,63	D	41,72	1,91
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	46,50	D	44,59	1,91
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	43,63	C	42,04	1,59

MEDIA = 41,06
 Se= 1,12
 Cve= 2,74%

Tabela D. 21 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 21.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje da cobertura junta C	21	12,00	32,98	C	31,29	1,70
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,31	A	32,98	0,33
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	32,63	C	31,62	1,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,65	C	32,32	0,33
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	32,29	D	31,99	0,30
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,63	A	31,53	1,10
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,31	D	32,98	0,33
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	32,29	C	31,99	0,30
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	35,62	E	34,96	0,66
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	32,63	C	31,96	0,67
	2,00	28,00	4,00	30,00			12,00	31,62	A	31,62	0,00

MEDIA = 32,60
 Se= 0,50
 Cve= 1,52%

Tabela D. 22 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 22.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	piso do SS Jt A 1ª parte	22	13,00	32,98	E	32,32	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	30,66	B	29,99	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	32,32	D	32,32	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	31,98	D	31,32	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			13,00	33,31	D	32,65	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			14,00	30,66	D	29,99	0,66

MEDIA = 31,71
 Se= 0,45
 Cve= 1,42%

Tabela D. 23 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 23.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	Piso do subsolo Jt B	23	13,00	27,67	E	26,68	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			14,00	31,98	D	29,99	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,98	D	29,99	1,99
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	30,33	C	29,99	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,96	E	33,64	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			13,00	31,65	D	30,99	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	32,65	D	30,71	1,94
	2,00	28,00	6,00	30,00			14,00	31,93	D	29,99	1,94

MEDIA = 31,01
 Se= 1,24
 Cve= 3,99%

Tabela D. 24 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação A – lote 24.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	piso subsolo junta C	24	14,00	38,62	D	38,29	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	38,95	C	38,62	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			14,00	38,29	C	37,29	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	37,29	D	36,63	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			15,00	37,29	D	36,96	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			13,00	39,56	D	39,56	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00							

MEDIA = 38,11
 Se= 0,36
 Cve= 0,94%

APÊNDICE E

E – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B.

Tabela E. 1 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 1.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	0,00	28,00	8,00	30,00	Laje do BI 2	1	10,00	40,23	C	38,85	A	1,37
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	C	36,63	C	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,90	A	38,95	A	0,95
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,33	A	30,25	C	0,07
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,57	E	29,99	C	0,58
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	30,57	C	29,99	A	0,58
	2,00	28,00	2,00	30,00			10,00	30,89	C	30,25	C	0,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,32	A	32,32	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	37,62	C	36,31	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	25,68	C	25,68	C	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	35,96	A	35,03	A	0,93

Media= 33,51

Se= 0,71

Cve= 2,11%

Tabela E. 2 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 2.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	7,00	30,00	Laje	2	11,00	34,64	C	33,31	A	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,97	D	33,76	C	1,21
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	34,97	D	34,64	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	37,95	C	36,30	C	1,66
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	37,62	D	36,31	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,32	C	30,33	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,65	C	30,57	C	1,08
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,90	C	39,56	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	32,98	C	32,98	A	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,99	A	30,66	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,62	A	37,58	E	1,04
	2,00	28,00	9,5	30,00			11,00	36,30	D	34,64	D	2,90

Media= 34,73

Se= 1,00

Cve= 2,87%

Tabela E. 3 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 3.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	6,5	30,00	Laje do pavimento superior do BI 02	3	10,00	36,30	A	35,96	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	A	37,90	A	1,34
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	39,23	A	37,29	A	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	35,63	A	35,63	A	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,30	C	34,08	D	1,22
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	A	35,03	A	1,26
	2,00	28,00	8,00	30,00			0,00	38,95	A	37,58	C	1,37
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,62	C	36,31	A	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,97	A	33,12	A	1,85
	2,00	28,00	4,00	30,00			12,00	42,22	A	41,72	C	0,50

Media= 37,02

Se= 0,99

Cve= 2,66%

Tabela E. 4 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 4.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BI 4	4	11,00	34,31	A	32,48	E	1,82
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,54	A	42,55	A	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,87	A	42,22	A	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,90	E	38,85	E	1,04
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	D	38,54	C	1,69
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,95	A	36,62	A	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	A	35,63	A	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	A	38,54	A	1,69
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,56	A	37,95	C	1,61
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,54	A	43,54	A	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,56	A	39,49	C	1,07

Media= 39,38

Se= 1,09

Cve= 2,78%

Tabela E. 5 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 5.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 1º pav. do BI 4	5	12,00	30,33	D	29,99	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,31	E	33,31	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,30	D	34,64	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,96	B	34,64	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,31	E	31,98	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,32	E	31,65	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	B	35,63	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,99	D	29,99	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,97	E	33,64	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	E	36,30	D	0,66

Media= 33,66

Se= 0,85

Cve= 2,53%

Tabela E. 6 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 6.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 3ª etapa do BI 4,P23,24	6	12,00	38,95	E	38,62	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	29,99	E	29,00	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,30	D	32,98	B	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,97	D	32,65	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,29	E	37,29	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	D	39,56	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	D	34,97	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	D	36,30	E	1,33

Media= 35,75

Se= 1,03

Cve= 2,88%

Tabela E. 7 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 7.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 1ª parte bloco 7	7	10,00	30,66	D	30,33	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	D	39,23	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,99	E	30,66	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	E	36,30	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	E	37,58	E	1,37
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,62	E	37,62	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,29	E	36,31	E	0,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,95	E	37,95	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,89	E	39,90	B	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,29	E	37,62	E	0,66

Media= 36,70

Se= 0,62

Cve= 1,69%

Tabela E. 8 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 8.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª parte da laje do 2º pav. do BI 4	8	11,00	36,30	D	35,30	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,65	E	31,32	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,63	E	34,64	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	E	32,98	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	32,98	E	32,65	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	40,89	E	40,56	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	37,95	D	37,62	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	E	36,63	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,90	E	38,85	E	1,04
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,95	D	37,29	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	E	40,56	D	0,33

Media= 36,57

Se= 0,62

Cve= 1,69%

Tabela E. 9 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 9.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BI 4, 1ª parte do 2º Pav.	9	12,00	33,64	E	32,48	E	1,16
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,63	D	35,30	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,62	D	36,30	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,66	E	30,33	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,98	E	30,66	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,56	E	37,62	D	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	E	39,81	E	0,42
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	E	34,97	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,56	D	38,54	E	1,03
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,63	E	35,03	E	1,59
	2,00	28,00	3,00	30,00			12,00	30,57	E	30,25	E	0,32

Media= 35,27

Se= 1,08

Cve= 3,07%

Tabela E. 10 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 10.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	Laje do bloco 7, 2º Pavimento 1º etapa	10	12,00	35,63	E	33,64	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,97	D	33,76	E	1,21
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	E	39,49	E	0,74
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,63	E	35,63	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,55	D	42,55	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	B	37,62	E	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,29	E	36,94	E	1,34
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,90	E	39,49	D	0,41
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,89	D	39,90	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,62	D	36,63	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,62	E	36,30	D	2,32
	2,00	28,00	2.5	30,00			11,00	46,52	D	45,53	D	3,17

Media= 38,70

Se= 1,19

Cve= 3,07%

Tabela E. 11 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 11.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	Laje 3º modulo bloco 4	11	11,00	34,97	E	33,76	E	1,21
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	B	32,54	E	1,76
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	D	38,95	E	0,62
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	E	40,76	D	0,13
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,89	D	41,22	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,29	D	36,96	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,64	D	33,59	D	1,05

Media= 37,31

Se= 0,86

Cve= 2,29%

Tabela E. 12 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 12.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	Laje 1ª parte do bloco 5	12	10,00	44,21	D	42,88	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,90	C	39,90	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,89	D	40,56	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,21	D	41,40	E	1,81
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	45,53	B	44,54	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,53	D	45,20	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	49,51	E	49,51	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,89	E	40,23	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,63	E	34,64	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	E	33,97	C	3,65
	2,00	28,00	3,00	30,00			12,00	47,85	E	44,21	D	3,65

Media= 42,22

Se= 1,19

Cve= 2,81%

Tabela E. 13 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 13.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	4,00	28,00	8,00	30,00	2º etapa da laje do 2º pavimento do BI 7	13	8,00	34,97	B	34,64	B	0,33
	4,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,31	E	31,98	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,90	E	35,96	E	3,93
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,30	D	34,97	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,54	C	42,88	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,54	D	44,21	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,21	E	40,56	D	2,65
	2,00	28,00	5,00	30,00			9,00	37,29	E	33,31	E	3,98

Media= 38,28

Se= 1,72

Cve= 4,50%

Tabela E. 14 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 14.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BI 3, 1º Pav.	14	11,00	37,62	E	36,31	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	C	32,65	C	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,64	B	33,76	E	0,88
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	50,17	D	47,52	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,63	E	35,41	D	1,21
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,22	A	40,23	B	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	50,83	D	49,04	E	1,79
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	48,51	E	46,86	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	46,19	D	44,84	E	1,35
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,53	D	42,68	E	2,86

Media= 41,75

Se= 1,45

Cve= 3,48%

Tabela E. 15 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 15.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do Bl 3, 1º Pav.	15	12,00	44,21	D	42,29	E	1,91
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	49,51	E	47,77	E	1,74
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	44,87	C	44,21	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,21	D	42,88	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	44,87	D	44,54	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,22	B	39,81	D	2,41

Media= 44,20

Se= 1,09

Cve= 2,47%

Tabela E. 16 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 16.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 01 do Bl 3 + viga 6	16	11,00	42,36	D	41,22	D	1,14
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	D	37,29	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,55	E	40,23	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,29	E	38,29	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,22	E	40,23	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,23	E	39,23	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,89	D	40,56	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,99	C	30,66	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	28,34	D	27,01	D	1,33

Media= 37,64

Se= 0,80

Cve= 2,12%

Tabela E. 17 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 17.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BL 5 2ª parte	17	12,00	40,56	E	39,90	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,55	D	40,13	D	1,43
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,56	D	38,54	D	2,02
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,21	B	42,68	B	1,53
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,87	B	42,55	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	D	42,22	B	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	D	39,49	D	0,07
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	D	38,95	D	0,00

Media= 41,12

Se= 1,00

Cve= 2,43%

Tabela E. 18 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 18.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BL 5 2ª parte	18	11,00	37,29	E	36,30	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,23	E	38,29	D	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	D	39,56	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	D	38,54	D	1,03
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	D	38,22	C	0,73
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,55	C	40,23	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	D	32,48	D	1,82

Media= 38,27

Se= 1,08

Cve= 2,82%

Tabela E. 19 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 19.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª parte da laje do BI 6 pav. Superior	19	10,00	41,89	D	40,13	D	1,76
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,30	E	34,97	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	43,54	D	42,68	D	0,87
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,63	C	36,31	C	0,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	B	41,08	C	1,80
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	44,87	B	42,55	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	D	35,63	D	3,60
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	49,51	D	47,52	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,22	D	40,89	D	1,33

Media= 41,04

Se= 1,51

Cve= 3,67%

Tabela E. 20 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 20.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2ª etapa do BI 8	20	9,00	33,64	D	31,32	C	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	D	40,56	D	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,56	D	39,23	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,95	D	36,96	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	45,53	A	44,21	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,98	C	31,32	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	D	39,23	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	47,85	D	47,85	A	0,00

Media= 39,48

Se= 1,14

Cve= 2,88%

Tabela E. 21 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 21.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2ª etapa do BI 8	21	9,00	42,22	D	41,89	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,86	D	44,21	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,20	D	43,95	C	1,25
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	41,22	C	40,89	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,87	C	44,87	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,87	D	40,56	D	3,31

Media= 43,38

Se= 1,16

Cve= 2,68%

Tabela E. 22 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 22.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2º período do bloco 6	22	11,00	42,88	E	40,23	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,19	B	44,87	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,64	E	33,64	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	43,87	D	42,22	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,56	E	39,56	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,32	E	32,32	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,53	D	43,87	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	40,23	E	39,56	E	0,66

Media= 40,09

Se= 0,99

Cve= 2,47%

Tabela E. 23 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 23.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 2º período do BI 5	23	10,00	38,95	B	36,31	B	2,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,02	D	33,12	D	2,90
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	44,87	D	40,76	D	4,10
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,63	D	34,31	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	D	35,96	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	33,31	E	31,65	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	29,99	D	28,98	E	1,01
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,22	B	39,17	E	2,05
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,21	D	41,72	D	2,49
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	D	36,96	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	36,63	D	35,63	E	0,99

Media= 36,76

Se= 1,57

Cve= 4,28%

Tabela E. 24 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 24.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do Bl 6	24	11,00	38,95	E	36,30	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	46,86	D	44,54	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	40,23	D	38,29	D	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	D	39,23	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	D	39,56	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	40,23	E	39,90	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,22	D	37,29	E	4,93
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,97	B	34,64	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	42,22	D	41,55	C	0,66

Media= 39,86

Se= 1,46

Cve= 3,67%

Tabela E. 25 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 25.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª etapa do segundo pavimento do bloco 8	25	11,00	36,63	D	36,30	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	47,52	D	46,19	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	48,85	C	45,54	D	3,30
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,86	D	44,59	E	2,27
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	42,55	B	41,55	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,54	E	42,55	E	0,99
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	41,89	E	41,22	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,06	D	38,85	D	2,20
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	50,50	C	48,18	D	2,32
	2,00	28,00	7,00	30,00			9,00	43,54	D	43,21	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,95	D	35,99	D	2,96
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	E	37,95	B	4,21
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	38,95	D	38,29	D	4,21

Media= 42,36

Se= 1,78

Cve= 4,20%

Tabela E. 26 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 26.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BI 09 1ª parte	26	12,00	42,55	D	39,56	D	2,98
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	39,90	D	38,95	D	0,95
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	D	39,56	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,87	C	42,55	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	29,99	E	29,66	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,87	D	39,90	C	3,98
	2,00	28,00	7,00	30,00			12,00	42,55	D	40,56	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,23	D	38,95	E	1,28
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	41,55	D	40,89	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	47,19	D	45,53	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	48,18	E	45,86	A	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	D	41,22	D	4,58

Media= 41,17

Se= 1,73

Cve= 4,19%

Tabela E. 27 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 27.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do bL 8 2ª parte do 2º pavimento	27	12,00	33,97	C	32,32	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,55	D	39,56	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	D	37,62	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,23	D	39,56	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,29	D	36,96	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,89	D	39,56	D	2,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,29	D	38,29	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,54	D	42,22	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	D	40,56	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,64	E	32,98	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,65	E	31,65	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,64	D	31,98	D	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	C	37,62	D	3,65

Media= 37,63

Se= 1,40

Cve= 3,73%

Tabela E. 28 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 28.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do BI 03	28	11,00	36,96	D	34,97	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,23	D	38,29	D	0,95
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,95	D	38,29	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,97	D	32,98	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,96	D	32,98	D	2,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,53	D	42,88	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,29	D	36,63	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	42,23	E	41,55	D	0,68
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	46,86	D	45,20	D	1,66
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	41,89	D	41,89	B	0,00

Media= 39,33

Se= 1,35

Cve= 3,43%

Tabela E. 29 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 29.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª etapa da laje do BI 10	29	10,00	40,23	D	37,58	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,22	D	42,22	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	27,01	D	25,68	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,96	D	36,96	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,89	D	38,85	E	3,03
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	36,96	C	36,30	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,63	D	34,31	C	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,95	E	36,96	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,22	E	40,89	D	0,33

Media= 37,27

Se= 1,12

Cve= 2,99%

Tabela E. 30 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 30.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª parte da laje do BI 5 Pav. Superior	30	12,00	33,64	D	33,31	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,32	E	30,99	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,56	D	39,23	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	D	42,55	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	C	41,89	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	D	36,94	D	0,02

Media= 37,84

Se= 0,64

Cve= 1,69%

Tabela E. 31 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 31.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª parte da laje do BI 5 Pav. Superior	31	11,00	35,63	D	34,64	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,89	D	41,22	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,95	D	37,29	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,69	C	37,62	E	0,07
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	D	37,95	E	2,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,62	D	35,63	C	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,96	D	36,96	D	0,00
	2,00	28,00	7,00	30,00			10,00	37,62	D	36,30	D	1,33

Media= 37,80

Se= 1,07

Cve= 2,83%

Tabela E. 32 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 32.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 1º pavimento do BI 9	32	10,00	34,31	D	33,97	E	0,33
	2,00	28,00	7,00	30,00			9,00	34,64	D	32,98	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,64	D	32,32	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	C	33,31	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	33,97	D	33,97	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	38,62	D	38,29	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,95	D	38,29	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,95	D	36,30	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	33,64	D	32,32	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	32,98	D	32,32	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,31	E	32,98	D	1,33

Media= 34,76

Se= 0,86

Cve= 2,46%

Tabela E. 33 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 33.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 3º parte do BI 9 do pavimento térreo	33	10,00	33,64	D	31,98	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	37,29	D	34,97	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	38,95	C	36,63	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,98	E	30,66	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	A	33,64	A	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,96	D	34,31	C	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,96	D	36,63	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	42,88	D	41,89	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,96	D	34,97	B	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,80	D	31,32	E	1,48

Media= 35,40

Se= 1,25

Cve= 3,53%

Tabela E. 34 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 34.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2º etapa da 1º laje do BI 10	34	10,00	39,23	E	36,96	D	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	39,23	E	38,62	D	0,62
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,29	E	36,62	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	41,22	B	39,23	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,96	D	34,31	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	35,96	B	35,30	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,52	E	46,19	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,23	D	36,62	E	2,61
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,96	D	34,97	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	D	39,56	D	0,66

Media= 38,51

Se= 1,19

Cve= 3,10%

Tabela E. 35 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 35.

Obra	Nº CP's	Idade	f _{ck} (Mpa)	Fck (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	Vigas das lanternhas do Bl.7	35	8,00	38,95	E	35,30	E	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,96	E	34,64	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,66	E	30,66	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,29	C	37,95	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,29	E	37,62	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	50,50	E	47,85	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,95	B	34,97	E	3,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,54	C	40,89	E	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,62	E	37,29	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	E	37,62	E	1,94

Media= 38,46

Se= 1,73

Cve= 4,50%

Tabela E. 36 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 36.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 1ª etapa do 1º pavimento do Bl.11	36	8,00	40,56	D	37,95	C	2,61
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,55	E	39,56	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,98	E	32,32	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	C	34,31	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	34,31	C	33,97	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	C	38,62	D	0,62
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,65	D	30,99	B	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,90	D	37,62	D	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,89	D	37,62	D	3,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	E	41,89	D	0,99

Media= 37,20

Se= 1,28

Cve= 3,43%

Tabela E. 37 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 37.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª laje do 1º período dpBl.1	37	8,00	34,97	D	31,32	D	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	37,29	D	36,96	B	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,63	A	35,96	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	32,98	D	31,65	B	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,95	B	37,29	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,65	C	31,65	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,99	C	30,99	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	28,34	D	28,00	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,97	C	33,31	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	32,98	D	30,33	E	2,65

Media= 33,26

Se= 0,91

Cve= 2,74%

Tabela E. 38 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 38.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	pavimento superior da escada do Bl. 06	38	10,00	32,32	D	32,32	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,99	E	30,66	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,89	D	36,63	D	4,26
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,98	D	30,66	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,30	D	31,65	E	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	30,99	D	30,66	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,95	D	36,63	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,30	E	32,32	D	3,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,98	C	31,32	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,63	C	34,97	D	0,66

Media= 33,66

Se= 1,55

Cve= 4,62%

Tabela E. 39 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 39.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	LAJE DO Bl.11 2ª etapa	39	11,00	29,33	D	29,00	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	29,66	C	29,00	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,31	E	32,32	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	28,34	D	27,34	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	25,02	D	23,36	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	16,36	E	15,37	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	19,38	E	19,05	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,32	D	30,99	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	17,36	E	15,37	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	15,70	E	14,04	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	20,71	E	18,02	E	2,69
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	22,03	E	18,35	E	6,05
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	26,35	E	23,03	E	6,05
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	17,36	E	16,69	D	6,05

Media= 23,01

Se= 1,95

Cve= 8,48%

Tabela E. 40 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 40

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª parte da laje do Bl. 12	40	11,00	24,36	D	23,69	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	26,35	D	24,36	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	24,02	E	23,36	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	23,36	E	22,37	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	D	32,98	E	3,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,96	D	33,97	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	30,33	E	29,99	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	27,67	E	26,35	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	29,66	E	26,01	D	3,65
	2,00	28,00	7,00	30,00			11,00	31,32	D	29,99	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,66	D	28,00	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	26,35	D	23,69	D	4,43

Media= 27,99

Se= 1,77

Cve= 6,34%

Tabela E. 41 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 41.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 2º pavimento do Bl.01	41	11,00	31,65	E	29,04	E	2,62
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	E	30,66	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,98	D	31,65	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,65	E	30,99	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,32	D	30,66	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,32	D	30,99	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,32	D	30,66	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	31,32	D	30,99	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,98	C	31,65	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	30,33	D	28,00	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	36,96	D	35,63	E	1,33

Media= 31,74

Se= 1,33

Cve= 4,20%

Tabela E. 42 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 42.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª laje do 2º pavimentodo Bl.09	42	11,00	43,21	D	40,56	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,54	D	42,55	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,88	E	42,22	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,22	D	39,56	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,89	D	39,90	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,55	D	41,22	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,21	D	41,22	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	32,65	D	29,99	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	31,65	E	30,33	B	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	28,00	E	27,67	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	C	31,32	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,97	D	32,32	E	5,43
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,56	D	39,23	C	5,43

Media= 37,58

Se= 1,96

Cve= 5,22%

Tabela E. 43 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 43.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do Bl. 12 2ª parte T.	43	12,00	23,69	E	23,03	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,22	D	38,95	E	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,65	E	31,65	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	30,99	E	30,30	D	0,69
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,30	D	34,31	B	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,22	D	39,23	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,96	E	36,30	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,23	D	36,63	D	2,61
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,31	D	32,98	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	32,32	D	31,65	D	0,66

Media= 34,10

Se= 1,05

Cve= 3,09%

Tabela E. 44 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 44.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 1ª etapa do 2º pavimento do Bl. 10	44	10,00	25,02	B	23,69	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,55	D	39,23	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,21	D	42,88	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,62	D	33,64	B	4,97
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,23	D	36,30	D	2,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,87	D	44,54	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,21	D	37,95	D	5,26
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	35,96	D	34,64	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,20	D	43,21	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	36,30	B	35,96	D	0,33

Media= 38,26

Se= 1,87

Cve= 4,89%

Tabela E. 45 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 45.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 2ª etapa do 2º bloco do bl. 1	45	12,00	46,86	D	45,86	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	48,18	D	48,18	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	48,18	D	46,19	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	46,19	D	43,87	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,87	D	40,89	B	2,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	41,89	D	38,29	D	3,60
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	42,88	D	41,64	E	1,23
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,87	D	44,87	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	47,85	C	47,52	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	47,52	D	45,86	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	D	41,55	B	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	B	36,96	D	2,73
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,53	E	43,87	C	2,73

Media= 44,30

Se= 1,49

Cve= 3,37%

Tabela E. 46 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 46.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª laje do Bl. 10	46	9,00	32,98	D	32,98	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,65	E	32,32	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	40,23	D	38,95	D	1,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	34,31	D	32,98	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,86	E	44,21	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	33,64	D	32,98	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,31	D	33,64	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,89	E	38,62	D	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	45,20	D	40,56	D	4,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,52	E	42,22	E	4,31
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	D	44,21	B	0,00

Media= 38,38

Se= 1,38

Cve= 3,60%

Tabela E. 47 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 47.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª laje do primeiro pavimento do Bl. 09	47	10,00	48,18	E	47,52	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	D	38,95	E	3,93
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	39,56	D	37,29	D	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	49,51	E	46,86	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,54	E	40,23	E	4,31
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	43,87	D	41,22	B	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,95	E	38,95	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,21	D	41,89	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,20	D	42,88	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	49,18	D	48,18	D	0,99

Media= 43,45

Se= 1,87

Cve= 4,31%

Tabela E. 48 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 48.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do 3º pav. Bl. 09 1ª parte	48	10,00	48,18	E	45,53	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	46,19	D	44,21	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	48,18	D	46,19	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,22	D	40,56	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,25	D	36,96	E	2,29
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,53	E	44,87	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,53	D	42,88	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,86	D	43,87	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	50,17	D	49,84	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	46,86	D	45,53	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,86	D	44,87	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,20	D	44,87	D	2,95

Media= 44,93

Se= 1,51

Cve= 3,37%

Tabela E. 49 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 49.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do Bl. 11 2º pavimento	49	11,00	54,81	D	52,16	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,20	D	44,87	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	36,30	D	32,98	E	3,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,21	E	42,88	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,62	B	34,97	E	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,64	D	33,64	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,29	D	36,30	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,56	D	38,29	E	1,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	37,95	E	36,96	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	D	38,62	D	0,62

Media= 39,87

Se= 1,26

Cve= 3,15%

Tabela E. 50 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 50.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2ª etapa do 3º pav. Do Bl. 9	50	12,00	43,54	D	42,88	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,54	D	41,89	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,23	D	36,96	E	2,27
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	39,56	D	37,95	E	1,61
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	38,95	C	36,63	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,62	B	37,62	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,53	D	41,55	D	3,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	47,52	B	46,86	C	0,66

Media= 41,18

Se= 1,57

Cve= 3,81%

Tabela E. 51 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 51.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 3ª etapa do 3º pav. Do Bl. 09.	51	12,00	38,95	D	36,96	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,54	D	43,21	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	34,97	E	33,64	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,54	D	42,88	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,56	E	40,56	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	48,85	D	46,86	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	C	42,88	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,95	D	35,96	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	47,85	D	47,85	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	40,89	D	38,95	E	1,94
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,55	D	40,89	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	38,95	D	38,95	D	4,07

Media= 41,35

Se= 1,28

Cve= 3,09%

Tabela E. 52 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 52.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª parte da laje do 2º pav. do Bl 10	52	12,00	40,23	C	39,56	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	47,52	C	44,87	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	45,53	D	41,89	D	3,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	45,53	E	43,21	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,19	D	43,87	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	42,22	E	40,23	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			8,00	41,55	E	39,56	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,55	E	41,22	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	44,21	C	42,22	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	43,21	D	42,88	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	49,84	E	49,51	E	0,33

Media= 43,48

Se= 1,50

Cve= 3,44%

Tabela E. 53 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 53.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	2ª parte da laje do 2º pav. Do Bl. 10	53	10,00	44,21	E	42,22	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	46,86	D	45,86	E	0,99
	2,00	28,00	6,00	30,00			10,00	46,19	D	45,20	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	42,88	D	42,22	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	41,22	D	39,23	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,28	E	40,28	E	0,00
	2,00	28,00	5,00	30,00			10,00	40,56	E	40,23	E	0,33

Media= 42,67

Se= 0,88

Cve= 2,07%

Tabela E. 54 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 54.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2ª etapa do 2º pav. Do Bl. 12	54	11,00	48,31	E	45,53	E	2,78
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	45,86	E	44,87	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	38,62	D	37,62	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	46,19	E	45,20	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	47,85	E	47,52	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	47,19	D	46,86	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	48,85	E	47,85	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	45,53	D	43,87	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,21	E	41,55	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	50,83	D	49,18	D	1,66
	2,00	28,00	4,50	30,00			10,00	50,83	D	48,18	D	2,65

Media= 46,02

Se= 1,29

Cve= 2,81%

Tabela E. 55 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 55.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje 2ª etapado 2º pav. Do Bl. 12	55	12,00	49,84	D	46,86	D	2,98
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,22	D	40,89	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,87	D	42,88	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	42,88	D	41,55	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,54	D	43,87	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	44,87	E	41,55	D	3,31
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	39,56	E	38,29	D	1,28
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	43,87	C	42,55	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	41,89	D	41,22	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	43,87	E	43,54	E	0,33

Media= 42,98

Se= 1,17

Cve= 2,72%

Tabela E. 56 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 56.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	laje do Bl. 13	56	9,00	37,62	D	36,63	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	37,95	E	36,30	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	37,95	D	36,30	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,30	E	33,31	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,96	D	36,96	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	37,29	E	37,28	D	0,01
	2,00	28,00	8,00	30,00								

Media= 36,65

Se= 0,93

Cve= 2,54%

Tabela E. 57 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 57.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª laje do Bl. 11	57	10,00	37,92	E	31,97	E	5,95
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	33,81	E	31,31	E	2,50
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,57	D	36,93	E	3,64
	2,00	28,00	8,00	30,00			9,00	39,91	E	38,26	E	1,65
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	32,63	E	32,30	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	34,62	D	33,62	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,93	E	36,93	E	0,00

Media= 35,55

Se= 1,91

Cve= 5,37%

Tabela E. 58 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação B – lote 58.

Obra	Nº CP's	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	30,00	1ª laje do Bl. 11	58	10,00	28,00	E	27,34	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,28	E	33,96	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	36,93	E	35,61	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			10,00	35,61	D	34,29	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	40,57	D	39,91	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	30,00			11,00	31,41	E	30,85	D	0,56
	2,00	28,00	8,00	30,00			12,00	37,26	E	36,93	E	0,33

Media= 34,57

Se= 0,78

Cve= 2,27%

APÊNDICE F

F – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C.

Tabela F. 1 – Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote 1.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do piso 1º subsolo Jt A	1	12,00	43,54	C	42,55	C	0,99
	2,00	28,00	7,00	35,00			11,00	41,89	C	41,55	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,54	C	42,68	C	0,87
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,88	C	41,40	C	1,48
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,89	C	40,56	C	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	A	42,68	A	1,53
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	48,85	C	46,86	C	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,89	A	40,89	A	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,87	C	43,54	C	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,86	A	43,95	A	1,91
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,87	C	43,87	A	0,99

Média= 43,31
 Se= 0,95
 Cve= 2,19%

Tabela F. 2 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote2.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do piso 1º subsolo Jt A	2	10,00	43,21	A	41,89	C	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,87	A	42,55	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	C	42,68	E	1,53
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,22	A	40,76	A	1,45
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,23	A	39,23	A	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	C	43,87	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	41,89	D	40,89	A	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,88	A	41,55	A	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,56	C	39,90	C	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	C	44,54	A	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	41,55	A	40,13	E	1,43
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	39,23	C	38,95	A	0,28

Média= 41,94
 Se= 0,93
 Cve= 2,23%

Tabela F. 3 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote3.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje da Jt B 2ª etapa	3	11,00	38,62	E	37,58	D	1,04
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	39,56	E	38,29	B	1,28
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,55	D	40,56	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	38,29	D	38,29	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	36,30	E	34,64	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	55,14	E	52,16	E	2,99
	2,00	28,00	7,00	35,00			10,00	41,55	D	40,23	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,55	D	41,55	B	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	37,29	D	35,96	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	39,56	D	37,62	E	1,94
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	44,87	E	41,55	E	3,31
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	42,55	E	40,23	D	2,32

Média= 40,73
 Se= 1,49
 Cve= 3,66%

Tabela F. 4 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote4.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	1ª parte da laje do piso enterrado da junta A	4	11,00	36,30	E	35,03	E	1,26
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	38,95	E	36,63	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	38,95	E	36,30	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	49,84	E	48,18	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	35,96	E	35,63	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	47,19	E	45,53	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,88	D	37,95	D	4,92
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,87	D	42,22	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,55	E	41,55	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,53	D	44,21	D	1,33

Média= 41,31
 Se= 1,75
 Cve= 4,25%

Tabela F. 5 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote5.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	Semi enterrado junta A, 2º etapa (laje)	5	12,00	38,95	E	38,95	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,23	E	39,56	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,88	E	40,56	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,87	D	43,95	D	0,92
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	38,95	D	38,85	D	0,10
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,89	E	38,85	E	2,04
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	45,53	D	42,88	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,51	D	48,41	D	1,10
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	47,52	E	47,13	D	0,39
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	45,53	E	45,53	D	0,00

Média= 42,98
 Se= 0,90
 Cve= 2,10%

Tabela F. 6 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote6.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	Semi enterrado junta A, 2º etapa (laje)	6	12,00	43,87	D	43,31	E	0,56
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	47,85	D	47,13	E	0,72
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,52	D	46,18	E	0,35
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	45,20	D	44,21	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	47,19	D	45,53	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,19	E	44,59	E	1,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,22	E	41,40	E	0,82
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,55	D	41,89	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,23	D	38,95	D	1,28

Média= 44,17
 Se= 0,85
 Cve= 1,93%

Tabela F. 7 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote7.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	Laje do 1º SS junta C	7	9,00	42,22	B	41,55	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,88	C	41,08	D	1,80
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,52	B	46,82	D	0,70
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	46,86	B	45,22	D	1,63
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	43,21	C	42,04	D	1,17
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	45,53	B	44,87	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,21	B	43,31	E	0,89
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,89	E	39,56	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	54,48	D	52,87	B	1,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	52,23	D	52,16	B	0,07
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	45,53	E	45,20	D	0,33

Média= 45,47
 Se= 0,88
 Cve= 1,93%

Tabela F. 8 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote8.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	Laje do 1º SS junta C	8	9,00	46,19	E	44,59	A	1,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	49,18	E	48,51	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	D	45,22	E	1,63
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	37,29	D	36,30	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			8,00	44,21	B	42,22	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,88	D	42,88	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	41,55	D	41,55	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,21	D	43,87	E	0,33

Média= 43,59
 Se= 0,80
 Cve= 1,84%

Tabela F. 9 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote9.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	Laje Jt-D 1ºetapa,1ºSS	9	11,00	52,16	D	50,50	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	45,53	D	44,54	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,88	E	42,88	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,19	E	46,86	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	48,51	D	46,52	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	52,82	E	51,27	C	1,55
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,52	E	45,86	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	54,15	E	52,55	D	1,60
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,83	E	49,51	B	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	54,48	E	52,55	E	1,93
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	52,16	D	51,50	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,19	C	44,87	C	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	49,51	D	47,77	E	1,74

Média= 48,89
 Se= 1,14
 Cve= 2,34%

Tabela F. 10 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote10.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	2º concretagem da laje do 1º SS junta D	10	12,00	41,22	D	39,81	D	1,41
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,89	D	39,90	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	39,23	B	38,95	D	0,28
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	40,23	D	39,23	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	D	42,70	D	2,17
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,85	E	46,52	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	51,27	D	49,68	D	1,59
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	46,19	C	45,20	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	D	42,04	E	2,17

Média= 43,39
 Se= 1,27
 Cve= 2,93%

Tabela F. 11 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote11.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	2º concretagem da laje do 1º SS junta D	11	11,00	49,51	D	47,85	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	40,23	D	38,54	E	1,69
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,23	D	40,23	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,89	D	38,95	D	1,94
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,87	D	42,99	E	1,87
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,85	E	47,52	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	40,62	D	40,23	D	0,40
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	D	42,88	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	39,90	D	39,56	C	0,33

Média= 42,61
 Se= 0,94
 Cve= 2,21%

Tabela F. 12 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote12.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	rampa 1ª parte Jt B	12	10,00	53,15	D	51,27	D	1,88
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,55	D	41,89	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	51,50	D	40,23	D	11,27
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	D	44,21	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	52,82	E	52,82	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,86	D	46,19	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,85	E	48,18	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	50,17	D	48,85	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,51	D	45,86	D	3,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,84	D	47,52	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	49,84	B	48,51	D	1,32

Média= 47,98
 Se= 1,97
 Cve= 4,10%

Tabela F. 13 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote13.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 1º subsolo Jt E 2ª etapa	13	12,00	43,21	D	42,55	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	51,50	D	48,51	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	46,86	D	45,53	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,50	D	51,50	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	47,19	D	47,19	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,20	D	43,87	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,20	D	42,88	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	43,21	D	43,21	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	47,19	D	46,86	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	45,20	D	43,63	D	1,57

Média= 46,10
 Se= 0,93
 Cve= 2,02%

Tabela F. 14- Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote14.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 1º subsolo Jt E 2ª etapa	14	12,00	47,52	C	46,82	D	0,70
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,51	D	47,85	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	52,16	D	52,16	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	50,83	D	49,84	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	52,49	D	52,49	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,17	D	49,51	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,83	D	51,83	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	55,48	D	52,49	D	2,98

Média= 50,81
 Se= 0,78
 Cve= 1,53%

Tabela F. 15 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote15.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 1º pav. Jt A	15	9,00	44,87	D	44,54	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,85	D	47,85	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,51	D	47,45	B	2,06
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	D	46,66	D	0,20
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,54	E	43,21	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,86	D	45,86	C	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,52	D	45,22	D	2,30
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	48,51	D	45,22	E	3,29
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	45,66	C	44,87	E	0,79
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	48,85	E	48,18	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,52	E	44,87	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	48,85	E	47,85	C	0,99

Média= 46,59
 Se= 1,08
 Cve= 2,32%

Tabela F. 16 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote16.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 1º pav. Jt A e rampa da JT A e B	16	12,00	48,51	D	45,53	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	52,16	A	49,36	D	2,80
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	48,51	D	45,86	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	50,83	E	49,18	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	52,82	0,00	50,00	D	2,82
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	49,84	C	49,18	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	51,83	E	51,17	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	48,85	0,00	48,18	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	49,51	C	47,19	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,51	C	48,18	D	1,33

Média= 49,31
 Se= 1,64
 Cve= 3,34%

Tabela F. 17 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote 17.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do piso do semi enterrado Jt B	17	12,00	44,87	D	43,54	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	43,54	A	42,88	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,88	B	42,88	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	36,30	A	34,97	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,53	D	44,87	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	41,22	D	40,13	E	1,09
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	39,90	B	38,95	D	0,95
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	37,29	D	35,67	C	1,62
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	41,55	D	40,13	D	1,43

Média= 40,95
 Se= 0,89
 Cve= 2,18%

Tabela F. 18 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote18.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do piso do semi enterrado Jt B	18	11,00	46,86	E	45,54	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	40,89	C	40,89	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	41,55	C	40,56	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,21	D	42,99	D	1,21
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	39,90	D	38,95	D	0,95
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,21	D	42,99	D	1,21
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,87	E	42,99	B	1,87
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,52	D	43,95	E	2,58
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	43,21	E	41,72	E	1,49

Média= 42,93
 Se= 1,14
 Cve= 2,67%

Tabela F. 19 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote19.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje pilares 1ª etapa da Jt B	19	12,00	43,77	E	43,21	C	0,56
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	39,90	D	39,56	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	38,62	D	37,90	D	0,71
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,22	E	39,90	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			8,00	39,23	D	37,67	C	1,56
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,54	C	41,89	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			3855,00	41,22	C	40,56	B	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	43,37	D	42,22	E	1,15
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	45,53	D	45,53	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,55	D	41,55	D	1,00

Média= 41,55
 Se= 0,97
 Cve= 2,34%

Tabela F. 20 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote20.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje pilares 1ª etapa da Jt B	20	10,00	45,97	D	45,53	D	0,44
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	46,19	D	44,21	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	D	43,54	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	43,87	D	43,54	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,54	D	43,21	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	C	43,54	C	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	D	44,21	C	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	D	43,21	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	38,29	D	38,29	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	37,29	E	36,30	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	45,86	C	43,21	D	2,65

Média= 43,18

Se= 1,00

Cve= 2,31%

Tabela F. 21 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote21.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 1º Pavimento junta A	21	11,00	45,53	E	43,87	D	1,66
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	44,54	D	44,21	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,85	D	46,52	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,86	E	44,21	D	2,65
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	41,22	E	40,23	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	38,95	D	37,29	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,54	D	43,21	D	0,33
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	43,87	D	43,54	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	43,54	D	40,23	D	3,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	38,95	E	36,30	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,53	D	42,88	E	2,65
	2,00	28,00	7,00	35,00			10,00	39,90	E	37,29	B	2,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	43,54	D	41,22	E	2,32

Média= 42,49
 Se= 1,56
 Cve= 3,66%

Tabela F. 22 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote22.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 1º Pav-junta E	22	12,00	43,54	E	42,88	D	0,66
	2,00	28,00	7,00	35,00			11,00	47,19	D	44,21	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,19	D	46,19	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,87	E	44,21	D	0,66
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	48,51	E	45,53	D	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	42,88	D	40,23	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	41,55	E	41,22	E	0,33
	2,00	28,00	7,00	35,00			11,00	47,19	D	45,53	C	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,22	E	41,55	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,17	D	48,18	D	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,55	D	41,22	D	1,33
	2,00	28,00	7,00	35,00			12,00	43,87	D	41,90	E	1,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	48,18	E	46,86	D	1,32

Média= 44,60
 Se= 1,38
 Cve= 3,09%

Tabela F. 23 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote23.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje da junta B 1 pavimento	23	10,00	38,95	E	36,30	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	39,90	B	39,56	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			8,00	39,56	D	37,95	E	1,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	40,23	B	36,96	B	3,27
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,88	D	41,90	D	0,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,88	D	41,90	D	0,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,22	D	40,23	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	39,89	B	37,95	E	1,94
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	D	45,53	D	1,33

Média= 40,65
 Se= 1,49
 Cve= 3,65%

Tabela F. 24 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote24.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje da junta B 1 pavimento	24	10,00	50,17	D	46,19	B	3,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			8,00	40,23	D	38,62	D	1,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	36,30	E	36,30	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	36,30	D	36,30	B	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	39,56	C	38,95	D	0,62
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	42,55	D	42,22	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	45,20	E	43,54	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	36,96	B	36,96	C	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	41,94	D	38,95	D	2,99

Média= 40,40
 Se= 1,10
 Cve= 2,73%

Tabela F. 25 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote25.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 2º pavimento da junta B	25	11,00	48,85	D	47,52	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			16,00	46,19	D	41,89	E	4,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	50,17	E	47,52	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	55,48	D	51,83	E	3,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	54,48	D	52,82	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,86	D	46,52	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	51,17	D	47,52	D	3,65

Média= 49,20
 Se= 2,22
 Cve= 4,52%

Tabela F. 26 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote26.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 2ª pavimento da junta B	26	10,00	54,48	E	52,82	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	50,17	E	45,53	E	4,64
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	50,17	E	45,86	B	4,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	49,51	D	48,85	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	51,50	E	50,83	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	58,79	D	55,81	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	58,12	D	55,14	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	58,79	E	56,80	E	1,99

Média= 52,70
 Se= 2,20
 Cve= 4,18%

Tabela F. 27 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote27.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 3º pavimento junta A	27	12,00	48,18	D	46,86	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,19	D	46,19	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,84	D	49,51	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	51,17	D	49,84	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	49,18	D	47,19	E	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	49,18	E	49,18	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	E	43,21	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,18	E	48,18	D	0,00

Média= 47,89
 Se= 0,66
 Cve= 1,38%

Tabela F. 28 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote28.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje 3º pavimento junta A	28	12,00	49,18	D	46,86	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,51	D	47,52	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,51	D	47,52	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,85	D	46,86	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,52	D	46,52	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,19	D	44,54	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	50,17	D	49,18	E	0,99

Média= 47,71
 Se= 1,26
 Cve= 2,64%

Tabela F. 29 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote29.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 3º pav. Da junta E	29	12,00	44,21	D	42,88	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,87	D	43,87	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	50,50	E	50,50	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,53	E	45,53	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	49,51	E	46,19	E	3,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	D	46,35	D	0,51
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,85	D	47,52	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,19	D	45,86	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	48,85	E	46,52	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	46,86	E	44,54	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	36,63	D	34,97	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,19	B	45,53	E	1,66

Média= 45,64
 Se= 1,09
 Cve= 2,39%

Tabela F. 30 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote30.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 3º pav. Junta B	30	12,00	44,21	D	42,88	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,87	D	43,87	E	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	50,50	E	50,50	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	45,53	E	45,53	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	49,51	E	46,19	E	3,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	46,86	D	46,35	D	0,51
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,85	D	47,52	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,19	D	45,86	E	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	48,85	E	46,52	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	46,86	E	44,54	D	2,32

Média= 46,55
 Se= 1,01
 Cve= 2,18%

Tabela F. 31 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote31.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do 3º pav. Junta B	31	9,00	36,63	D	34,97	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	47,19	B	45,53	E	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	40,23	E	39,56	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	48,85	B	47,52	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	52,16	D	50,17	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,00	48,85	D	45,53	D	3,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	38,95	E	35,96	E	2,99

Média= 43,72
 Se= 1,72
 Cve= 3,94%

Tabela F. 32 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote32.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje do terraço junta D Bl.B	32	12,00	47,52	D	46,86	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	43,87	E	42,88	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	48,18	E	46,86	D	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	51,83	C	50,83	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	53,14	E	52,16	D	0,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	46,52	D	45,86	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	46,52	D	44,21	D	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	45,53	E	43,87	D	1,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	44,87	D	40,89	D	3,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	37,95	E	35,63	E	2,32

Média= 45,80
 Se= 1,41
 Cve= 3,08%

Tabela F. 33 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote33.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje dp piso do terraço junta E	32	12,50	34,64	E	32,32	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	31,32	E	30,66	E	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	37,62	E	33,64	D	3,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	36,96	D	36,96	E	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	39,90	D	39,56	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	39,90	S	38,62	E	1,28
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,50	40,23	D	37,62	E	2,61
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	38,29	D	37,62	D	0,66

Média= 36,62
 Se= 1,31
 Cve= 3,58%

Tabela F. 34 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote34.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje dp piso do terraço junta E	34	10,00	37,29	E	35,30	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	39,56	D	38,62	D	0,95
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	38,95	D	37,62	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,50	37,62	C	32,98	E	4,64
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	35,30	E	31,32	D	3,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	33,64	D	32,98	D	0,66

Média= 35,93
 Se= 2,00
 Cve= 5,57%

Tabela F. 35 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote35.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje da cobertura junta D Bl. B fundo da caixa D água	35	12,00	38,95	D	38,95	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	38,29	D	37,95	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	41,55	E	38,29	D	3,27
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,89	D	39,56	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	35,63	D	35,30	D	0,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	39,89	D	38,95	D	0,94
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,89	D	38,29	E	2,61

Média= 38,81
 Se= 1,11
 Cve= 2,87%

Tabela F. 36 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote36.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	cobertura da junta B	36	12,00	45,20	D	41,89	E	3,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	45,20	D	45,20	D	0,00
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	46,19	D	44,87	E	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,50	41,55	D	41,28	D	0,27
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	38,95	D	37,62	D	1,33
	2,00	28,00	8,00	35,00			0,00	39,23	E	38,29	E	0,95
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,50	48,18	E	44,54	C	3,65

Média= 42,73
 Se= 1,37
 Cve= 3,21%

Tabela F. 37 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote37.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	cobertura da junta B	37	11,00	44,21	D	43,54	D	0,66
	2,00	28,00	8,00	35,00			0,00	35,30	D	35,22	D	0,08
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	38,29	D	36,30	D	1,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,89	D	38,62	D	2,27
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	35,63	D	35,22	D	0,41
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	41,55	E	41,41	E	0,15
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	34,97	D	34,97	E	0,00

Média= 38,29
 Se= 0,70
 Cve= 1,84%

Tabela F. 38 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote38.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	laje da cobertura da junta E	38	12,00	44,21	D	41,23	E	2,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	43,55	D	41,56	D	1,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	41,89	D	39,58	E	2,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	41,23	E	39,91	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	38,59	D	37,90	E	0,69
	2,00	28,00	8,00	35,00			9,50	42,89	D	40,24	D	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,90	D	39,58	E	1,32
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	33,96	E	32,30	E	1,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	42,56	D	40,24	D	2,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	42,56	E	40,90	E	1,65
	2,00	28,00	5,00	35,00			12,00	39,25	E	37,26	D	1,98

Média= 40,10
 Se= 1,68
 Cve= 4,19%

Tabela F. 39 - Resultados da resistência à compressão do concreto e cálculo do coeficiente de variação C – lote39.

Obra	Nº CP's / idade	Idade	Volume (m3)	f _{ck} (Mpa)	Peça Concretada	NUMERO DO LOTE	Slump Test (cm)	Resist.-01 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-02 (MPa)	Tipo de ruptura	Resist.-01 (MPa) - Resist.-02 (MPa)
	2,00	28,00	8,00	35,00	viga e laje da junta C	39	12,00	42,23	D	39,58	E	2,65
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,50	40,24	D	36,60	E	3,64
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,50	44,87	D	40,57	C	4,30
	2,00	28,00	8,00	35,00			10,00	47,85	D	45,86	D	1,98
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	44,21	D	41,89	D	2,31
	2,00	28,00	8,00	35,00			11,00	44,54	D	43,55	D	0,99
	2,00	28,00	8,00	35,00			12,00	40,24	D	38,59	E	1,65

Média= 42,20

Se= 2,22

Cve= 5,26%