



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO:
PRODUÇÃO, ACEITAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTIMADORES DA
ABNT NBR 12655:2006**

Mário Marques Wanderley da Silva

**Recife
2012**

Mário Marques Wanderley da Silva

**CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO:
PRODUÇÃO, ACEITAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTIMADORES DA
ABNT NBR 12655:2006**

Trabalho de conclusão de curso submetido à avaliação do Departamento de Engenharia Civil (DECIV) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

Recife

2012

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

S586c

Silva, Mário Marques Wanderley da.

Controle tecnológico do concreto: produção, aceitação e análise dos estimadores da ABNT NBR 12655:2006. / Mário Marques Wanderley da Silva. - Recife: Os Autores, 2012.

84 folhas; il., tabs.

Orientador: Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia Civil, 2012.

Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Produção e aceitação do concreto. 3. Análise estatística. I. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira. (Orientador). II. Título.

624 CDD (22. ed.)

UFPE/BCTG/2012-193

Mário Marques Wanderley da Silva

**CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO:
PRODUÇÃO, ACEITAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTIMADORES DA
ABNT NBR 12655:2006**

Trabalho de conclusão de curso submetido à avaliação do Departamento de Engenharia Civil (DECIV) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

Recife

2012

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso aborda uma análise dos estimadores e procedimentos recomendados pela ABNT NBR 12655:2006 para a obtenção de resultados de aprovação ou rejeição de lotes de concreto definidos com aplicação e ilustração dos conceitos de média móvel, desvio padrão e coeficiente de variação das operações de ensaio e controle. O controle tecnológico tem uma influência econômica muito forte e, portanto, se faz necessária a verificação sistemática dos estimadores para a comprovação da sua validade. 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 a 5% de uma distribuição normal de freqüências. Para o controle desse valor característico empregam-se funções de aceitação fornecidas pela norma. Para avaliar as variabilidades e a aceitação do concreto, foram analisados os resultados de resistência à compressão, aos 7 e 28 dias de idade, de uma determinada obra situada em Recife/PE, para a construção de um edifício residencial. No trabalho, são apresentadas as análises dos lotes de concreto selecionados, a partir dos estimadores propostos pela ABNT NBR 12655:2006, além de avaliações estatísticas e ilustrações gráficas dos conceitos.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força, sabedoria e coragem para enfrentar os desafios durante essa caminhada.

À minha família, em especial aos meus pais Mário Wilson e Solange Carmen que me incentivaram e me apoiaram em toda decisão tomada acreditando na minha formação técnica e conclusão do Curso de Engenharia Civil.

Aos meus amigos e colegas de curso aos quais devo muitas considerações por ter me acompanhado até a conclusão.

Aos docentes pelas oportunidades de ampliar meus conhecimentos na área da Engenharia Civil, em especial ao Professor Tibério Andrade que me orientou e forneceu informações importantes para a confecção deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
1.1. Justificativa	09
1.2. Objetivo.....	09
1.3. Controle Tecnológico – Breve Histórico.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Definição.....	12
2.2 Características e Propriedades do Concreto	12
2.2.1 Componentes	12
2.2.2 Concreto Fresco	13
2.2.2.1 Trabalhabilidade	13
2.2.2.2 Segregação	14
2.2.2.3 Exsudação	14
2.2.3 Concreto Endurecido	15
2.3 Controle da Qualidade do Concreto.....	16
2.4 Controle de Produção do Concreto.....	17
2.5 Controle de Aceitação do Concreto	18
2.6. Resistência Característica à Compressão	19
2.6.1 Estimadores de Aceitação	21
3. METODOLOGIA	22
3.1 Obtenção das Amostras	22
3.2 Determinação dos Estimadores Definidos na NBR 12655:2006.....	23
3.3 Estudo de Caso	24
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
5. CONCLUSÃO	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
Anexos – Tabelas e Planilhas com Resultados para Análises	58

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

O controle da resistência à compressão do concreto tem por objetivo obter um valor potencial, único e característico para certo volume de concreto, comparando-o ao valor especificado no projeto estrutural e tomado como referência para o dimensionamento da estrutura. Como os valores resultantes dos ensaios dos diferentes corpos de prova apresentam valores dispersos, a média destes resultados não é suficiente para definir e qualificar a resistência do concreto. Assim, é necessário considerar essa dispersão através do desvio-padrão ou do coeficiente de variação do processo de produção e ensaio.

Segundo a ABNT NBR 12655:2006 a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}) é o valor de resistência acima do qual se espera ter 95% de todos os resultados possíveis de ensaio, ou seja, estatisticamente a probabilidade de rejeição será de apenas 5%.

O controle estatístico de qualidade é baseado em estimadores que aferem a aprovação ou não de um lote de concreto, logo a veracidade do mesmo deve ser avaliada, pois através dos resultados os responsáveis pela estrutura obtêm parâmetros para a rejeição ou aprovação definitiva dos lotes.

1.2. Objetivo

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo a análise estatística dos estimadores da ABNT NBR 12655:2006 e o controle tecnológico de produção e aceitação do concreto, através da avaliação dos resultados das resistências à compressão simples de corpos de prova com resistência de projeto definida para 35MPa com aplicação dos conceitos de média móvel, desvio padrão do processo de produção e ensaio e coeficiente de variação das operações de ensaio e controle.

1.3. Controle Tecnológico – Breve Histórico

Até meados dos anos 70 todo o concreto era feito em obra, sob a supervisão direta do engenheiro responsável pela execução, que providenciava o traço, sempre com apoio de um laboratório de controle e/ou assessoria de um engenheiro tecnologista de concreto. Desta forma, o traço e todo um programa de controle eram organizados para permitir conhecer e atestar a qualidade do concreto a qualquer tempo, bem como apoiar as decisões de movimentar escoramentos, retirar formas, liberando e aprovando a estrutura no devido tempo.

A partir de 1978, com a reformulação da norma brasileira NB1/60, surgiu a NB1/78, logo depois a NB1/80, que trouxe modificação significativa na interpretação de resultados do concreto, introduzindo os conceitos semi-probabilísticos e neles o surgimento dos estimadores de fck como forma de verificar o atendimento à qualidade.

Atualmente os conceitos de avaliação e procedimentos são regidos pelas Normas ABNT NBR 12655:2006 e ABNT NBR 6118:2007.

Após o ano de 2003, com a mudança da ABNT NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, revisada posteriormente em 2007, uma nova cadeia de procedimentos entrou em vigor, envolvendo o projeto, a produção e o controle do concreto aplicado em estruturas. Entretanto as naturais dificuldades de adaptação dos novos conhecimentos aos procedimentos do dia a dia das obras estão ainda incipientes em muitas delas, e há a percepção no mercado de que os engenheiros estruturais têm sido acionados com frequência a atenderem não-conformidades, especialmente baixas resistências do concreto.

Naturalmente o profissional responsável pelo cálculo tem que trabalhar junto às suas obras e colaborar com elas, especialmente com o responsável pela execução, no sentido de fornecer informações de projeto completas e sanar dúvidas sobre este, para que a execução flua com correção.

Por sua vez cabe ao responsável pela execução organizar-se de modo a respeitar o projeto de forma total na execução, buscando informações e adotando procedimentos que garantam a qualidade da obra como definida.

Isto significa que o concreto da estrutura deve ser corretamente elaborado, seja por terceiros contratados, seja pela própria equipe na obra, e devidamente controlado inclusive com toda a documentação que comprove, a qualquer tempo, a qualidade do concreto em todas as partes da estrutura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definição

Concreto de Cimento Portland é o material resultante da mistura, em determinadas proporções, de um aglomerante cimento Portland, com um agregado miúdo, geralmente areia lavada, um agregado graúdo, geralmente brita e água. Pode-se ainda, se necessário, usar aditivos e adições minerais.

A água e o cimento, quando misturados, desenvolvem um processo denominado hidratação e formam uma pasta que adere às partículas dos agregados. Nas primeiras horas após o preparo é possível dar a essa mistura o formato desejado. Algumas horas depois a mistura endurece e, com o passar dos dias, adquire grande resistência mecânica, convertendo-se num material monolítico dotado das mesmas características de uma rocha.

Segundo a ABNT NBR 12655:2006, concreto de cimento Portland é o material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, metacaulim ou sílica ativa), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água).

2.2. Características e Propriedades do Concreto

2.2.1. Componentes

De acordo com a ABNT NBR 12655:2006 os componentes do concreto de cimento portland são definidos como:

Cimento Portland: aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer portland, ao qual se adiciona, durante essa operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a essa mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto forno e/ou materiais carbonáticos nos teores indicados nas normas específicas.

Agregado: material sem forma ou volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas ao preparo de argamassas e concretos.

Aditivo: material adicionado durante o processo de mistura do concreto em pequenas quantidades (geralmente inferior a 5%), proporcional à massa de cimento, para modificar as propriedades do concreto fresco ou endurecido.

Água: Elemento da natureza necessário para o processo de mistura e hidratação dos grãos de cimento. A água deve estar livre de qualquer tipo de contaminação para utilização na fabricação de concretos.

2.2.2. Concreto Fresco

2.2.2.1 Trabalhabilidade

O concreto é trabalhável à medida que pode ser adensado com facilidade, e seja de fácil lançamento com ausência de segregação, sendo estas as propriedades essenciais do concreto fresco (NEVILLE, 1997).

Segundo Petrucci (1968), a medida da trabalhabilidade é realizada pelo abatimento (deformação) causado na massa de concreto pelo seu próprio peso. O aparelho consiste em uma forma tronco-cônica de diâmetro de 10 a 20 cm e altura de 30 cm, dentro da qual é colocada uma massa de concreto em 3 camadas iguais, adensadas, cada uma com 25 golpes, com uma barra de 16 mm de diâmetro, retirando-se lentamente o molde. Determina-se a diferença entre a altura do molde e a da massa de concreto, após assentada, permitindo-se identificar índices de trabalhabilidade em função da diferença entre alturas.

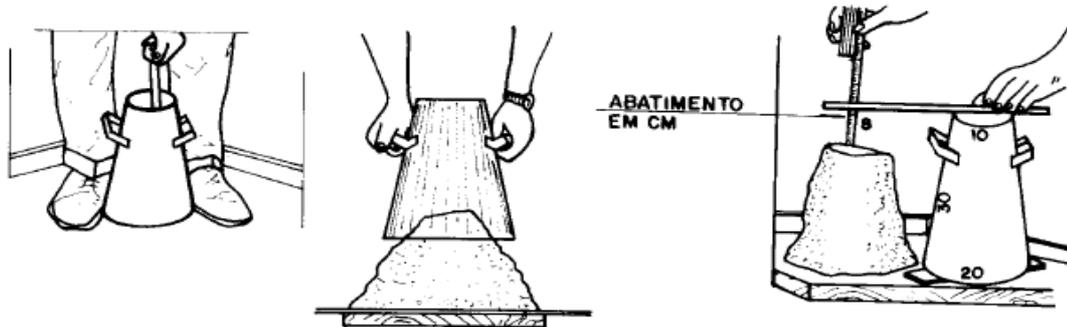


Figura 1 – Ensaio de Trabalhabilidade Slump Test (Araújo, Rodrigues e Freitas, p53)

Tendo em vista que o concreto fresco tem uma importância passageira, mas fundamental, a resistência no estado endurecido é muito influenciada pelo nível do adensamento, pois a presença de 5% de vazios reduz a resistência na ordem de 30% e mesmo 2% de vazios pode resultar em perdas de até 10%. É de fundamental importância que a sua consistência seja adequada para que possa ser transportado, lançado, adensado e acabado com facilidade, sem segregação (NEVILLE, 1997).

2.2.2.2 Segregação

Segundo Neville (1997) segregação pode ser definida como a separação dos materiais envolvidos na mistura heterogênea do concreto, de modo que sua distribuição deixe de ser uniforme. As diferenças de tamanho das partículas e das massas específicas dos constituintes da mesma são as causas primárias da segregação, que podem ser controladas por uma granulometria adequada e por cuidados no manuseio.

2.2.2.3 Exsudação

A exsudação é um fenômeno de separação da água, efeito de segregação da pasta de cimento, em que parte da água da mistura passa a subir para a superfície de um concreto recém misturado. Como os grãos de areia são mais pesados que a

água que os envolvem, são forçados, por gravidade, a uma sedimentação e um afloramento do excesso de água, expulso das porções inferiores. Esse fenômeno ocorre antes do início da pega, e pode prejudicar a uniformidade, a resistência e a durabilidade dos concretos (BAUER, 1994).

2.2.3. Concreto Endurecido

O concreto é considerado um sólido a partir da pega. É um material em constante evolução e susceptível às alterações impostas pelo meio ambiente, sendo elas físicas, químicas e mecânicas, e que ocorrem de maneira lenta. A durabilidade de um concreto pode ser perfeitamente prolongada quando a estrutura se encontra devidamente protegida. Em estruturas de edificações, é de extrema importância, as características mecânica e estrutural do concreto (BAUER, 1994).

O concreto é um material que responde bem às tensões de compressão e em contrapartida responde mal às tensões de tração sendo que na resistência à compressão ele resiste dez vezes mais que na resistência a tração; na flexão, a resistência à tração (módulo de ruptura) é duas vezes maior das resistências obtidas por tração simples. O concreto resiste mal ao cisalhamento, em função das tensões de distensão que então se verificam em planos inclinados. Os principais fatores que afetam a resistência mecânica são:

- ✓ Relação água/cimento; idade; forma e graduação dos agregados;
- ✓ Tipo de cimento; forma e dimensão dos corpos-de-prova;
- ✓ Velocidade de aplicação da carga de ensaio e duração da carga (PETRUCCI, 1968).

São vários os fatores que complementam as citações anteriores e influenciam na resistência à compressão do concreto, dentre eles podem-se relacionar alguns dos principais: variabilidade do cimento, dos agregados, da água, dos aditivos e da proporção relativa desses materiais; qualidade e operação dos equipamentos de dosagem e mistura; eficiência das operações de ensaio e controle.

2.3. Controle da Qualidade do Concreto

A certificação de qualidade 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 de serviços quanto de produtos, muitos ainda com seu desempenho sob análise, e em busca de meios que atestem sua qualidade e aumentem sua credibilidade. Além disso, as empresas buscam cada vez mais esses tipos de certificação, não apenas pela preocupação com a qualidade final do produto, mas por questões econômicas e de marketing no mercado em que atuam.

Segundo Helene & Terzian (1993) um sistema de garantia da qualidade deve adotar como referencial uma documentação técnica que estabeleça os procedimentos, especificações e responsabilidades a serem atendidos pelos vários intervenientes no processo de produção e uso dos edifícios tais como: projetistas, construtores, fabricantes de materiais e componentes, compradores e usuários.

Diante deste quadro, diversas ferramentas estão sendo propostas para assegurar a fabricação de concretos mais uniformes e mais confiáveis, dentre eles o controle estatístico do concreto. Como a resistência à compressão é o parâmetro principal para a dosagem do concreto, ela está diretamente relacionada à segurança estrutural. Desta forma, um concreto que atenda aos valores adotados no projeto poderá ser utilizado como critério de aceitação da estrutura.

O controle da resistência à compressão do concreto tem por objetivo obter um valor potencial, único e característico para certo volume de concreto, comparando-o ao valor especificado no projeto estrutural e tomado como referência para o dimensionamento da estrutura. Como os valores resultantes dos ensaios dos diferentes corpos de prova apresentam valores dispersos, a média destes resultados não é suficiente para definir e qualificar a resistência do concreto. Assim, é necessário considerar essa dispersão através do desvio-padrão ou do coeficiente de variação do processo de produção e ensaio.

2.4. Controle de Produção do Concreto

O controle de produção do concreto compreende um conjunto de métodos para garantir a execução do concreto especificado da forma mais econômica possível. Para tanto, é imprescindível manter o controle de qualidade e de uniformidade da matéria-prima utilizada, assegurando o correto proporcionamento destes materiais e a eficiência dos equipamentos e da mão-de-obra utilizada.

No controle de produção deve-se estar atento às características do concreto no estado fresco como: consistência, massa específica, teor de ar incorporado e relação água/materiais secos. Estas informações permitem a avaliação das características finais do concreto no estado endurecido (HELENE & TERZIAN, 1993).

Além destas verificações, o controle da resistência à compressão é sempre indicado uma vez que todo concreto é julgado através deste parâmetro.

Ainda de acordo com Helene & Terzian (1993), o controle de produção mais divulgado e aceito no Brasil utiliza cartas de controle que permitem o acompanhamento da uniformidade e da eficiência da produção. 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 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 nesta carta os valores da resistência característica especificada no projeto estrutural (f_{ck}), da resistência média de dosagem ($f_{cm,d}$) e da resistência média obtida para cada lote (f_{cm}).

Segundo Helene & Terzian (1993), o acompanhamento da evolução do desvio-padrão é o aspecto mais importante do controle de qualidade do processo de produção do concreto. Além de ser um parâmetro característico e inerente a

determinado processo de produção, o custo do metro cúbico de concreto depende diretamente dele. O desvio-padrão deve ser o parâmetro sempre que F_{cmj} superar 20MPa.

De acordo com a NBR 6118:2007 a resistência média de dosagem é obtida através de:

$$F_{cmj,d} = F_{ckj} + 1,65 S_d$$

Como F_{ckj} é um valor fixo e especificado por projeto, especificamente neste trabalho 35 MPa, a resistência média de dosagem, $F_{cmj,d}$, depende apenas do desvio-padrão de dosagem S_d . Trata-se, portanto, da construção de um gráfico onde se assinale os resultados do desvio-padrão obtidos de cada lote através dos exemplares da amostra que o representa.

2.5. Controle de Aceitação do Concreto

O controle de aceitação do concreto tem por objetivos analisar a conformidade do concreto e consiste em duas etapas:

Efetuada durante a descarga da betoneira, consiste na verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco com amostras coletadas de acordo com a NBR NM33 (Concreto – Amostragem de Concreto Fresco). Devem ser realizados ensaios de consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme a NBR NM67 (Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone), ou pelo espalhamento do tronco de cone, conforme a NBR NM68 (Concreto – Determinação da Consistência pelo Espalhamento na Mesa de Graff).

Consiste na verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto endurecido.

Os resultados dos ensaios de resistência, conforme a NBR 5739 (Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos), realizados em amostras coletadas de

acordo com a NBR 5738 (Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova), devem servir para a aceitação ou rejeição dos lotes.

A ABNT NBR 12655:2006 considera dois tipos de controle de resistência: o controle estatístico por amostragem parcial e o controle do concreto por amostragem total. Para cada um destes tipos é prevista uma forma para o cálculo do $f_{ck,est}$.

Segundo Helene & Terzian (1993) o controle de recepção do produto concreto, que envolve uma avaliação de aceitação ou rejeição, difere do controle de produção em dois aspectos fundamentais. Primeiro porque a finalidade da decisão é julgar a conformidade ou não de certa porção de concreto com relação ao que foi especificado. Não se trata da análise da estabilidade do processo de produção, ou seja não há o objetivo de analisar as variações que intervêm no processo do concreto para avaliar a qualidade. O segundo aspecto porque não envolve, em princípio fatores econômicos da produção. Só importa aceitar um concreto com a resistência característica atendida, seja qual for a dispersão e a média de produção do concreto. Através desta análise há o interesse em limitar a quantidade de concreto (lote) dentro do qual se fará uma amostragem aleatória. Também é necessário que sejam definidos os elementos da estrutura que foram confeccionados com o lote de concreto, de modo que, quando se dispuser dos resultados seja possível decidir sobre sua adequação.

2.6. Resistência Característica a Compressão

A resistência à compressão simples, denominada f_{ck} , é a característica mecânica mais importante do concreto. Para estimá-la em um lote, são moldados e preparados corpos-de-prova para ensaio segundo a NBR 5738 (Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova Cilíndricos ou Prismáticos de Concreto), os quais são ensaiados segundo a NBR 5739 (Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos). O corpo-de-prova padrão brasileiro é o cilíndrico, com 15cm de diâmetro e 30cm de altura, e a idade de referência para o ensaio é 28 dias, sendo também utilizadas as dimensões de 10cm de diâmetro e 20cm de altura. Após

ensaio de um número de corpos-de-prova, pode ser feito um gráfico com os valores obtidos de f_c versus a quantidade de corpos-de-prova relativos a determinado valor de f_c , também denominada densidade de freqüência. A curva encontrada denomina-se Curva Estatística de Gauss ou Curva de Distribuição Normal para a resistência do concreto à compressão.

Devido a dispersão dos resultados dos corpos-de-prova no ensaio de compressão simples, é preciso definir uma resistência característica a compressão do concreto (f_{ck}). Os valores característicos f_k das resistências a compressão são os que num lote de material, tem uma determinada probabilidade de serem ultrapassados no sentido desfavorável para a segurança. Para a NBR-6118 2007 a resistência característica inferior é admitida como sendo o valor que tem apenas 5% de probabilidade de não ser atingido pelos elementos de um dado lote de material.

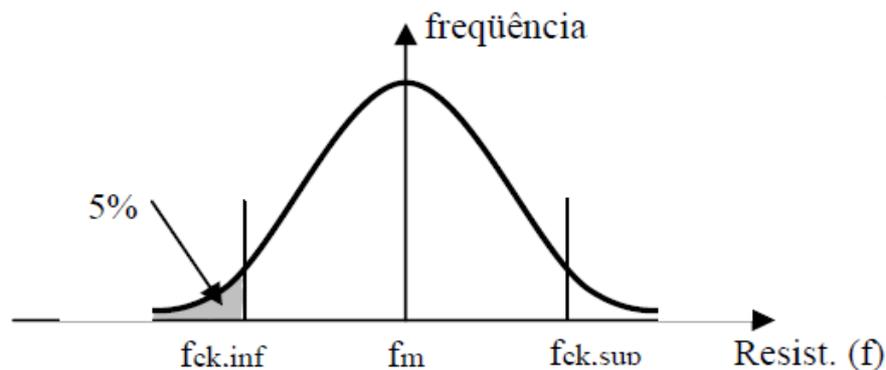


Figura 2 - Resistência do Concreto Distribuição Normal (Introdução ao Concreto Armado, Julio de Mesquita)

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,65 \cdot Sd$$

Onde:

f_{cm} : resistência média;

Sd : desvio padrão.

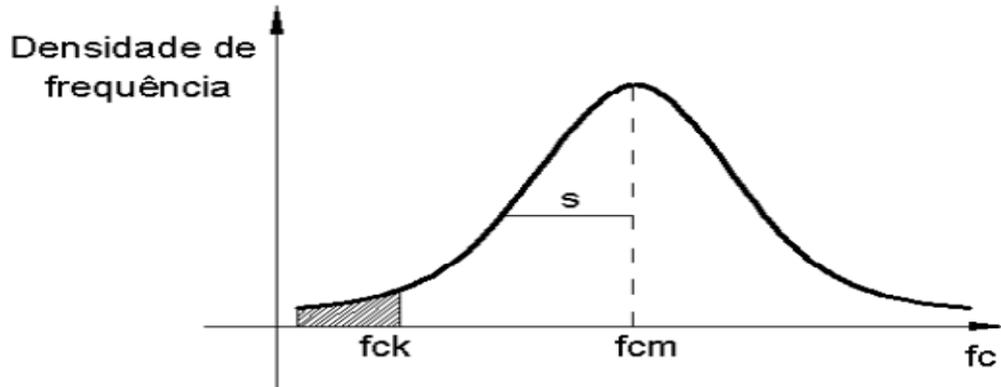


Figura 3 – Curva de Gauss para a Resistência do Concreto à Compressão (Pinheiro, Muzardo e Santos, 2004)

2.6.1. Estimadores de Aceitação

Segundo a Norma ABNT NBR 12655:2006 a aceitação do concreto depende de duas etapas:

- Aceitação do concreto fresco (provisória)
- Aceitação definitiva

A aceitação definitiva se dá pela efetivação de ensaios de controle de aceitação do concreto. Para concluir se o concreto está ou não de acordo com o especificado, os estimadores possuem a função de, logo após os ensaios, estimar a qualidade do concreto, assim para a aprovação definitiva dos lotes, a resistência característica estimada, f_{ckest} , deve ser maior ou igual ao f_{ck} de projeto (NASCIMENTO & SILVA, 2012).

Ainda de acordo com Nascimento & Silva (2012) como as amostras são variáveis aleatórias, corre-se o risco de erros, ou seja, o estimador pode aprovar concretos “ruins” ou reprovar concretos “bons”, por melhor que seja o estimador é sempre possível um erro de decisão. O estimador ideal seria aquele que reprovasse 100% quando a porcentagem de concretos defeituosos excedesse 5%, ou em outro extremo aprovasse 100% quando a porcentagem de defeituosos fosse menor que 5%, logo o estimador terá um bom desempenho se os dois tipos de erros forem pequenos.

3. METODOLOGIA

3.1. Obtenção das Amostras

Inicialmente, através de consulta aos acervos da equipe de engenharia da obra foi avaliada a veracidade das informações constantes nos laudos técnicos fornecidos pelo laboratório contratado pela construtora efetuando-se uma checagem com as informações dos mapeamentos das concretagens, ou seja, o controle dos locais de aplicação de cada caminhão de concreto. Foi constatado que o controle é realizado com o uso de croquis, através das plantas baixas dos pavimentos impressos em tamanho reduzido para facilitar o trabalho de campo. A formação dos lotes obedeceu aos limites da norma ABNT NBR 12655:2006 que, a saber, determina o limite do lote de acordo com a solicitação principal dos elementos da estrutura em questão. Segundo a norma, para os elementos submetidos à compressão ou compressão e flexão os limites são 50m³ para o item volume de concreto, “1” para número de andares e 3 dias de concretagem para o item limitador “tempo de concretagem” este último válido também para a solicitação “flexão simples”. Os limitadores “volume de concreto” e “número de andares” são respectivamente 100m³ e “1” para a solicitação principal dos elementos “Flexão Simples”. O limitador “tempo de concretagem” tem uma particularidade, pois o período citado de 3 dias deve estar compreendido no prazo máximo total de 7 dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.

O loteamento da estrutura foi feito separando inicialmente os concretos aplicados em lajes e vigas e posteriormente concretos aplicados em pilares. A seguir, obedecendo aos volumes concretados, ao número de andares e ao tempo de concretagem, foram separados os lotes e organizados em tabelas. Foram formados 39 lotes relativos à concretagem de lajes e vigas e 37 relativos à pilares totalizando 76 lotes para análise.

O controle de recebimento foi realizado para todos os caminhões betoneira que chegavam à obra. Foram moldados 04 corpos de prova, nas dimensões (10 x

20) cm, por caminhão, para determinação da resistência à compressão simples, sendo 02 exemplares para cada idade de ensaio (7 e 28 dias).

3.2. Determinação dos Estimadores Definidos na ABNT NBR 12655:2006

A Norma estabelece dois tipos de estimadores, o controle estatístico por amostragem parcial e por amostragem total.

Para a amostragem parcial, na qual são retirados exemplares de algumas betonadas, deve se ter no mínimo 6 exemplares para concretos de até 50Mpa, e 12 exemplares para concretos com f_{ck} superior a 50Mpa. Assim, pela Norma:

$$a) 6 \leq n < 20$$

$$f_{ckest} = 2 * \frac{(f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{m-1})}{m-1} - f_m$$

Onde:

n : número de amostras do lote;

$m = n / 2$: despreza-se o valor mais alto de n , se for ímpar;

f_1, f_2, \dots, f_m : valores das resistências dos exemplares em ordem crescente;

De acordo com a ABNT NBR 12655:2006 não se deve tomar para f_{ckest} valor menor que $\Psi_6 \times f_1$ adotando-se para Ψ_6 os valores da tabela da norma que, neste trabalho especificamente, são 0,92 para 6 exemplares, 0,94 para 7 exemplares e 0,95 para 8 exemplares, utilizados em função da condição de preparo do concreto "A" (4,0 MPa).

b) $n \geq 20$

$$f_{ckest} = f_{cm} - 1,65 \cdot Sd$$

Onde:

f_{cm} , : resistência média dos exemplares;

Sd : desvio padrão.

A amostragem total consiste no ensaio de exemplares de cada amassada.

Seu valor é dado por:

a) $n \leq 20$

$$f_{ckest} = f_1$$

b) $n > 20$

$$f_{ckest} = f_i$$

Onde:

$i = 0,05n$: quando o valor de i for fracionário, adota-se o número inteiro imediatamente superior.

3.3 Estudo de caso

As seguintes atividades foram realizadas para a confecção deste trabalho:

- ✓ Verificação dos mapeamentos de concretagem com compatibilização com os laudos para verificação da veracidade das informações;
- ✓ Organização dos laudos técnicos de rompimento dos corpos de prova fornecidos por laboratório;
- ✓ Definição dos lotes a serem analisados;
- ✓ Elaboração das análises dos Fck's ordenados para aprovação ou rejeição dos lotes através dos controles parcial e total presentes na ABNT NBR 12655:2006 respeitando as exigências dos respectivos controles;

- ✓ Elaboração de planilhas para análise da média móvel, do desvio-padrão e do coeficiente de variação das operações de ensaio e controle nas idades 7 e 28 dias;

No controle de recebimento, todos os lotes apresentaram valores obtidos no ensaio de consistência pelo abatimento do troco de cone (slump test), dentro do intervalo especificado ($12\text{ cm} \pm 2\text{ cm}$).

No estado endurecido a qualidade e a aceitação dos lotes de concreto basearam-se nos resultados dos ensaios de resistência à compressão simples. Os gráficos apresentam valores das médias móveis, dispersões, desvios-padrão e coeficientes de variação, referentes às resistências dos lotes e dos estimadores utilizados para a aceitação dos lotes de acordo com a ABNT NBR 12655:2006.

Aplicando-se conceitos estatísticos aos valores individuais de resistência à compressão aos 7 e 28 dias, foram determinadas a média móvel, o desvio padrão de cada lote e coeficiente de variação. Com base nestes valores foram elaboradas cartas de valores individuais, de desvio-padrão do processo de produção e ensaio e do coeficiente de variação das operações de ensaio e controle. Para o controle de aceitação dos lotes foram utilizados os estimadores propostos pela ABNT NBR 12655:2006, considerando os dois critérios: amostragem parcial e total. Histogramas das amostras para as idades de 7 e 28 dias, frequências e porcentagens dos lotes aprovados e reprovados pelos controles de aceitação por amostragem parcial e total complementam as informações que subsidiam as análises.

Através dos fck's ordenados de cada lote comparam-se nas cartas (Gráficos 01 e 02) os valores individuais com a resistência média de dosagem e fck de projeto (28 dias) ou fck adotado para avaliação, este último para os 7 dias de idade. Tendo em vista as particularidades do processo de produção do concreto, no qual pode haver mudança de centragem para cada nova partida de materiais entregues na obra, esta carta facilita a visualização do andamento dos resultados, mesmo com amostras pequenas, quando utilizadas, para representar cada lote produzido.

Nas cartas do desvio-padrão (Gráficos 03 e 04) são comparados, para efeito de análise, os desvios dos lotes obtidos das Planilhas 01 e 02, o desvio admitido na dosagem de 4,0 MPa, o desvio geral com a presença das amostras dos lotes e os

limites superior e inferior, que podemos chamar de “barreira de advertência” correspondentes a 90% de probabilidade de ocorrência, que fornecem uma indicação de alteração substancial do desvio-padrão de dosagem admitido. De acordo com Helene & Terzian (1993) para amostras com 6 exemplares tem-se limites inferior e superior respectivamente de 2,7 e 8,4 MPa. Para 7 amostras 2,75 e 8,0 MPa enquanto que para 8 amostras tem-se os valores inferior e superior de 2,8 e 7,7 MPa. São notadas variações nos limites presentes nos gráficos 03 e 04 que são justificadas pelos números de amostras presentes em cada lote fornecer um limite especificado.

Nas cartas do coeficiente de variação das operações de ensaio e controle (Gráficos 05 e 06) são efetuadas avaliações da uniformidade e eficiência dessas operações. Calcula-se o coeficiente de variação comparando com os padrões de controle onde os resultados e comparações de análise estão nas Tabelas 11 e 12.

Para avaliação da eficiência é considerada a diferença entre o maior e o menor resultado de corpo de prova que representa um mesmo exemplar. O somatório destas diferenças a cada dez valores divididos pela multiplicação “ $n \times d_2$ ” fornece o valor do desvio padrão das operações, onde “n” é o número de corpos de prova que representam cada exemplar e “ d_2 ” é o coeficiente que depende do número de corpos de prova de um mesmo exemplar, no presente trabalho “2”, fornecendo um valor de 1,128 para “ d_2 ”.

Após a obtenção de cada valor de desvio padrão para cada conjunto de dez analisados parte-se para o cálculo do coeficiente de variação (V_e) que é obtido dividindo-se o desvio padrão pela média de todos os resultados utilizados aos 7 ou 28 dias de idade, em MPa.

Os resultados obtidos são sempre influenciados pelas operações de ensaio e controle, caso estas não tenham sido observadas a variabilidade total do processo de produção e ensaio pode ser significativamente alterada.

Carta de Valores Individuais - 7 Dias - GRÁFICO 1 DE 2

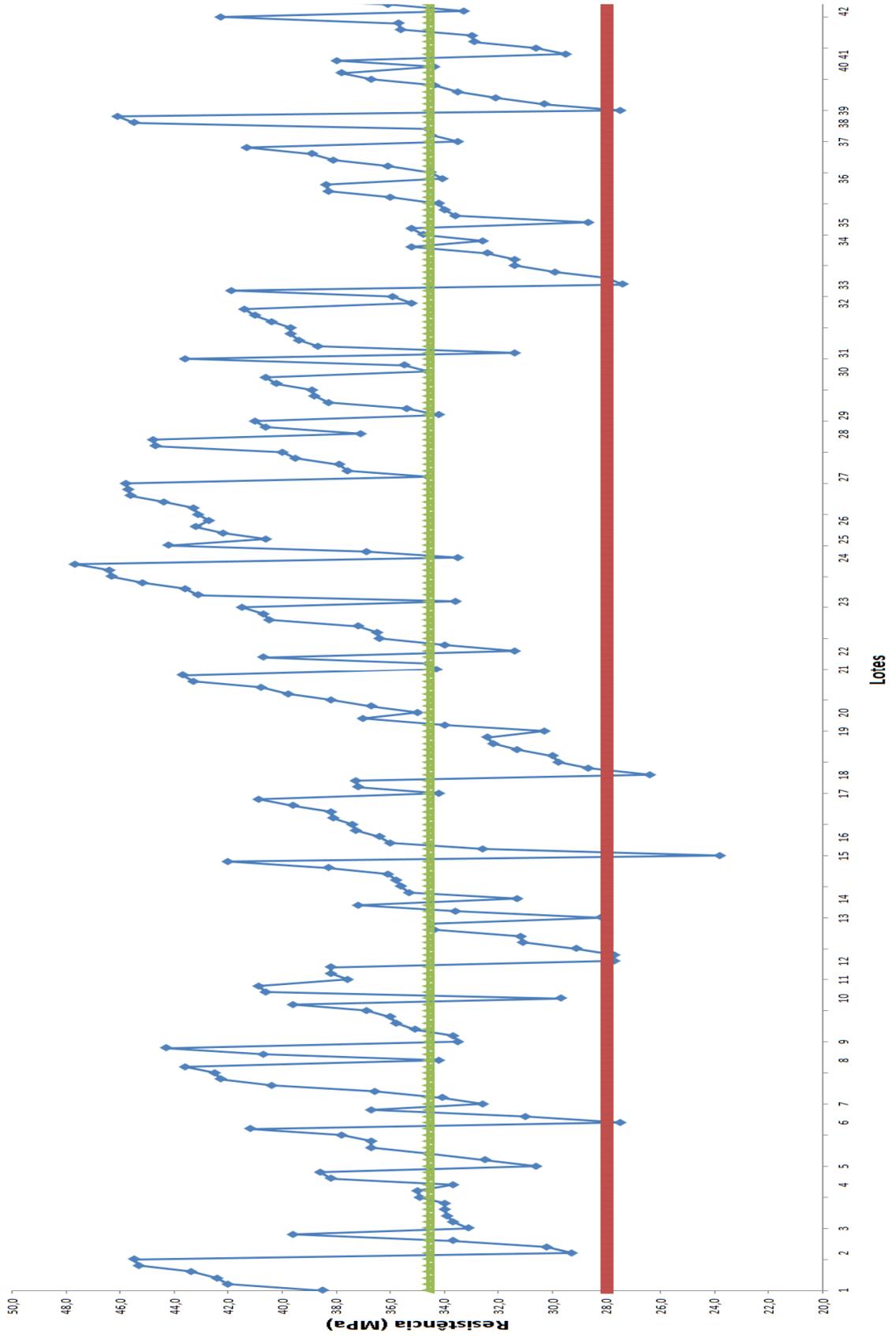


Gráfico 01 (01/02) – Carta de controle da qualidade da produção do concreto baseado em resultados individuais aos 7 dias de idade

Carta de Valores Individuais - 7 Dias - GRÁFICO 2 DE 2

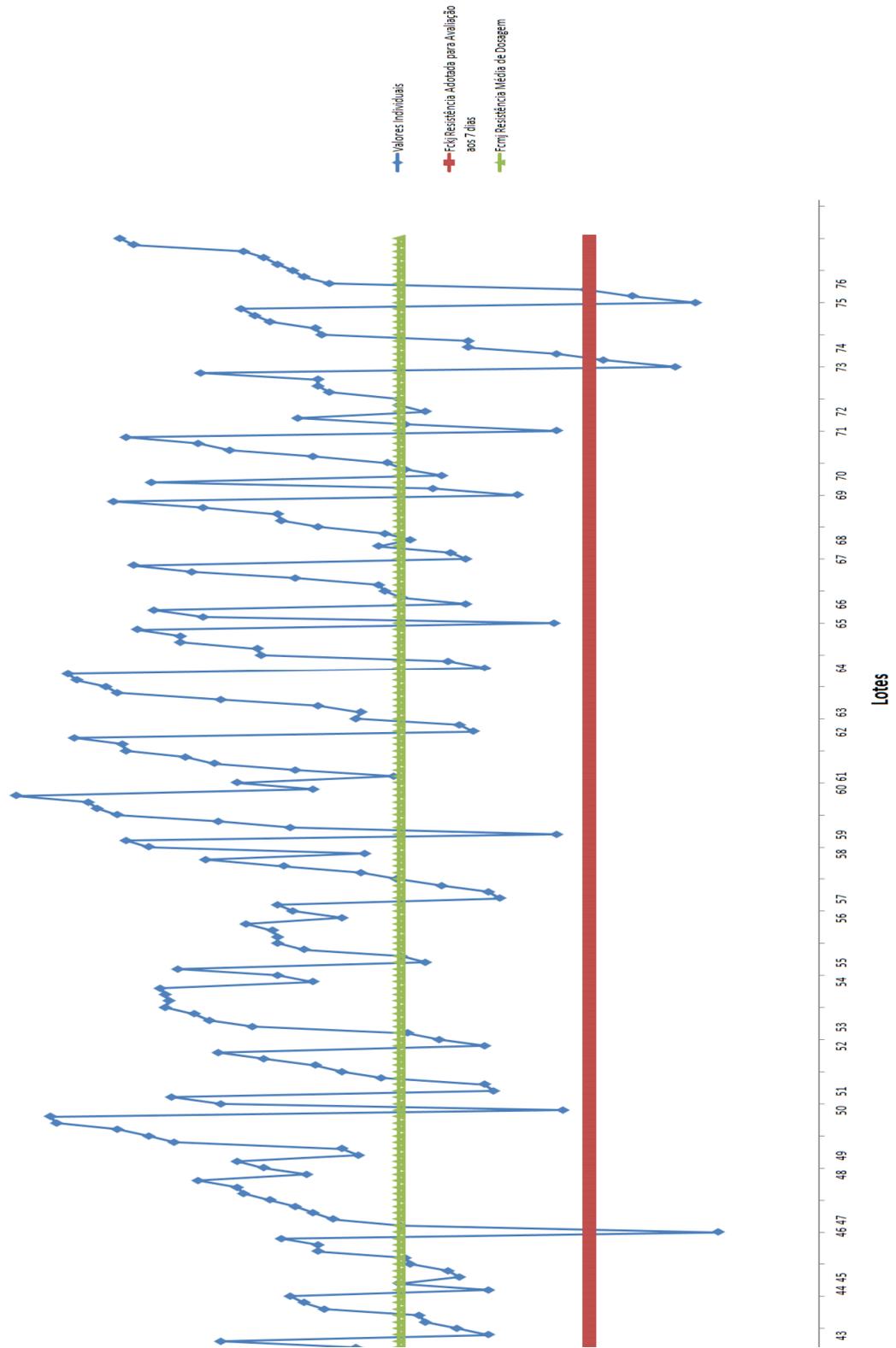


Gráfico 01 (02/02) – Carta de controle da qualidade da produção do concreto baseado em resultados individuais aos 7 dias de idade

Carta de Valores Individuais 35 MPa - 28 Dias - GRÁFICO 1 DE 2

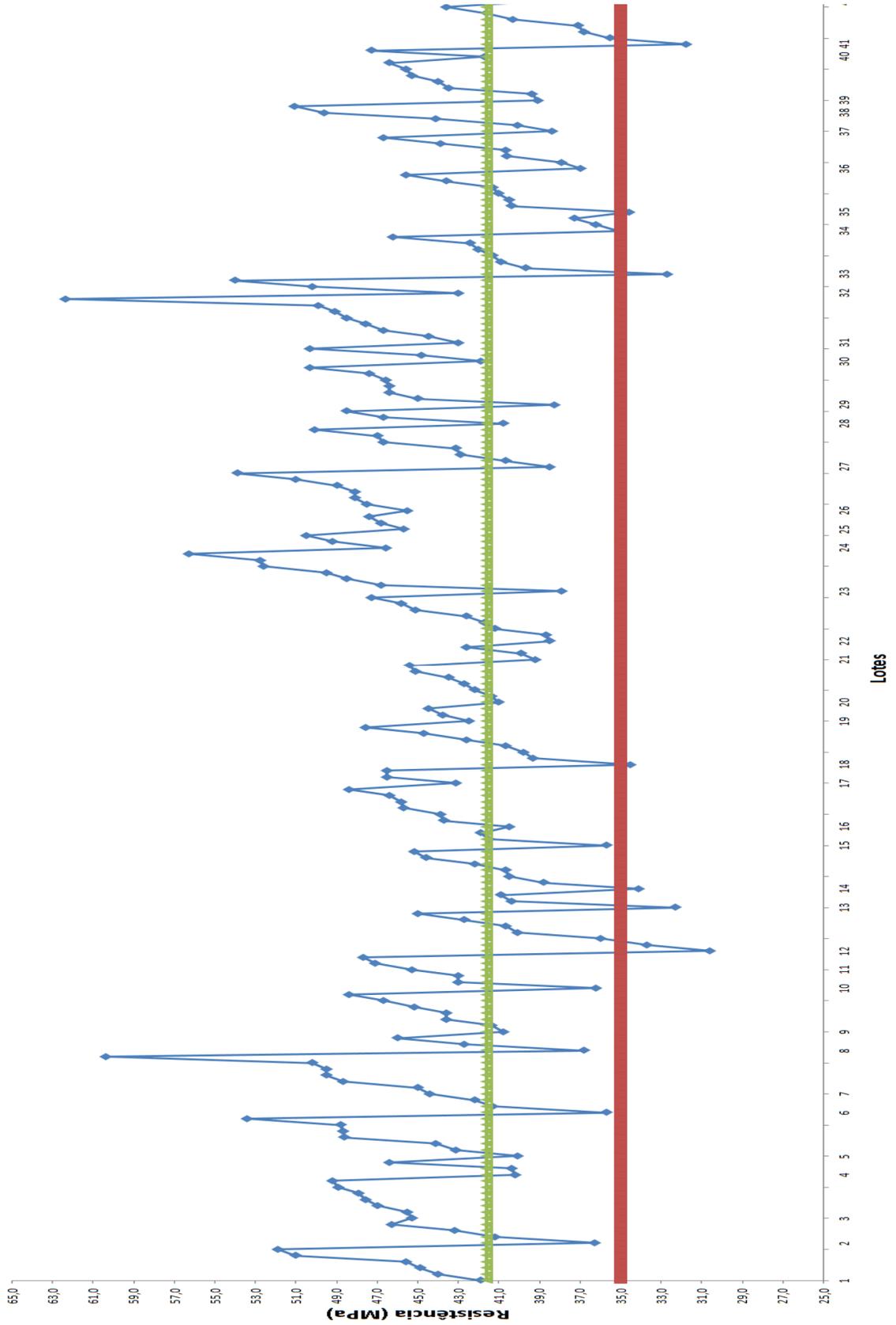


Gráfico 02 (01/02) – Carta de controle da qualidade da produção do concreto baseado em resultados individuais aos 28 dias de idade

Carta de Valores Individuais 35 MPa - 28 Dias - GRÁFICO 2 DE 2

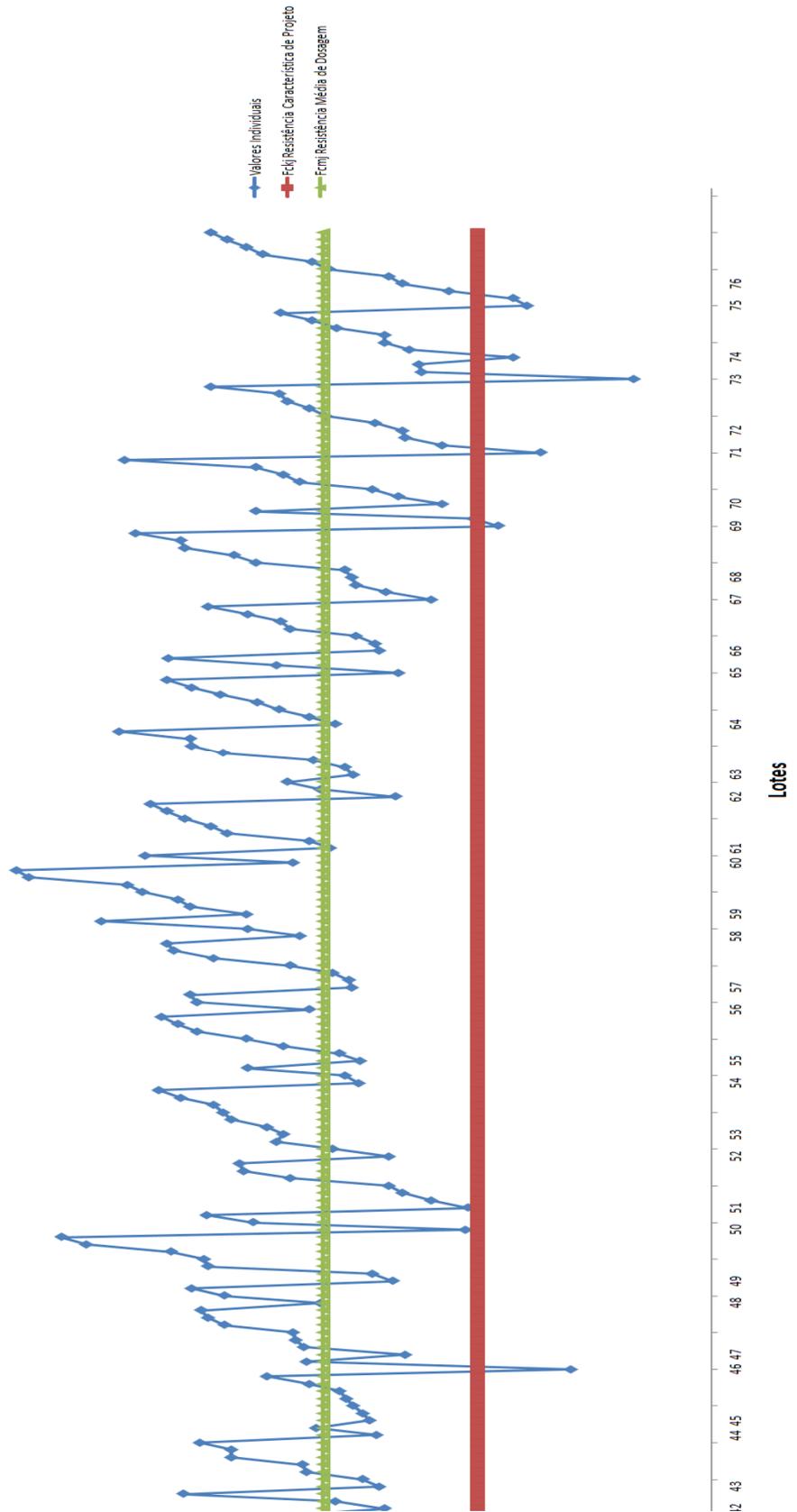


Gráfico 02 (02/02) – Carta de controle da qualidade da produção do concreto baseado em resultados individuais aos 28 dias de idade

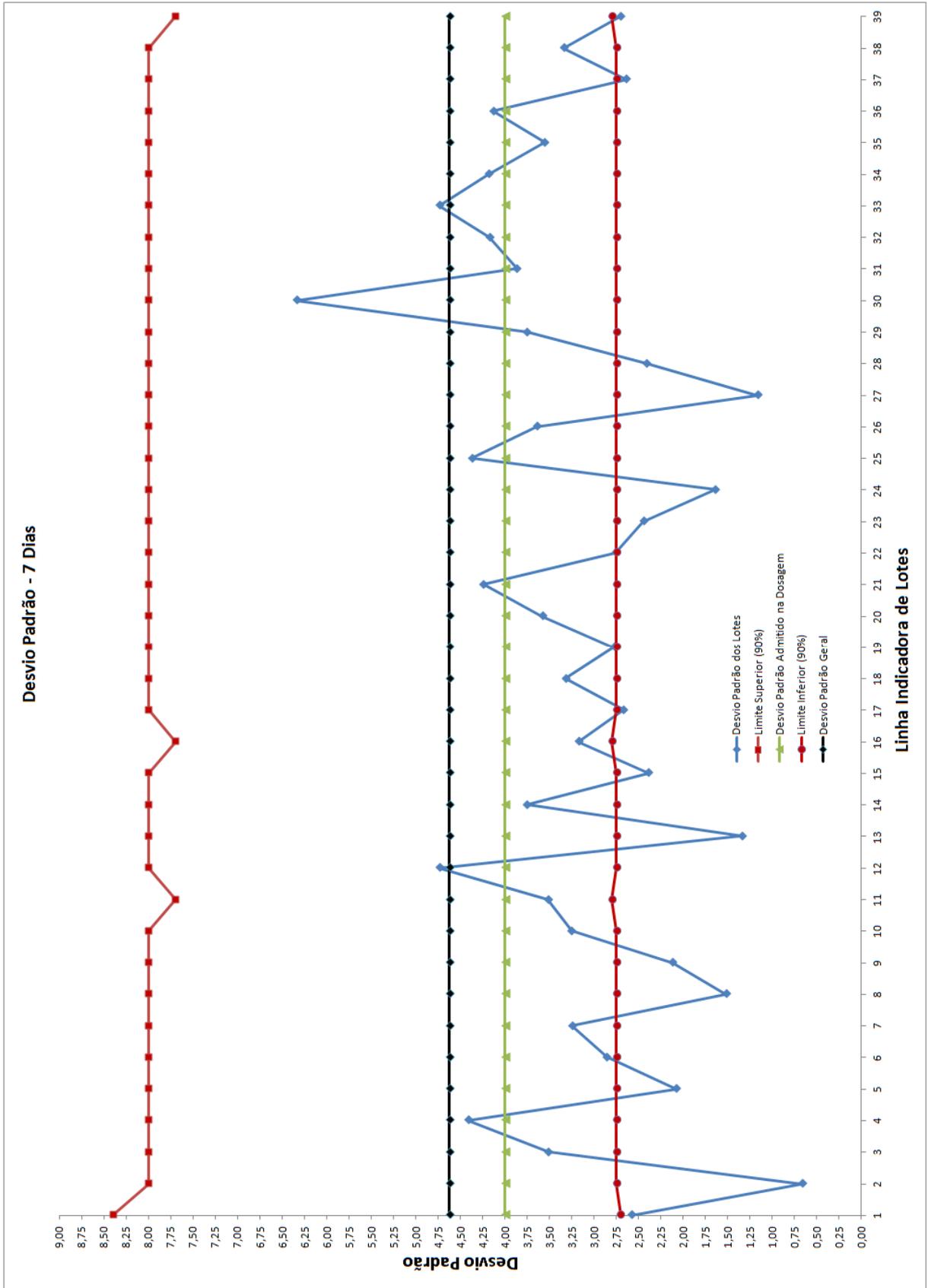


Gráfico 03 – Carta de controle da qualidade da produção de concreto baseado no desvio padrão do processo de produção e ensaio aos 7 dias de idade

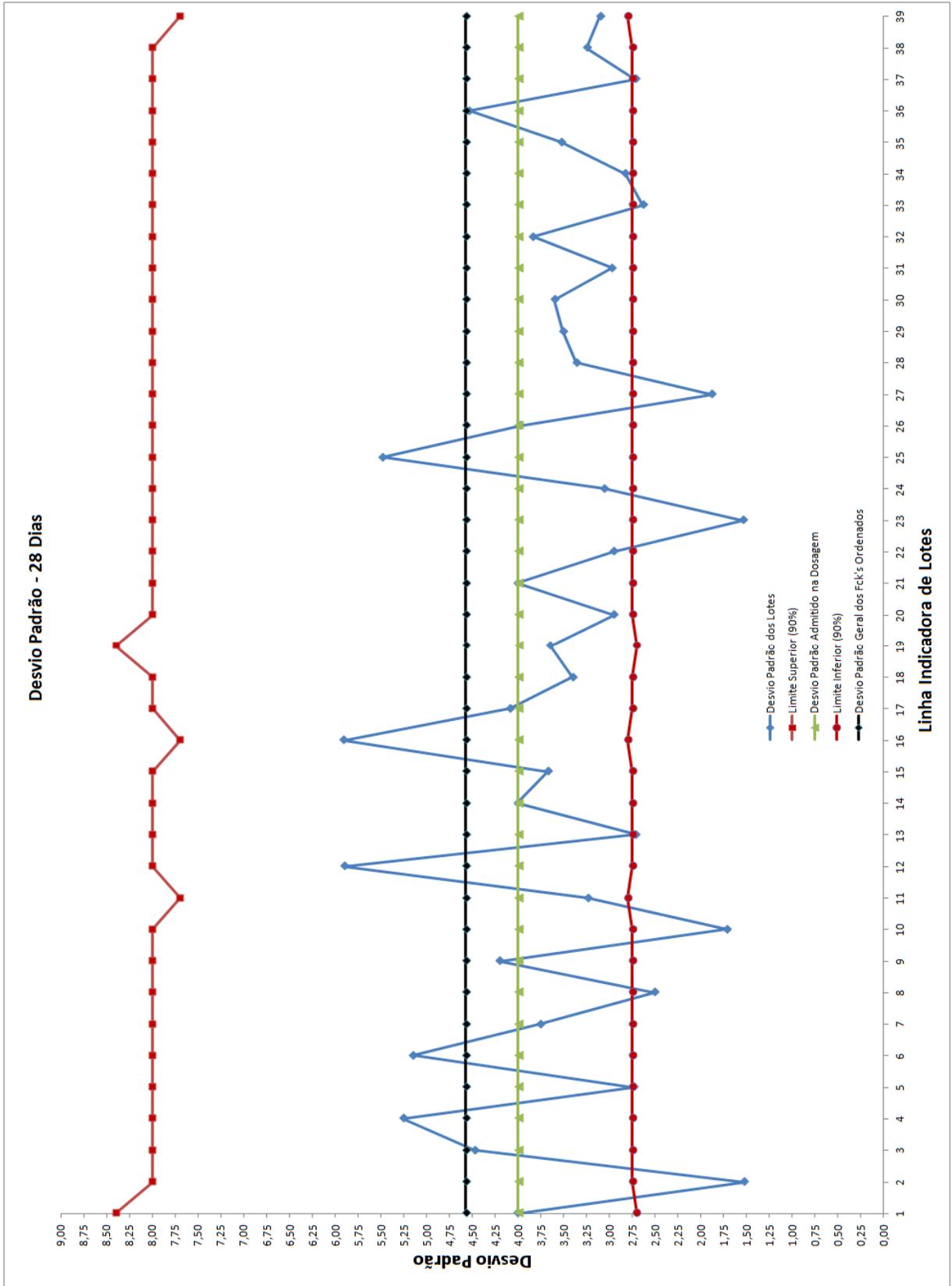


Gráfico 04 – Carta de controle da qualidade da produção de concreto baseado no desvio padrão do processo de produção e ensaio aos 28 dias de idade

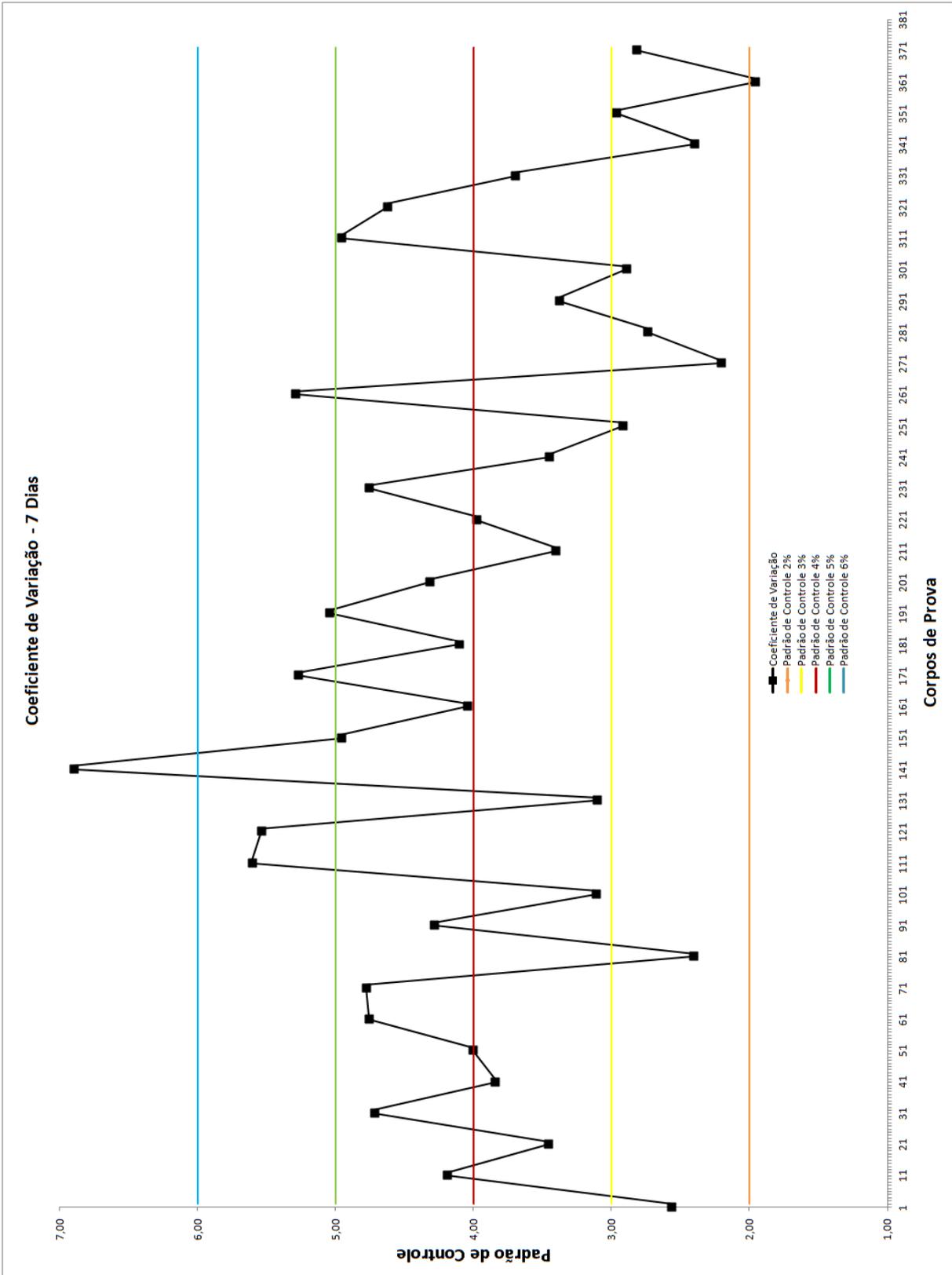


Gráfico 05 – Carta de controle da qualidade da produção de concreto com base no coeficiente de variação devido às operações de ensaio e controle aos 7 dias de idade

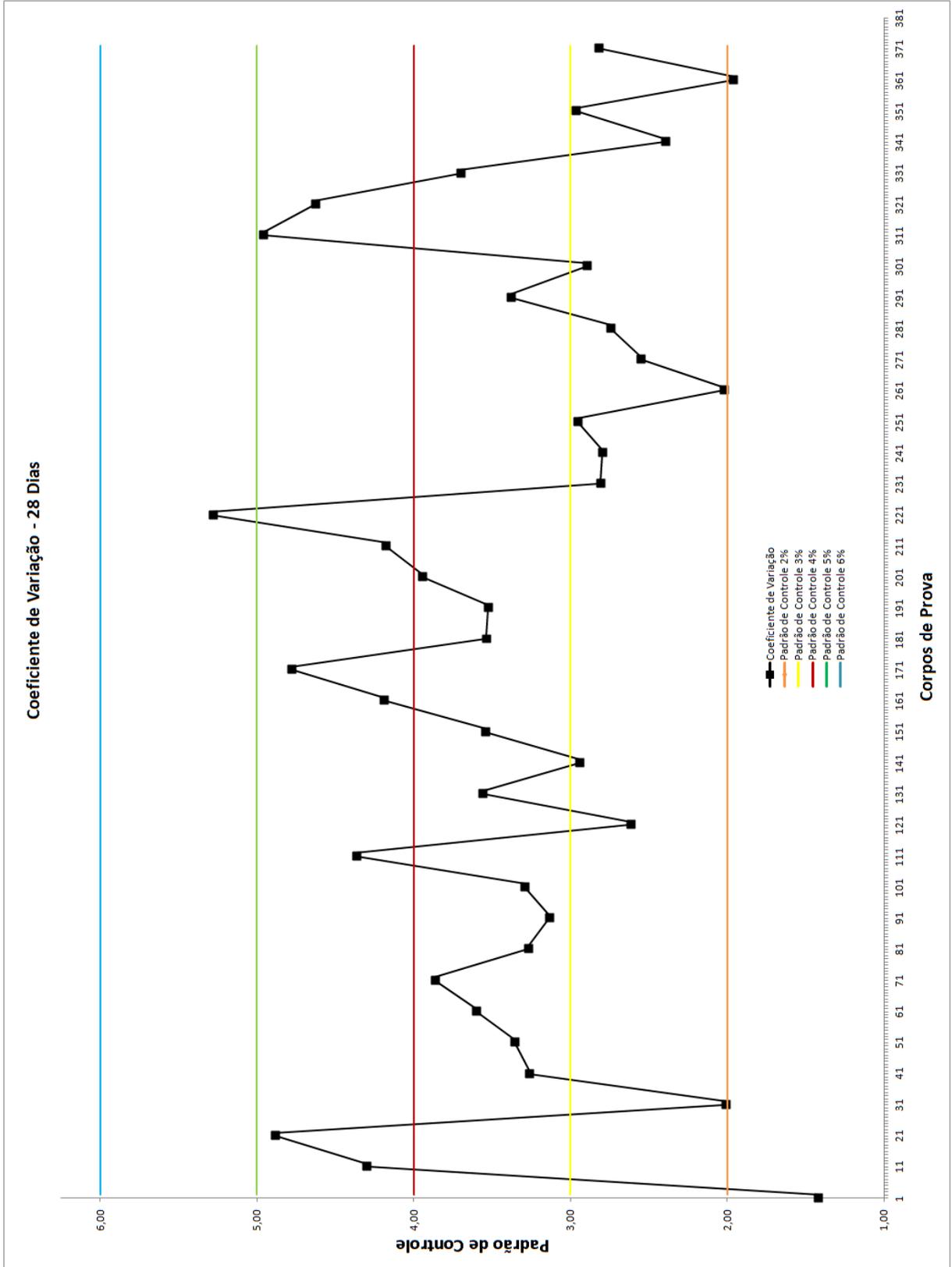


Gráfico 06 – Carta de controle da qualidade da produção de concreto com base no coeficiente de variação devido às operações de ensaio e controle aos 28 dias de idade

Média Móvel - 7 Dias - GRÁFICO 1 DE 2

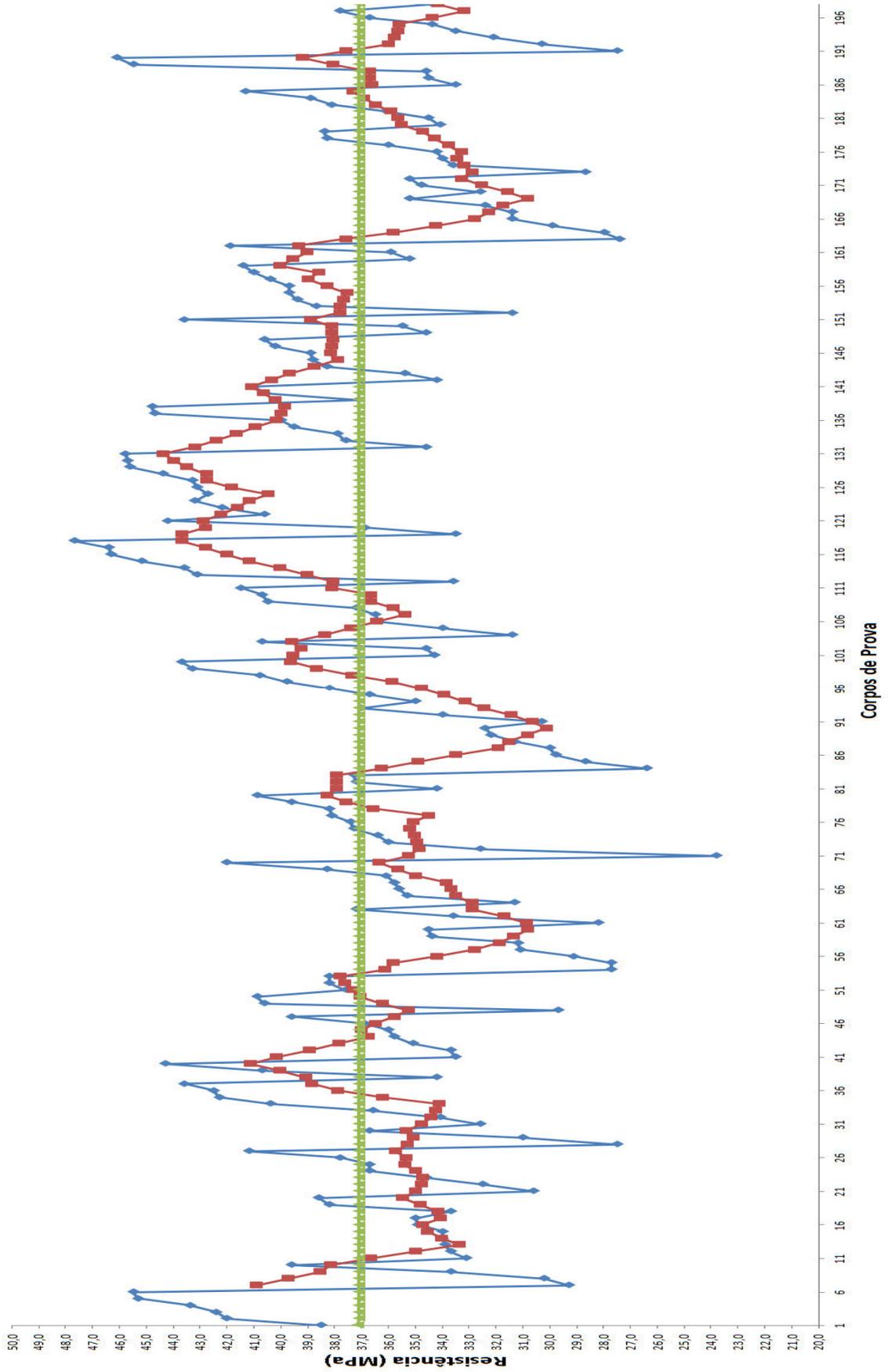


Gráfico 07 (01/02) – Média Móvel dos Fck's aos 7 dias de idade

Média Móvel - 7 Dias - GRÁFICO 2 DE 2

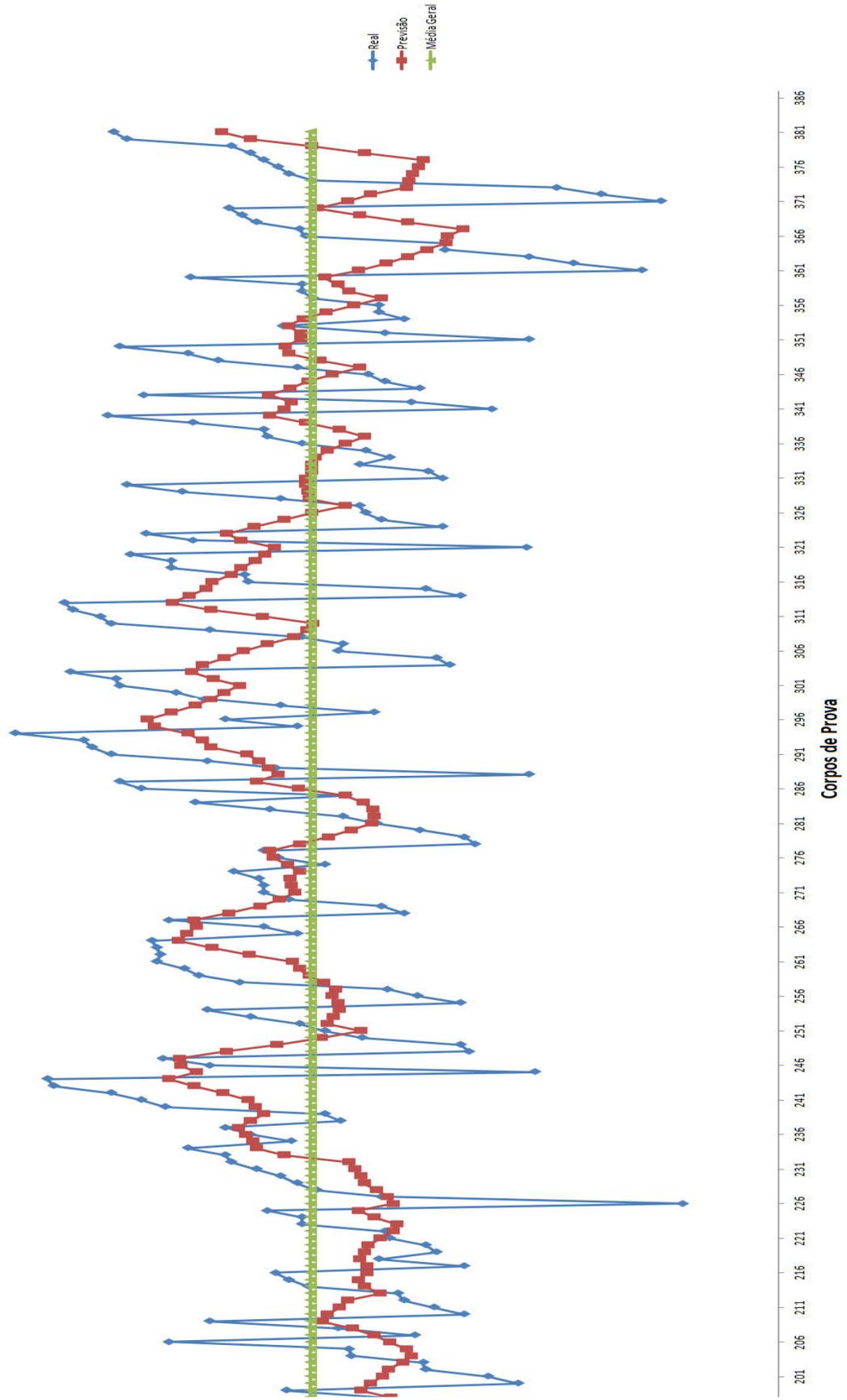


Gráfico 07 (02/02) – Média Móvel dos Fck's aos 7 dias de idade

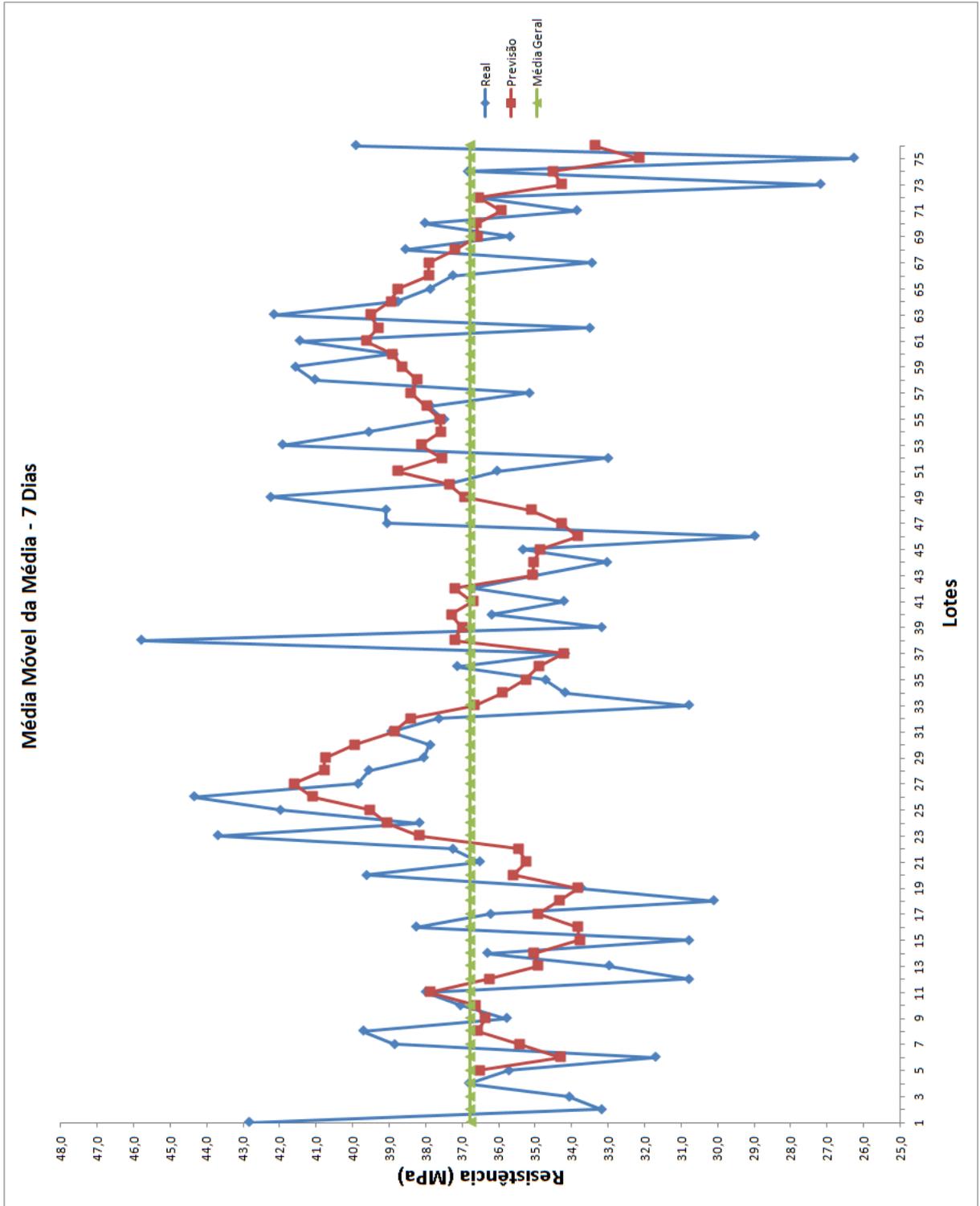


Gráfico 08 – Média móvel das médias obtidas dos lotes analisados aos 7 dias

Média Móvel 35 MPa - 28 Dias - GRÁFICO 1 DE 2

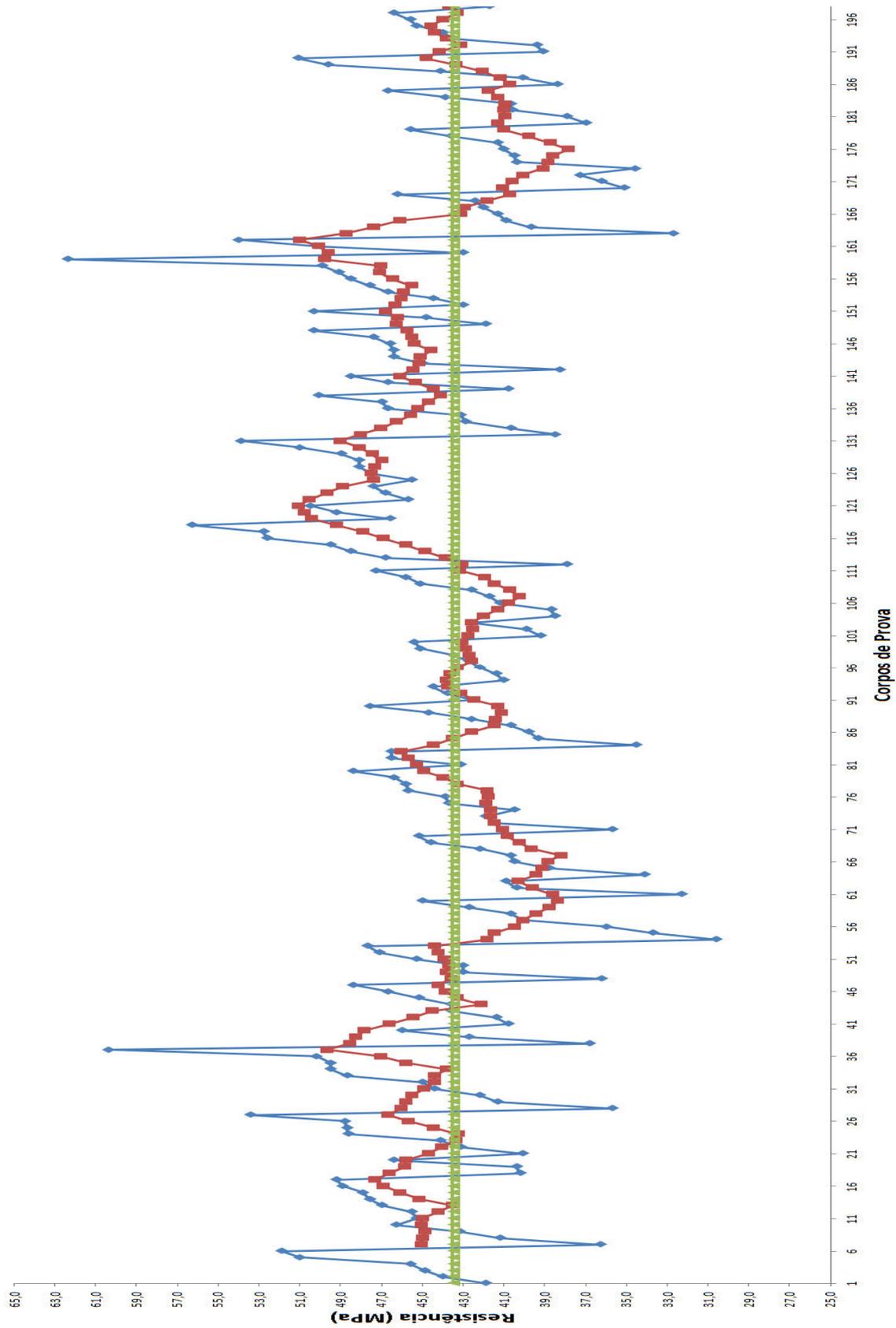


Gráfico 09 (01/02) – Média Móvel 35 MPa dos Fck's aos 28 dias de idade

Média Móvel 35 MPa - 28 Dias - GRÁFICO 2 DE 2

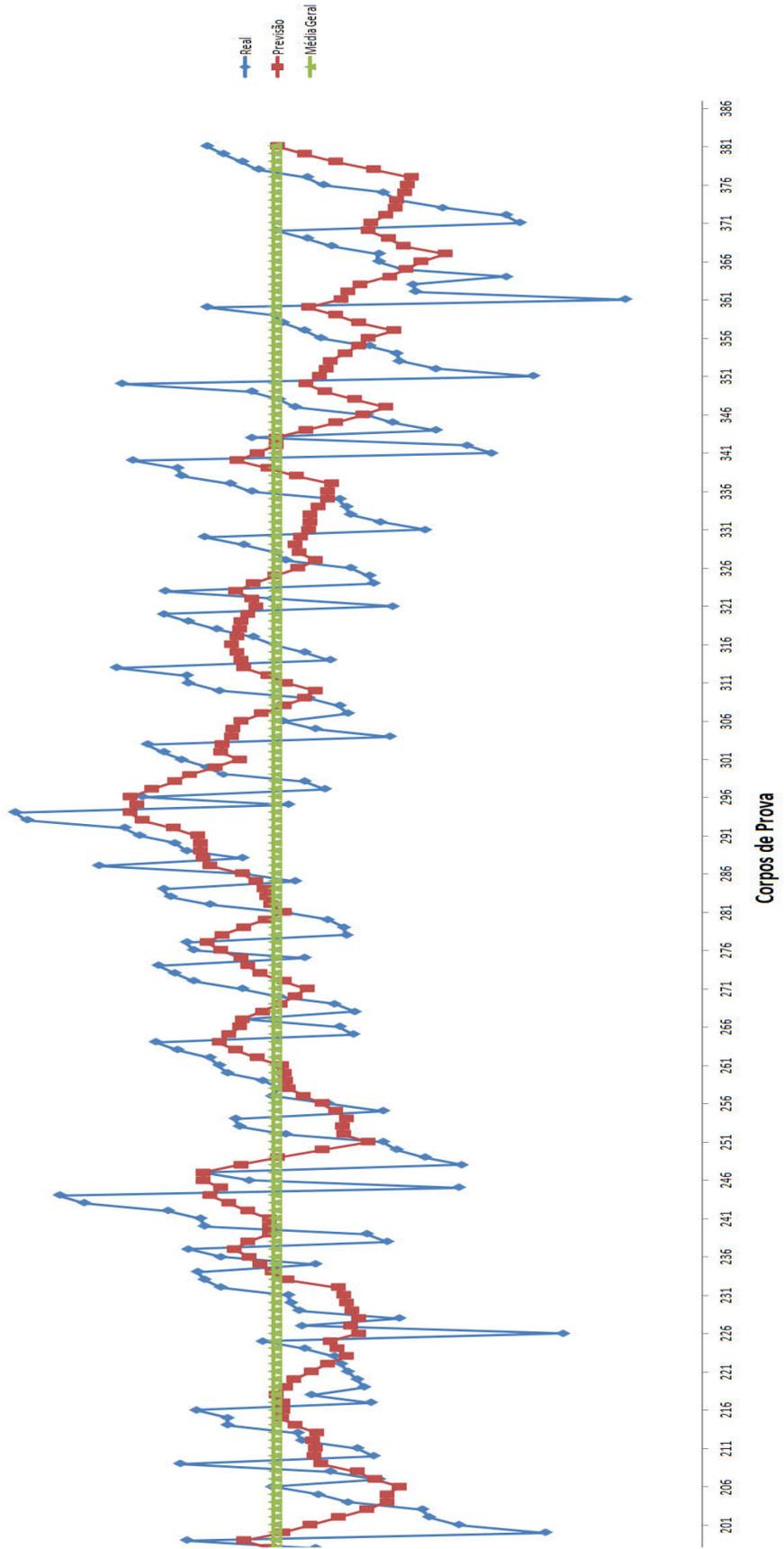


Gráfico 09 (02/02) – Média Móvel 35 MPa dos Fck's aos 28 dias de idade

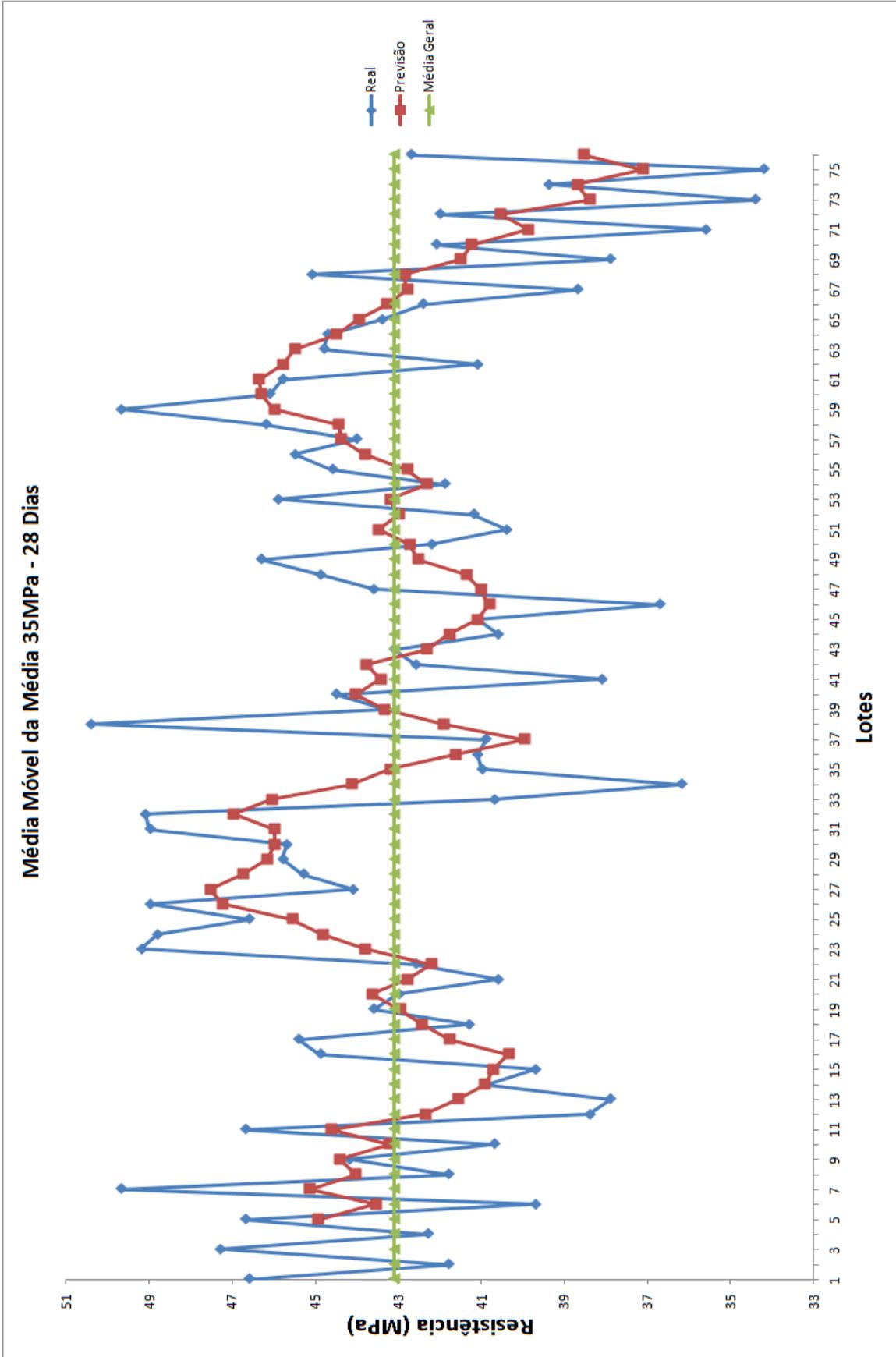


Gráfico 10 – Média móvel das médias obtidas dos lotes analisados aos 28 dias

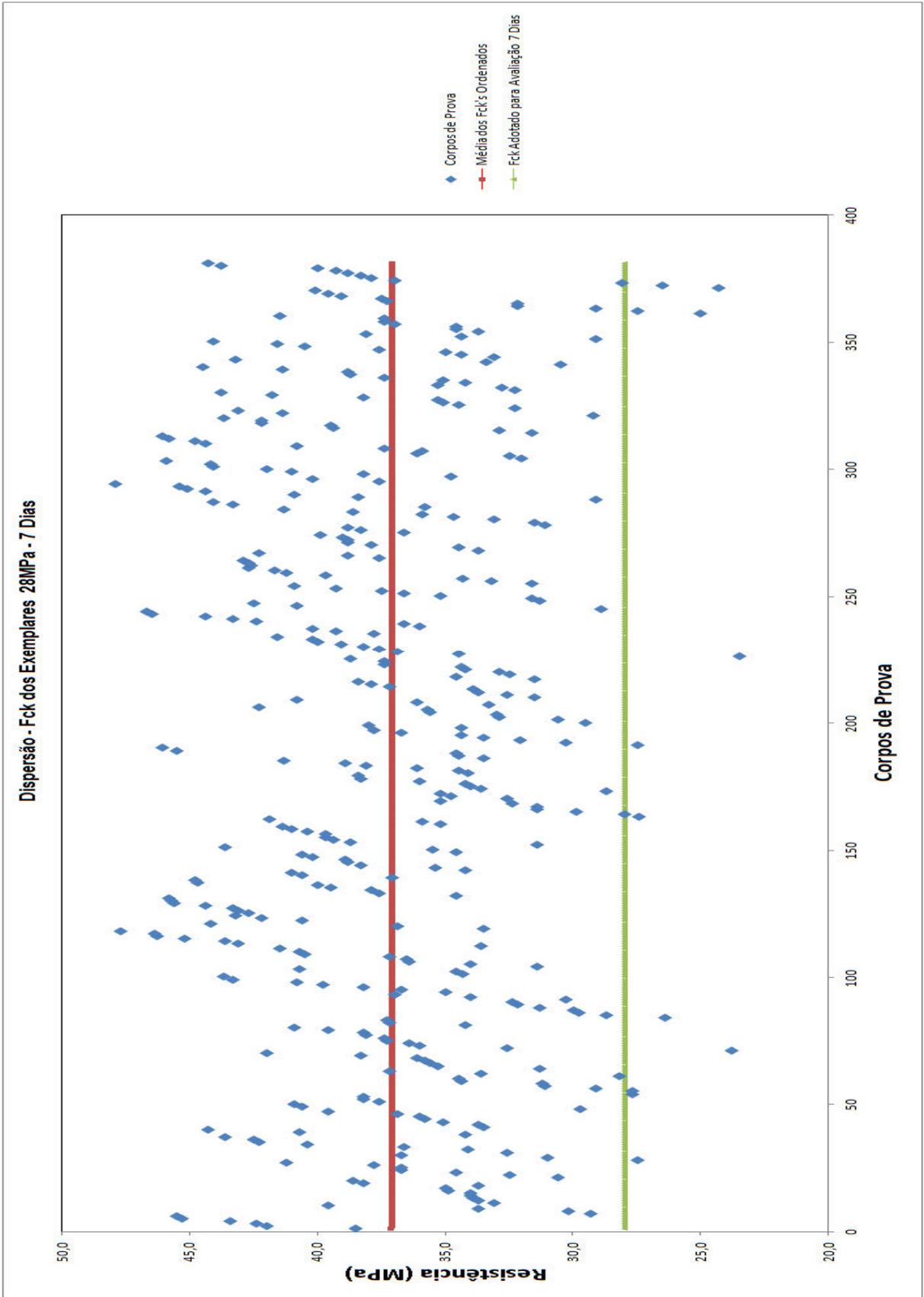


Gráfico 11 – Dispersão dos Corpos de Prova por Fck (MPa) aos 7 dias de idade

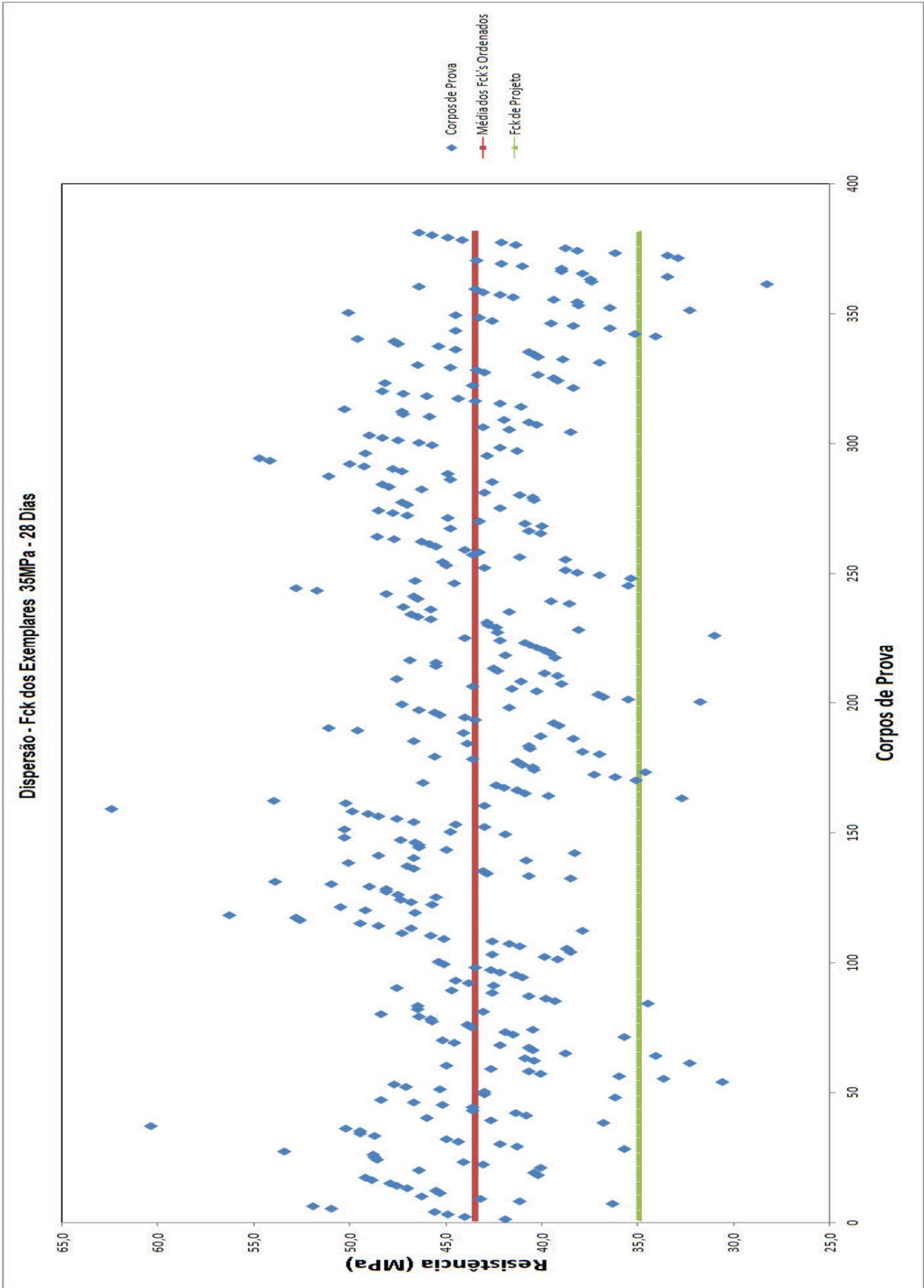


Gráfico 12 – Dispersão dos Corpos de Prova por Fck (MPa) aos 28 dias de idade

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Porcentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	7	1,84%
27,5 - 32,5	30	54	14,17%
32,5 - 37,5	35	138	36,22%
37,5 - 42,5	40	124	32,55%
42,5 - 47,5	45	56	14,70%
47,5 - 52,5	50	2	0,52%
52,5 - 57,5	55	0	0,00%
57,5 - 62,5	60	0	0,00%
		381	100,00%

Tabela 01 – Frequencia e Porcentagem de Corpos de Prova Total por Classe de Resistência aos 7 dias de idade

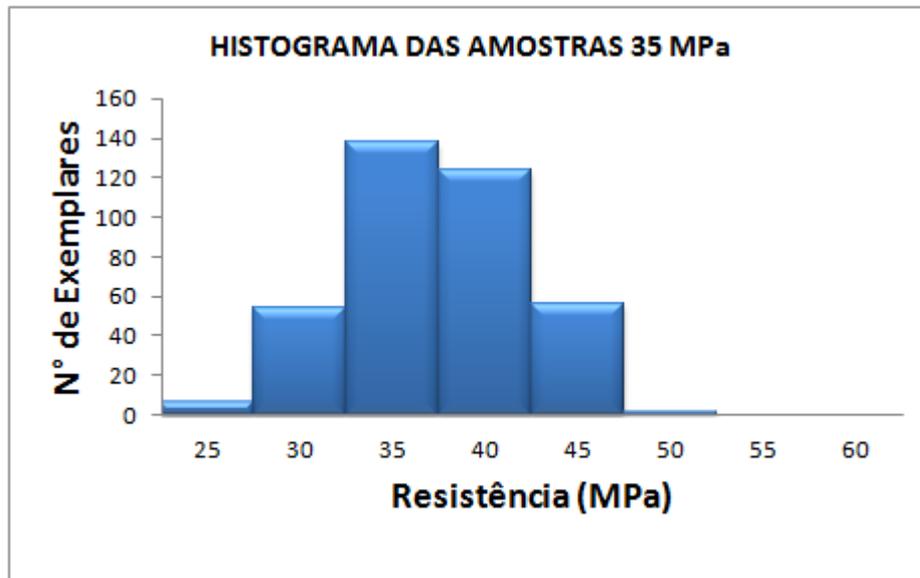


Gráfico 13 – Histograma das Amostras Totais aos 7 dias de idade

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Porcentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	5	12,82%
27,5 - 32,5	30	17	43,59%
32,5 - 37,5	35	14	35,90%
37,5 - 42,5	40	2	5,13%
42,5 - 47,5	45	1	2,56%
47,5 - 52,5	50	0	0,00%
52,5 - 57,5	55	0	0,00%
57,5 - 62,5	60	0	0,00%
		39	100,00%

Tabela 02 – Frequencia e Porcentagem dos Lotes por Classe de Resistência aos 7 dias presentes no controle por amostragem parcial

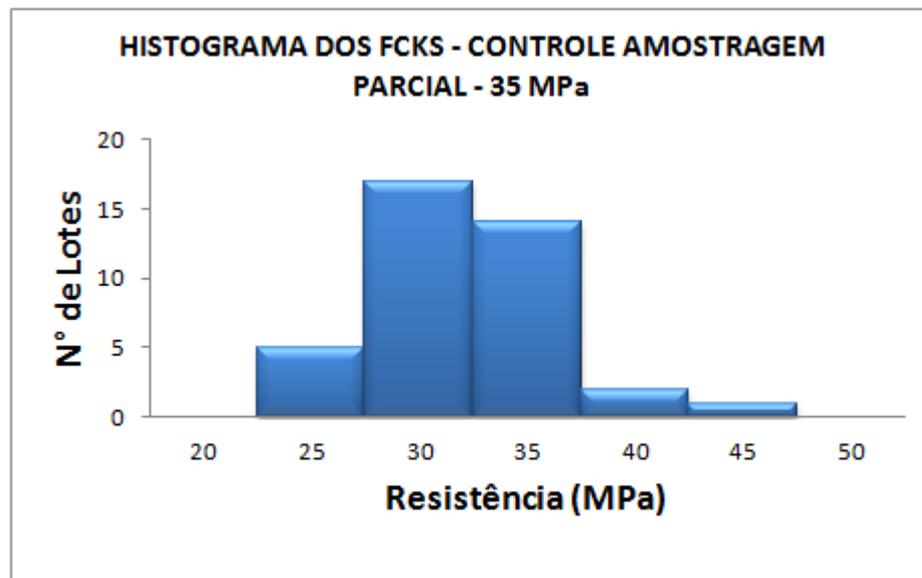


Gráfico 14 – Histograma dos Lotes aos 7 dias de idade presentes no controle por amostragem parcial

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Porcentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	6	7,89%
27,5 - 32,5	30	28	36,84%
32,5 - 37,5	35	33	43,42%
37,5 - 42,5	40	7	9,21%
42,5 - 47,5	45	2	2,63%
47,5 - 52,5	50	0	0,00%
52,5 - 57,5	55	0	0,00%
57,5 - 62,5	60	0	0,00%
		76	100,00%

Tabela 03 – Frequencia e Porcentagem dos Lotes por Classe de Resistência aos 7 dias presentes no controle por amostragem total

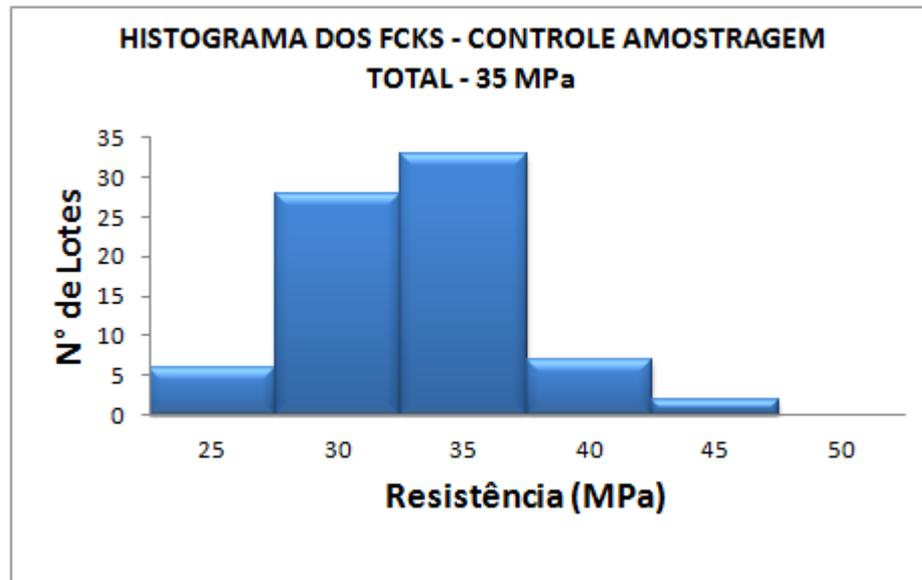


Gráfico 15 – Histograma dos Lotes aos 7 dias de idade presentes no controle por amostragem total

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Porcentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	0	0,00%
27,5 - 32,5	30	6	1,57%
32,5 - 37,5	35	31	8,14%
37,5 - 42,5	40	122	32,02%
42,5 - 47,5	45	150	39,37%
47,5 - 52,5	50	61	16,01%
52,5 - 57,5	55	9	2,36%
57,5 - 62,5	60	2	0,52%
		381	100,00%

Tabela 04 – Frequencia e Porcentagem de Corpos de Prova Total por Classe de Resistência aos 28 dias de idade

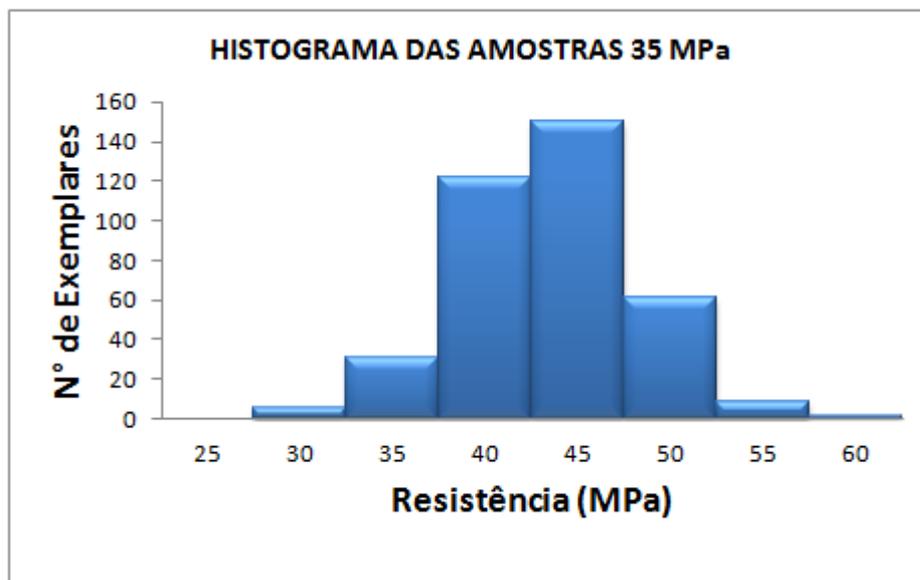


Gráfico 16 – Histograma das Amostras Totais aos 28 dias de idade

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Pocentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	0	0,00%
27,5 - 32,5	30	5	12,82%
32,5 - 37,5	35	15	38,46%
37,5 - 42,5	40	16	41,03%
42,5 - 47,5	45	3	7,69%
47,5 - 52,5	50	0	0,00%
52,5 - 57,5	55	0	0,00%
57,5 - 62,5	60	0	0,00%
		39	100,00%

Tabela 05 – Frequencia e Porcentagem dos Lotes por Classe de Resistência aos 28 dias presentes no controle por amostragem parcial

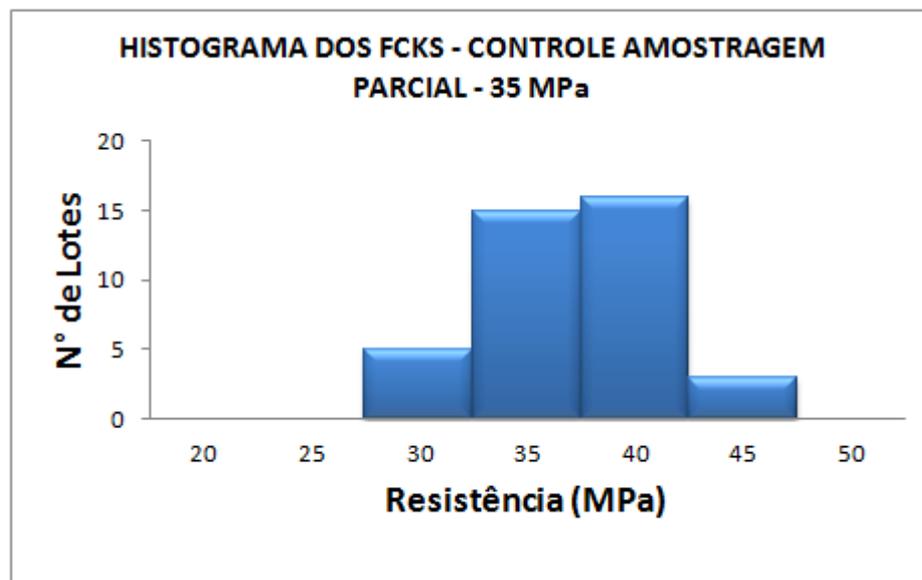


Gráfico 17 – Histograma dos Lotes aos 28 dias de idade presentes no controle por amostragem parcial

Classe de Resistência	Ponto Médio	Frequencia (f)	Pocentagem
12,5 - 17,5	15	0	0,00%
17,5 - 22,5	20	0	0,00%
22,5 - 27,5	25	0	0,00%
27,5 - 32,5	30	6	7,89%
32,5 - 37,5	35	18	23,68%
37,5 - 42,5	40	37	48,68%
42,5 - 47,5	45	14	18,42%
47,5 - 52,5	50	1	1,32%
52,5 - 57,5	55	0	0,00%
57,5 - 62,5	60	0	0,00%
		76	100,00%

Tabela 06 – Frequencia e Porcentagem dos Lotes por Classe de Resistência aos 28 dias presentes no controle por amostragem total

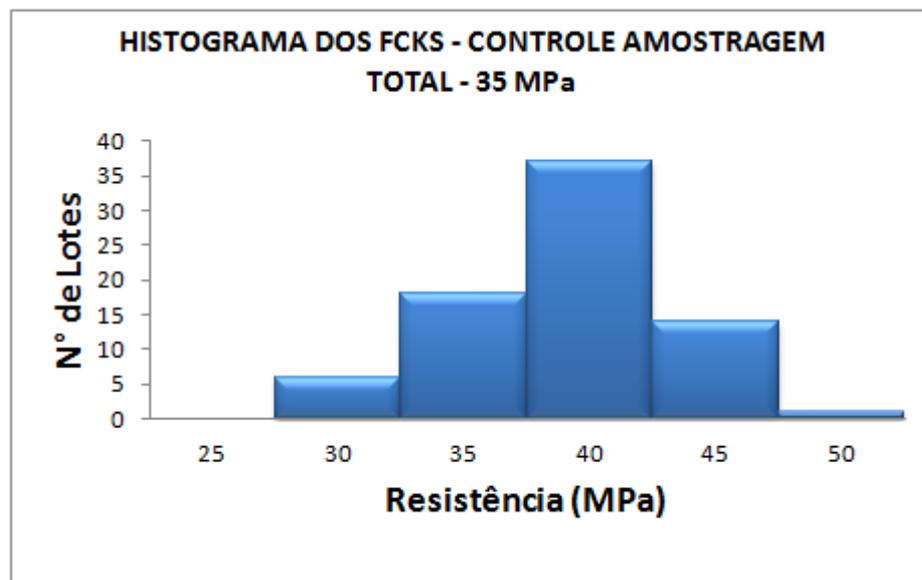


Gráfico 18 – Histograma dos Lotes aos 28 dias de idade presentes no controle por amostragem total

Valor	Número de Lotes	Nº Aprovados (0)	Nº Reprovados (1)	Nº Fora da Amostragem (*)
	76	34	6	36
%	100%	44,74%	7,89%	47,37%

Tabela 07 – Porcentagem das aprovações e rejeições dos lotes pelo controle por amostragem parcial aos 7 dias avaliado por Fck adotado

* Valor devido a quantidade de exemplares no lote estar fora do intervalo $6 \leq n < 20$

% Controle por Amostragem Parcial - CAP

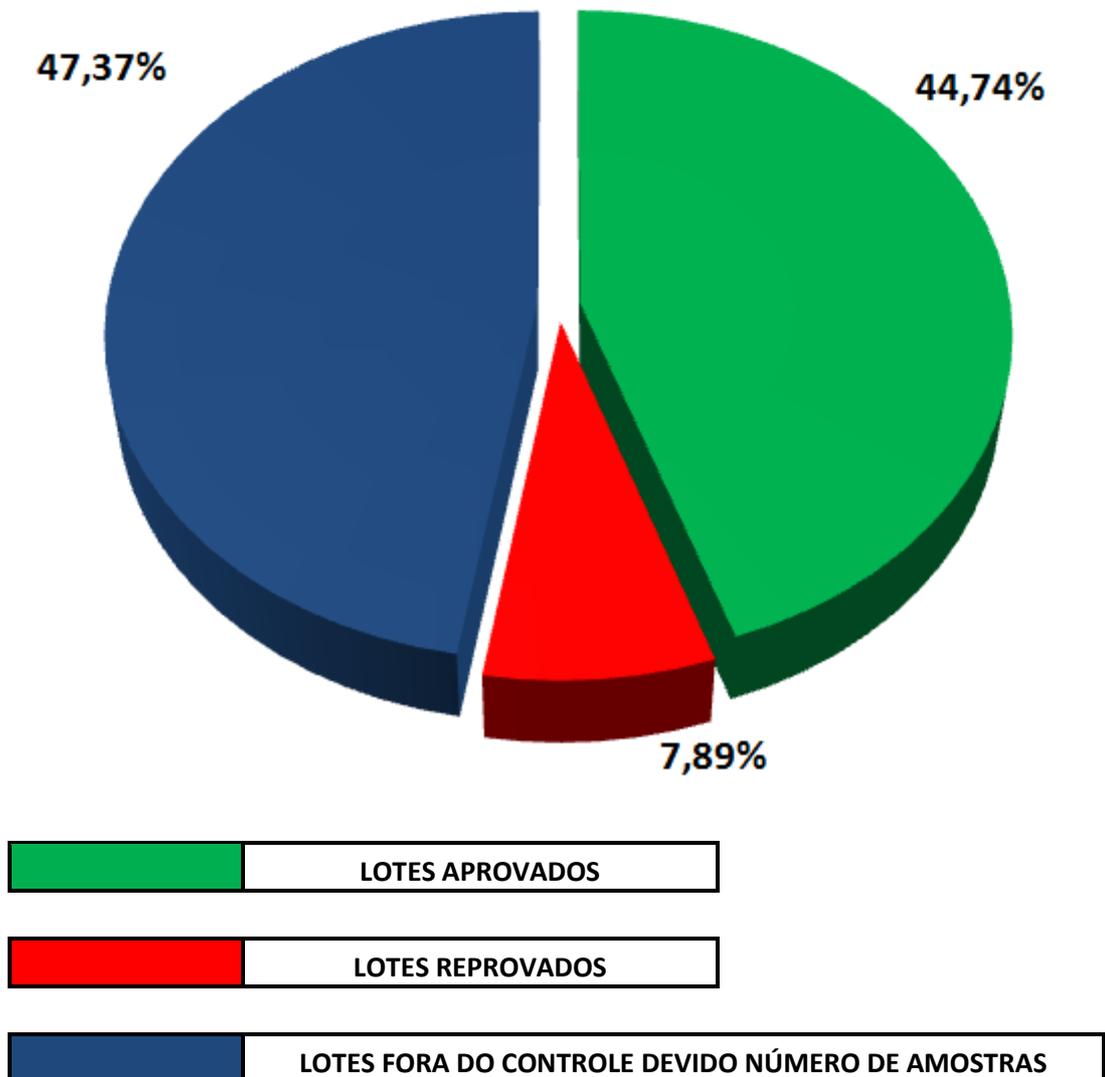


Gráfico 19 – Porcentagens de aprovação e rejeição dos lotes pelo controle por amostragem parcial aos 7 dias de idade

Valor	Número de Lotes	Nº Aprovados (0)	Nº Reprovados (1)
	76	67	9
%	100%	88,16%	11,84%

Tabela 08 – Porcentagem das aprovações e rejeições dos lotes pelo controle por amostragem total aos 7 dias avaliado por Fck adotado

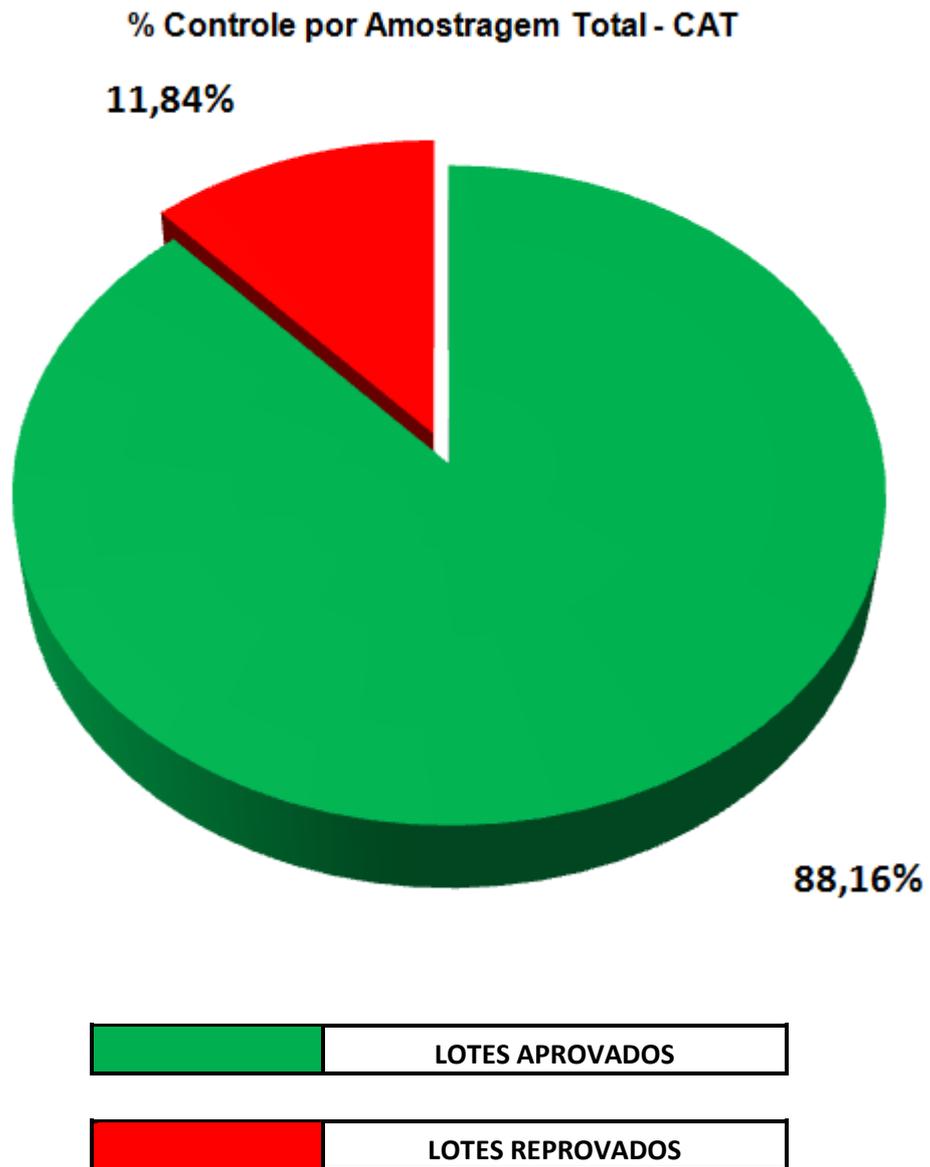


Gráfico 20 – Porcentagens de aprovação e rejeição dos lotes pelo controle por amostragem total aos 7 dias de idade

Valor	Número de Lotes	Nº Aprovados (0)	Nº Reprovados (1)	Nº Fora da Amostragem (-)
	76	30	10	36
%	100%	39,47%	13,16%	47,37%

Tabela 09 – Porcentagem das aprovações e rejeições dos lotes pelo controle por amostragem parcial aos 28 dias avaliado por Fck de projeto

* Valor devido a quantidade de exemplares no lote estar fora do intervalo $6 \leq n < 20$

% Controle por Amostragem Parcial - CAP - 35MPa

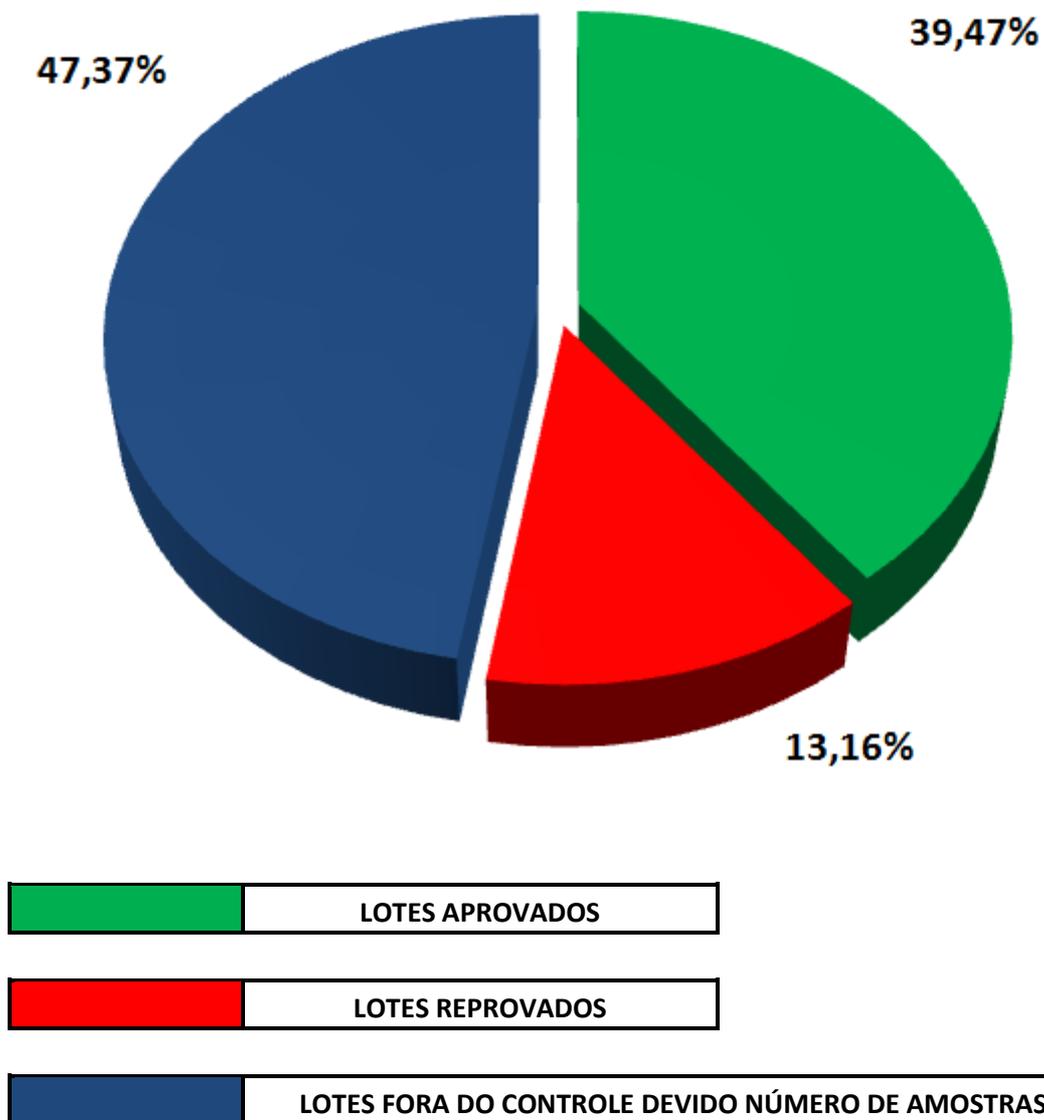


Gráfico 21 – Porcentagens de aprovação e rejeição dos lotes pelo controle por amostragem parcial aos 28 dias de idade

Valor	Número de Lotes	N° Aprovados (0)	N° Reprovados (1)
	76	63	13
%	100%	82,89%	17,11%

Tabela 10 – Porcentagem das aprovações e rejeições dos lotes pelo controle por amostragem total aos 28 dias avaliado por Fck de projeto

% Controle por Amostragem Total - CAT - 35MPa

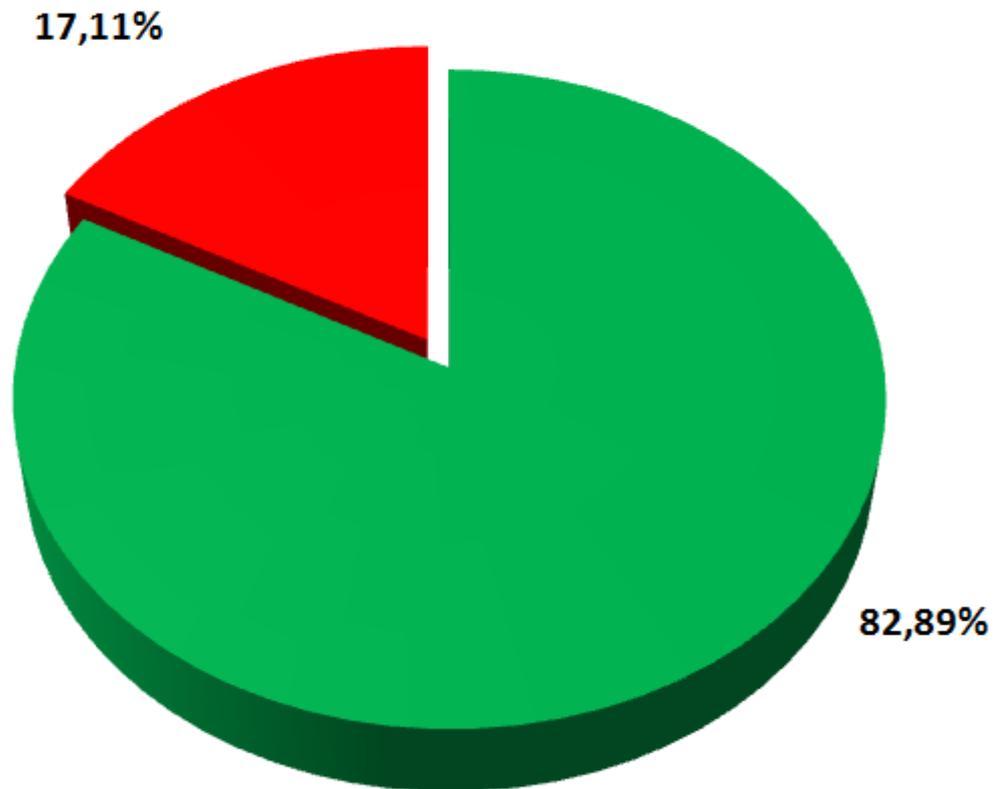


Gráfico 22 – Porcentagens de aprovação e rejeição dos lotes pelo controle por amostragem total aos 28 dias de idade

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a aplicação dos conceitos e ilustração gráfica, a carta de valores individuais indica que a probabilidade de que seis resultados consecutivos fiquem situados de um mesmo lado no gráfico (acima ou abaixo) em relação ao valor médio \bar{x} , tanto em relação à média esperada pela dosagem quanto em relação à média μ , dos exemplares anteriores é de apenas 1,56%. Analisando o Gráfico 01 (7 dias - 01/02 e 02/02) percebe-se que há grande probabilidade de mudança de centragem do processo de produção, fato acarretado pela presença de 14,47% (11 lotes) estarem de acordo com as condições anteriores. No Gráfico 02 (28 dias - 01/02 e 02/02) é notada a presença de 13,16% (10 lotes) de um mesmo lado no gráfico o que também demonstra uma grande probabilidade de mudança de centragem do processo de produção.

Segundo Helene & Terzian (1993) quando em um conjunto se seis resultados consecutivos, dois exemplares estiverem abaixo da resistência característica pode-se considerar que houve mudança significativa no processo de produção. O Gráfico 01 (7 dias - 01/02 e 02/02) mostra que em 2,63% (02 lotes) houve a referida mudança o que também ocorre ao analisar o Gráfico 02 (28 dias - 01/02 e 02/02) onde 1,32% (01 lote) caracteriza esta mudança no processo de produção.

Efetuando-se a avaliação no Gráfico 03 (07 dias) percebe-se que 33,33% (13 lotes) estão fora do intervalo de confiança correspondente a uma probabilidade de 90% de ocorrência, o que representa sinais de alteração na produção e, portanto necessitam de correções. Também é observado que 17,95% (07 lotes) estão com desvio padrão abaixo de 4 MPa (admitido na dosagem) onde deve-se proceder a uma retificação da dosagem no sentido de reverter em economia para a obra o fato de ter conseguido uma menor dispersão efetiva do processo de produção. No Gráfico 04 (28 dias) 20,51% (08 lotes) se encontram fora do intervalo de confiança apresentando também sinais de alteração na produção, necessitando de correções. 23,08% (09 lotes) estão com desvio padrão abaixo de 4 MPa (admitido na dosagem) devendo-se proceder, como anteriormente, a uma retificação da dosagem no sentido

de reverter em economia para a obra o fato de ter conseguido uma menor dispersão efetiva do processo de produção.

O desvio-padrão das operações de ensaio e controle pode afetar negativamente os resultados, provocando a elevação da resistência média de dosagem e onerando conseqüentemente o custo do metro cúbico do concreto produzido (HELENE & TERZIAN, 1993). Analisando a informação nota-se que uma maneira de controlar a eficiência dessas operações é acompanhar graficamente a evolução do coeficiente de variação dentro do ensaio. Helene & Terzian (1993) informam que adotando valores já consagrados, para que as operações de ensaio e controle sejam consideradas eficientes, devem apresentar variabilidade menor ou igual a 5%. Isso pode ser observado através dos Gráficos 05 (07dias) e 06 (28 dias) onde os resultados e suas classificações são apresentadas na tabela a seguir:

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE ENSAIO E CONTROLE			
ANÁLISE AOS 7 DIAS DE IDADE			
INDICADOR	Nº DE LOTES	%	CLASSIFICAÇÃO
< 3,0%	10	26,32	EXCELENTE
3,0% a 4,0%	9	23,68	MUITO BOM
4% a 5%	13	34,21	BOM
5% a 6%	5	13,16	RAZOÁVEL
> 6,0%	1	2,63	DEFICIENTE

Tabela 11 – Avaliação comparativa e classificatória dos coeficientes de variação das operações de ensaio e controle aos 7 dias de idade

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE ENSAIO E CONTROLE			
ANÁLISE AOS 28 DIAS DE IDADE			
INDICADOR	Nº DE LOTES	%	CLASSIFICAÇÃO
< 3,0%	15	39,47	EXCELENTE
3,0% a 4,0%	14	36,85	MUITO BOM
4% a 5%	8	21,05	BOM
5% a 6%	1	2,63	RAZOÁVEL
> 6,0%	-	-	DEFICIENTE

Tabela 12 – Avaliação comparativa e classificatória dos coeficientes de variação das operações de ensaio e controle aos 28 dias de idade

Através da análise das Tabelas 11 e 12 pode-se avaliar de maneira positiva a influência das operações de ensaio e controle, pois respectivamente obtiveram um somatório de frequência de 84,21% e 97,37% aos 7 e 28 dias, estando dentro do limite de 5% citado por Helene & Terzian (1993).

5. CONCLUSÃO

De uma forma geral, o trabalho 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, localizar facilmente o concreto com possíveis problemas, para que sejam tomadas as providências para as correções e intervenções necessárias ao bom desempenho e a durabilidade da estrutura.

As cartas de controle da qualidade, são importantes ferramentas de acompanhamento, permitindo a fácil visualização de não-conformidades quanto à resistência dos lotes e à variabilidade dos processos de produção e ensaio, indicando a necessidade de adequações na dosagem e nas operações, a fim de otimizar o processo e os custos envolvidos na produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2006) NBR 12655 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2007) NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. Manual de Dosagem e Controle do Concreto. São Paulo: PINI, 1993.

NEVILLE, Adam M. Propriedades do Concreto. Trad. Salvador E. Giammusso. 2.ed. São Paulo: Pini, 1997

PINHEIRO, MUZARDO E SANTOS, 2004 USP Estruturas de Concreto – Cap. 2

FALCÃO BAUER, L. A.; Materiais de Construção 1.LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1991.

NASCIMENTO, B. T. C. do. ; SILVA, T. A. da. / Análise crítica dos estimadores da NBR 12655:2006 utilizados para o controle estatístico de qualidade do concreto – Trabalho de Conclusão 2012.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. Materiais de Construção: 5.ed. Rio de Janeiro: ABDR Afiliada, 1994. v.1.

PETRUCCI, Eládio G. Concreto de Cimento Portland. São Paulo Associação Brasileira de Cimento Portland, 1968.

ANEXOS

Linha Indicadora	Lote 28MPa	Desvio Padrão dos Lotes	Desvio Padrão Admitido na Dosagem	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão Geral
1	1	2,58	4,00	8,40	2,70	4,62
2	3	0,67	4,00	8,00	2,75	4,62
3	5	3,51	4,00	8,00	2,75	4,62
4	7	4,41	4,00	8,00	2,75	4,62
5	9	2,08	4,00	8,00	2,75	4,62
6	12	2,86	4,00	8,00	2,75	4,62
7	14	3,25	4,00	8,00	2,75	4,62
8	16	1,52	4,00	8,00	2,75	4,62
9	18	2,12	4,00	8,00	2,75	4,62
10	20	3,25	4,00	8,00	2,75	4,62
11	22	3,52	4,00	7,70	2,80	4,62
12	23	4,74	4,00	8,00	2,75	4,62
13	26	1,35	4,00	8,00	2,75	4,62
14	27	3,75	4,00	8,00	2,75	4,62
15	29	2,39	4,00	8,00	2,75	4,62
16	31	3,18	4,00	7,70	2,80	4,62
17	33	2,67	4,00	8,00	2,75	4,62
18	35	3,32	4,00	8,00	2,75	4,62
19	36	2,78	4,00	8,00	2,75	4,62
20	39	3,58	4,00	8,00	2,75	4,62
21	41	4,24	4,00	8,00	2,75	4,62
22	43	2,76	4,00	8,00	2,75	4,62
23	45	2,45	4,00	8,00	2,75	4,62
24	47	1,64	4,00	8,00	2,75	4,62
25	49	4,37	4,00	8,00	2,75	4,62
26	51	3,64	4,00	8,00	2,75	4,62
27	53	1,16	4,00	8,00	2,75	4,62
28	55	2,41	4,00	8,00	2,75	4,62
29	57	3,75	4,00	8,00	2,75	4,62
30	59	6,34	4,00	8,00	2,75	4,62
31	61	3,87	4,00	8,00	2,75	4,62
32	63	4,17	4,00	8,00	2,75	4,62
33	64	4,74	4,00	8,00	2,75	4,62
34	66	4,18	4,00	8,00	2,75	4,62
35	68	3,55	4,00	8,00	2,75	4,62
36	70	4,13	4,00	8,00	2,75	4,62
37	72	2,64	4,00	8,00	2,75	4,62
38	74	3,34	4,00	8,00	2,75	4,62
39	76	2,70	4,00	7,70	2,80	4,62

Tabela 13 – Dados da carta de controle da qualidade de produção com base no desvio padrão do processo de produção e ensaio aos 7 dias de idade

Linha Indicadora	Lote 35MPa	Desvio Padrão dos Lotes	Desvio Padrão Admitido na Dosagem	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão Geral
1	1	4,00	4,00	8,40	2,70	4,57
2	3	1,52	4,00	8,00	2,75	4,57
3	5	4,48	4,00	8,00	2,75	4,57
4	7	5,26	4,00	8,00	2,75	4,57
5	9	2,74	4,00	8,00	2,75	4,57
6	12	5,15	4,00	8,00	2,75	4,57
7	14	3,76	4,00	8,00	2,75	4,57
8	16	2,51	4,00	8,00	2,75	4,57
9	18	4,20	4,00	8,00	2,75	4,57
10	20	1,72	4,00	8,00	2,75	4,57
11	22	3,24	4,00	7,70	2,80	4,57
12	23	5,90	4,00	8,00	2,75	4,57
13	26	2,71	4,00	8,00	2,75	4,57
14	27	4,01	4,00	8,00	2,75	4,57
15	29	3,68	4,00	8,00	2,75	4,57
16	31	5,91	4,00	7,70	2,80	4,57
17	33	4,09	4,00	8,00	2,75	4,57
18	35	3,41	4,00	8,00	2,75	4,57
19	36	3,65	4,00	8,40	2,70	4,57
20	39	2,95	4,00	8,00	2,75	4,57
21	41	4,01	4,00	8,00	2,75	4,57
22	43	2,96	4,00	8,00	2,75	4,57
23	45	1,54	4,00	8,00	2,75	4,57
24	47	3,06	4,00	8,00	2,75	4,57
25	49	5,48	4,00	8,00	2,75	4,57
26	51	3,98	4,00	8,00	2,75	4,57
27	53	1,88	4,00	8,00	2,75	4,57
28	55	3,36	4,00	8,00	2,75	4,57
29	57	3,51	4,00	8,00	2,75	4,57
30	59	3,60	4,00	8,00	2,75	4,57
31	61	2,97	4,00	8,00	2,75	4,57
32	63	3,84	4,00	8,00	2,75	4,57
33	64	2,63	4,00	8,00	2,75	4,57
34	66	2,83	4,00	8,00	2,75	4,57
35	68	3,53	4,00	8,00	2,75	4,57
36	70	4,53	4,00	8,00	2,75	4,57
37	72	2,72	4,00	8,00	2,75	4,57
38	74	3,25	4,00	8,00	2,75	4,57
39	76	3,10	4,00	7,70	2,80	4,57

Tabela 14 – Dados da carta de controle da qualidade de produção com base no desvio padrão do processo de produção e ensaio aos 28 dias de idade

28MPa	CAP	CAT	APROV.PARC.	APROV.TOT.
1	38,1	38,5	0	0
2	FALSO	29,3	-	0
3	32,9	33,1	0	0
4	FALSO	33,7	-	0
5	28,8	30,6	0	0
6	FALSO	27,5	-	1
7	30,6	32,6	0	0
8	FALSO	34,2	-	0
9	32,1	33,5	0	0
10	FALSO	29,7	-	0
11	FALSO	37,6	0	0
12	26,3	27,7	1	1
13	FALSO	28,2	-	0
14	31	31,3	0	0
15	FALSO	23,8	-	1
16	36,3	36,4	0	0
17	FALSO	34,2	-	0
18	25,3	26,4	1	1
19	FALSO	30,3	-	0
20	33,5	35	0	0
21	FALSO	34,3	-	0
22	31,4	31,4	0	0
23	33,1	33,6	0	0
24	FALSO	33,5	-	0
25	FALSO	40,6	-	0
26	42,5	42,7	0	0
27	34,3	34,6	0	0
28	FALSO	37,1	-	0
29	32,1	34,2	0	0
30	FALSO	34,6	-	0
31	33,3	31,4	0	0
32	FALSO	35,2	-	0
33	25,8	27,4	1	1
34	FALSO	32,6	-	0
35	28,3	28,7	0	0
36	32,5	34,1	0	0
37	FALSO	33,5	-	0

38	FALSO	45,5	-	0	
39		25,9	27,5	1	1
40	FALSO	34,4	-	0	
41		27,8	29,5	1	0
42	FALSO	33,3	-	0	
43		30,4	31,5	0	0
44	FALSO	31,5	-	0	
45		31,2	32,5	0	0
46	FALSO	23,5	-	1	
47		36,3	36,9	0	0
48	FALSO	37,8	-	0	
49		33,8	36	0	0
50	FALSO	28,9	-	0	
51		29,4	31,3	0	0
52	FALSO	31,6	-	0	
53		39,2	39,7	0	0
54	FALSO	37,6	-	0	
55		31,7	33,7	0	0
56	FALSO	36,6	-	0	
57		29,5	31,1	0	0
58	FALSO	35,8	-	0	
59		27,4	29,1	1	0
60	FALSO	37,6	-	0	
61		32,7	34,8	0	0
62	FALSO	32	-	0	
63		33,7	35,9	0	0
64		29,7	31,6	0	0
65	FALSO	29,2	-	0	
66		31,7	32,3	0	0
67	FALSO	32,3	-	0	
68		32,1	34,2	0	0
69	FALSO	30,5	-	0	
70		32,5	33,1	0	0
71	FALSO	29,1	-	0	
72		33,7	33,7	0	0
73	FALSO	25	-	1	
74		30,3	32,2	0	0
75	FALSO	24,3	-	1	
76		36,7	37	0	0
* (FALSO) AMOSTRAS COM MENOS DE 6 EXEMPLARES, AUSENTES DO CONTROLE PARCIAL DEVIDO RECOMENDAÇÃO DA NORMA TÉCNICA ABNT NBR 12655:2006 – APROVADOS INDICADOS COM “0” E REPROVADOS “1”					

Tabela 15 – Dados de aprovação e rejeição aos 7 dias comparado com Fck adotado 28MPa

35 MPa	CAP	CAT	APROV.PARC.	APROV.TOT.
1	41,0	41,9	0	0
2	FALSO	36,3	-	0
3	43,8	45,3	0	0
4	FALSO	40,2	-	0
5	39,1	40,1	0	0
6	FALSO	35,7	-	0
7	41,7	44,4	0	0
8	FALSO	36,8	-	0
9	38,6	40,8	0	0
10	FALSO	36,2	-	0
11	FALSO	45,3	0	0
12	28,8	30,6	1	1
13	FALSO	32,3	-	1
14	32,4	34,1	1	1
15	FALSO	35,7	-	0
16	40,3	40,5	0	0
17	FALSO	43,1	-	0
18	34,0	34,5	1	1
19	FALSO	42,5	-	0
20	40,2	41	0	0
21	FALSO	39,2	-	0
22	37,2	38,5	0	0
23	36,2	37,9	0	0
24	FALSO	46,6	-	0
25	FALSO	45,7	-	0
26	44,9	45,5	0	0
27	36,3	38,5	0	0
28	FALSO	40,8	-	0
29	36,9	38,3	0	0
30	FALSO	41,9	-	0
31	41,9	43	0	0
32	FALSO	43	-	0
33	31,5	32,7	1	1
34	FALSO	35,1	-	0
35	34,5	34,6	1	1
36	34,3	37	1	0
37	FALSO	38,4	-	0
38	FALSO	49,6	-	0
39	36,8	39,1	0	0

40	FALSO	41,7	-	0	
41		30,5	31,8	1	1
42	FALSO	39	-	0	
43		36,8	39,2	0	0
44	FALSO	39,3	-	0	
45		39,2	39,6	0	0
46	FALSO	31	-	1	
47		37,7	38,1	0	0
48	FALSO	41,7	-	0	
49		36,3	38,6	1	0
50	FALSO	35,5	-	0	
51		34,2	35,4	1	0
52	FALSO	38,8	-	0	
53		41,8	43,3	0	0
54	FALSO	40,1	-	0	
55		37,6	40	0	0
56	FALSO	42,2	-	0	
57		39,7	40,4	0	0
58	FALSO	42,6	-	0	
59		44,4	44,9	0	0
60	FALSO	42,9	-	0	
61		38,8	41,3	0	0
62	FALSO	38,5	-	0	
63		39,0	40,3	0	0
64		39,8	41,1	0	0
65	FALSO	38,4	-	0	
66		38,4	39,2	0	0
67	FALSO	37	-	0	
68		36,6	40,4	0	0
69	FALSO	34,1	-	1	
70		35,4	36,5	0	0
71	FALSO	32,3	-	1	
72		36,1	38,2	0	0
73	FALSO	28,3	-	1	
74		32,4	33,5	1	1
75	FALSO	32,9	-	1	
76		36,8	38,2	0	0
* (FALSO) AMOSTRAS COM MENOS DE 6 EXEMPLARES, AUSENTES DO CONTROLE PARCIAL DEVIDO RECOMENDAÇÃO DA NORMA TÉCNICA ABNT NBR 12655:2006 – APROVADOS INDICADOS COM “0” E REPROVADOS “1”					

Tabela 16 – Dados de aprovação e rejeição aos 28 dias comparado com Fck de projeto 35MPa

Somatório da Subtração dos Fck's	Se (MPa) (Desvio Padrão)	Fcmj (Mpa)	Ve (%) Coef.de Variação
11,20	0,99	38,74	2,56
16,30	1,45	34,47	4,19
14,60	1,29	37,39	3,46
17,00	1,51	31,96	4,72
15,30	1,36	35,28	3,85
15,00	1,33	33,19	4,01
19,40	1,72	36,16	4,76
20,70	1,84	38,41	4,78
11,90	1,05	43,86	2,41
18,80	1,67	38,89	4,29
13,50	1,20	38,44	3,11
20,10	1,78	31,79	5,61
21,20	1,88	33,93	5,54
12,00	1,06	34,26	3,11
26,10	2,31	33,54	6,90
19,10	1,69	34,15	4,96
17,40	1,54	38,11	4,05
23,00	2,04	38,67	5,27
17,90	1,59	38,66	4,11
20,70	1,84	36,39	5,04
18,60	1,65	38,20	4,32
15,40	1,37	40,06	3,41
18,30	1,62	40,79	3,98
19,30	1,71	35,95	4,76
14,90	1,32	38,26	3,45
11,70	1,04	35,52	2,92
21,90	1,94	36,68	5,29
10,50	0,93	42,20	2,21
14,20	1,26	45,93	2,74
17,90	1,59	46,95	3,38
13,80	1,22	42,30	2,89
24,60	2,18	44,00	4,96
21,70	1,92	41,59	4,63
17,60	1,56	42,18	3,70
10,90	0,97	40,33	2,40
13,20	1,17	39,46	2,97

8,30	0,74	37,50	1,96
13,90	1,12	39,76	2,82

Tabela 17 – Coeficiente de Variação das Operações de Ensaio e Controle aos 7 Dias

Somatório da Subtração dos Fck's	Se (MPa) (Desvio Padrão)	Fcmj (Mpa)	Ve (%) Coef.de Variação
7,10	0,63	44,28	1,42
21,70	1,92	44,76	4,30
23,90	2,12	43,41	4,88
10,60	0,94	46,79	2,01
15,60	1,38	42,41	3,26
15,20	1,35	40,13	3,36
15,90	1,41	39,18	3,60
18,50	1,64	42,43	3,87
15,40	1,37	41,76	3,27
15,00	1,33	42,46	3,13
15,30	1,36	41,24	3,29
23,20	2,06	47,12	4,36
14,10	1,25	47,75	2,62
17,60	1,56	43,85	3,56
14,80	1,31	44,64	2,94
19,00	1,68	47,55	3,54
19,60	1,74	41,47	4,19
20,90	1,85	38,80	4,78
16,90	1,50	42,38	3,54
17,00	1,51	42,74	3,53
17,00	1,51	38,22	3,94
19,70	1,75	41,79	4,18
23,60	2,09	39,62	5,28
14,10	1,25	44,52	2,81
13,20	1,17	41,88	2,79
14,00	1,24	42,04	2,95
10,10	0,90	44,31	2,02
12,40	1,10	43,11	2,55
14,20	1,26	45,93	2,74
17,90	1,59	46,95	3,38
13,80	1,22	42,30	2,89
24,60	2,18	44,00	4,96

21,70	1,92	41,59	4,63
17,60	1,56	42,18	3,70
10,90	0,97	40,33	2,40
13,20	1,17	39,46	2,97
8,30	0,74	37,50	1,96
13,90	1,12	39,76	2,82

Tabela 18 – Coeficiente de Variação das Operações de Ensaio e Controle aos 28 Dias

9	1	28	7	38,9	39,6	39,6	33,5	32,1	33,5	0	0	2,08	35,8
	2	28	7	33,7	36,0	36,0	33,7						
	3	28	7	32,2	33,5	33,5	35,1						
	4	28	7	31,0	33,7	33,7	35,8						
	5	28	7	34,0	35,8	35,8	36,0						
	6	28	7	33,0	35,1	35,1	36,9						
	7	28	7	35,0	36,9	36,9	39,6						
10	1	28	7	29,0	29,7	29,7	29,7	FALSO	29,7	-	0	6,38	37,1
	2	28	7	38,5	40,9	40,9	40,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	38,5	40,6	40,6	40,9						
11	1	28	7	36,2	38,2	38,2	37,6	FALSO	37,6	0	0	0,35	38,0
	2	28	7	37,3	37,6	37,6	38,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	36,2	38,2	38,2	38,2						
12	1	28	7	32,4	34,5	34,5	27,7	26,3	27,7	1	1	2,86	30,8
	2	28	7	27,4	27,7	27,7	27,7						
	3	28	7	33,6	34,4	34,4	29,1						
	4	28	7	28,9	31,1	31,1	31,1						
	5	28	7	29,0	31,2	31,2	31,2						
	6	28	7	26,8	27,7	27,7	34,4						
	7	28	7	26,7	29,1	29,1	34,5						
13	1	28	7	35,7	37,2	37,2	28,2	FALSO	28,2	-	0	4,53	33,0
	2	28	7	30,5	33,6	33,6	33,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	26,2	28,2	28,2	37,2						
14	1	28	7	34,2	36,1	36,1	31,3	31	31,3	0	0	3,25	36,3
	2	28	7	28,3	31,3	31,3	35,3						
	3	28	7	37,4	38,3	38,3	35,6						
	4	28	7	38,8	42,0	42,0	35,8						
	5	28	7	35,4	35,6	35,6	36,1						
	6	28	7	34,2	35,8	35,8	38,3						
	7	28	7	34,7	35,3	35,3	42,0						
15	1	28	7	21,5	23,8	23,8	23,8	FALSO	23,8	-	1	6,30	30,8
	2	28	7	32,5	32,6	32,6	32,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	35,3	36,0	36,0	36,0						
16	1	28	7	38,4	39,6	39,6	36,4	36,3	36,4	0	0	1,52	38,3
	2	28	7	37,0	37,3	37,3	37,3						
	3	28	7	34,0	36,4	36,4	37,4						
	4	28	7	35,4	38,2	38,2	38,1						
	5	28	7	35,9	37,4	37,4	38,2						
	6	28	7	39,5	40,9	40,9	39,6						
	7	28	7	36,0	38,1	38,1	40,9						
17	1	28	7	35,1	37,2	37,2	34,2	FALSO	34,2	-	0	1,76	36,2
	2	28	7	31,0	34,2	34,2	37,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	35,0	37,3	37,3	37,3						

Página 2

18	1	28	7	26,7	28,7	28,7	26,4	25,3	26,4	1	1	2,12	30,1
	2	28	7	29,8	28,0	29,8	28,7						
	3	28	7	25,7	26,4	26,4	29,8						
	4	28	7	32,2	31,9	32,2	30,0						
	5	28	7	31,3	31,3	31,3	31,3						
	6	28	7	28,6	30,0	30,0	32,2						
	7	28	7	32,4	31,4	32,4	32,4						
19	1	28	7	29,7	30,3	30,3	30,3		FALSO	30,3	-	0	33,8
	2	28	7	33,2	34,0	34,0	34,0						
	3	28	7	35,0	37,0	37,0	37,0						
20	1	28	7	36,0	36,7	36,7	35,0		33,5	35	0	0	39,6
	2	28	7	34,2	35,0	35,0	36,7						
	3	28	7	36,4	38,2	38,2	38,2						
	4	28	7	37,0	39,8	39,8	39,8						
	5	28	7	38,9	40,8	40,8	40,8						
	6	28	7	38,4	43,7	43,7	43,3						
	7	28	7	41,2	43,3	43,3	43,7						
21	1	28	7	39,1	40,7	40,7	34,3		FALSO	34,3	-	0	36,5
	2	28	7	32,4	34,3	34,3	34,6						
	3	28	7	32,1	34,6	34,6	40,7						
22	1	28	7	29,8	31,4	31,4	31,4		31,4	31,4	0	0	37,3
	2	28	7	38,6	41,5	41,5	34,0						
	3	28	7	34,6	36,4	36,4	36,4						
	4	28	7	34,9	36,5	36,5	36,5						
	5	28	7	37,5	40,5	40,5	37,2						
	6	28	7	31,1	34,0	34,0	40,5						
	7	28	7	34,2	37,2	37,2	40,7						
	8	28	7	39,3	40,7	40,7	41,5						
23	1	28	7	31,7	33,6	33,6	33,6		33,1	33,6	0	0	43,7
	2	28	7	44,3	46,3	46,3	43,1						
	3	28	7	47,5	47,7	47,7	43,6						
	4	28	7	43,1	45,2	45,2	45,2						
	5	28	7	41,3	43,1	43,1	46,3						
	6	28	7	43,6	43,6	43,6	46,4						
	7	28	7	46,1	46,4	46,4	47,7						
24	1	28	7	43,4	44,2	44,2	33,5		FALSO	33,5	-	0	38,2
	2	28	7	33,3	33,5	33,5	36,9						
	3	28	7	35,7	36,9	36,9	44,2						
25	1	28	7	41,0	43,2	43,2	40,6		FALSO	40,6	-	0	42,0
	2	28	7	37,4	40,6	40,6	42,2						
	3	28	7	39,5	42,2	42,2	43,2						

34	1	28	7	29,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	1	FALSO	32,6	-	0	1,40	34,2	
	2	28	7	33,4	35,2	35,2	34,8	34,8	34,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	34,3	34,8	34,8	35,2	35,2	35,2								
35	1	28	7	25,3	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7	3	28,3	28,7	0	0	3,32	34,7	
	2	28	7	33,3	36,0	36,0	33,6	33,6	33,6								
	3	28	7	32,5	34,2	34,2	34,0	34,0	34,0								
	4	28	7	31,7	33,6	33,6	34,2	34,2	34,2								
	5	28	7	35,6	38,3	38,3	36,0	36,0	36,0								
	6	28	7	37,5	38,4	38,4	38,3	38,3	38,3								
	7	28	7	32,1	34,0	34,0	38,4	38,4	38,4								
36	1	28	7	31,6	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	3	32,5	34,1	0	0	2,78	37,2	
	2	28	7	32,4	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5								
	3	28	7	36,7	38,1	38,1	36,1	36,1	36,1								
	4	28	7	34,0	36,1	36,1	38,1	38,1	38,1								
	5	28	7	40,0	41,3	41,3	38,9	38,9	38,9								
	6	28	7	38,5	38,9	38,9	41,3	41,3	41,3								
	7	28	7	33,2	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	3	1	FALSO	33,5	-	0	0,61	34,2
37	2	28	7	33,4	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	33,3	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5								
	4	28	7	44,8	46,1	46,1	45,5	45,5	45,5	2	1	FALSO	45,5	-	0	0,42	45,8
38	1	28	7	42,2	45,5	45,5	46,1	46,1	46,1	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	2	28	7	33,0	33,5	33,5	27,5	27,5	27,5	7	3	25,9	27,5	1	1	3,58	33,2
	3	28	7	34,1	34,4	34,4	30,3	30,3	30,3	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 25,7 MPa logo o fck estimado será 27,5 x 0,94 = 25,9MPa							
39	4	28	7	29,8	30,3	30,3	32,1	32,1	32,1								
	5	28	7	34,1	36,7	36,7	33,5	33,5	33,5								
	6	28	7	35,2	37,8	37,8	34,4	34,4	34,4								
	7	28	7	25,9	27,5	27,5	36,7	36,7	36,7								
	8	28	7	32,0	32,1	32,1	37,8	37,8	37,8								
	9	28	7	37,8	38,0	38,0	34,4	34,4	34,4	2	1	FALSO	34,4	-	0	2,55	36,2
	10	28	7	33,7	34,4	34,4	38,0	38,0	38,0	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
40	1	28	7	38,1	42,3	42,3	29,5	29,5	29,5	7	3	27,8	29,5	1	0	4,24	34,2
	2	28	7	32,2	35,6	35,6	30,6	30,6	30,6	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 27,2 MPa logo o fck estimado será 29,5 x 0,94 = 27,8MPa							
	3	28	7	29,4	35,7	35,7	32,9	32,9	32,9								
	4	28	7	31,7	32,9	32,9	33,0	33,0	33,0								
	5	28	7	31,4	33,0	33,0	35,6	35,6	35,6								
	6	28	7	28,7	30,6	30,6	35,7	35,7	35,7								
	7	28	7	28,8	29,5	29,5	42,3	42,3	42,3								
41	1	28	7	35,9	36,1	36,1	33,3	33,3	33,3	3	1	FALSO	33,3	-	0	3,79	36,7
	2	28	7	32,5	33,3	33,3	36,1	36,1	36,1	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	40,2	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8								
42	1	28	7	33,0	33,7	33,7	31,5	31,5	31,5	7	3	30,4	31,5	0	0	2,76	35,0
	2	28	7	34,2	37,9	37,9	32,6	32,6	32,6								
	3	28	7	34,8	37,2	37,2	33,7	33,7	33,7								
	4	28	7	36,3	38,4	38,4	33,9	33,9	33,9								
	5	28	7	31,7	33,9	33,9	37,2	37,2	37,2								
	6	28	7	31,2	32,6	32,6	37,9	37,9	37,9								
	7	28	7	29,5	31,5	31,5	38,4	38,4	38,4								
43	1	28	7	32,0	32,1	32,1	37,8	37,8	37,8								
	2	28	7	37,8	38,0	38,0	34,4	34,4	34,4								
	3	28	7	33,7	34,4	34,4	38,0	38,0	38,0								
	4	28	7	38,1	42,3	42,3	29,5	29,5	29,5								
	5	28	7	32,2	35,6	35,6	30,6	30,6	30,6								
	6	28	7	29,4	35,7	35,7	32,9	32,9	32,9								
	7	28	7	31,7	32,9	32,9	33,0	33,0	33,0								

44	1	28	7	29,2	31,5	31,5	31,5	2	1	FALSO	31,5	-	0	2,19	33,1			
	2	28	7	30,3	34,6	34,6	34,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS								0	2,19	33,1
45	1	28	7	33,9	34,2	34,2	32,5	7	3	31,2	32,5	0	0	2,45	35,4			
	2	28	7	32,1	32,5	32,5	32,9											
	3	28	7	31,8	34,4	34,4	34,2											
	4	28	7	35,0	37,4	37,4	34,4											
	5	28	7	34,3	38,7	38,7	37,4											
	6	28	7	36,1	37,4	37,4	37,4											
	7	28	7	30,5	32,9	32,9	38,7											
46	1	28	7	20,6	23,5	23,5	23,5	2	1	FALSO	23,5	-	1	7,78	29,0			
	2	28	7	34,2	34,5	34,5	34,5	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS								0	1,64	39,1
47	1	28	7	39,4	41,6	41,6	36,9	7	3	36,3	36,9	0	0	1,64	39,1			
	2	28	7	39,0	39,1	39,1	37,6											
	3	28	7	36,4	38,2	38,2	38,2											
	4	28	7	35,8	37,6	37,6	39,1											
	5	28	7	39,2	40,0	40,0	40,0											
	6	28	7	34,7	36,9	36,9	40,2											
	7	28	7	39,3	40,2	40,2	41,6											
48	1	28	7	39,2	40,2	40,2	37,8	3	1	FALSO	37,8	-	0	1,21	39,1			
	2	28	7	35,3	37,8	37,8	39,3	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS								0	1,21	39,1
49	3	28	7	38,0	39,3	39,3	40,2	7	3	33,8	36	0	0	4,37	42,3			
	2	28	7	35,0	36,6	36,6	36,6	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 30,2 MPa logo o fck estimado será 36,0 x 0,94 = 33,8MPa										
	3	28	7	41,0	43,3	43,3	42,4											
	4	28	7	34,5	36,0	36,0	48,3											
	5	28	7	41,7	44,4	44,4	44,4											
	6	28	7	42,8	46,5	46,5	46,5											
	7	28	7	39,7	42,4	42,4	46,7											
50	1	28	7	36,5	40,8	40,8	28,9	3	1	FALSO	28,9	-	0	7,41	37,4			
	2	28	7	39,5	42,5	42,5	40,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS								0	7,41	37,4
	3	28	7	28,5	28,9	28,9	42,5											
51	1	28	7	36,4	37,5	37,5	31,3	7	3	29,4	31,3	0	0	3,64	36,1			
	2	28	7	29,9	31,3	31,3	31,6	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 27,7 MPa logo o fck estimado será 31,3 x 0,94 = 29,4MPa										
	3	28	7	35,1	36,6	36,6	35,2											
	4	28	7	35,4	39,3	39,3	36,6											
	5	28	7	38,7	40,9	40,9	37,5											
	6	28	7	33,9	35,2	35,2	39,3											
	7	28	7	28,3	31,6	31,6	40,9											
52	1	28	7	29,7	31,6	31,6	31,6	3	1	FALSO	31,6	-	0	1,36	33,0			
	2	28	7	31,3	33,2	33,2	33,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS								0	1,36	33,0
	3	28	7	32,2	34,3	34,3	34,3											
53	1	28	7	41,2	42,7	42,7	39,7	7	3	39,2	39,7	0	0	1,16	41,9			
	2	28	7	38,5	41,7	41,7	41,2											
	3	28	7	42,2	43,4	43,4	41,7											
	4	28	7	38,7	41,2	41,2	42,7											
	5	28	7	40,9	42,6	42,6	42,6											
	6	28	7	38,0	39,7	39,7	42,7											
	7	28	7	41,9	42,9	42,9	42,9											

54	1	28	7	39,0	42,3	42,3	37,6	37,6	3	1	FALSO	37,6	-	0	2,44	39,6
	2	28	7	33,3	37,6	37,6	38,8	38,8	AUSÊNCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	36,6	38,8	38,8	42,3	42,3								
55	1	28	7	34,0	34,5	34,5	33,7	33,7	7	3	31,7	33,7	0	0	2,41	37,5
	2	28	7	37,3	39,0	39,0	34,5	34,5	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 30,3 MPa logo o fck estimado será 33,7 x 0,94 = 31,7MPa							
	3	28	7	35,4	38,8	38,8	37,9	37,9								
	4	28	7	36,9	39,9	39,9	38,8	38,8								
	5	28	7	31,2	33,7	33,7	38,8	38,8								
	6	28	7	35,9	37,9	37,9	39,0	39,0								
	7	28	7	34,3	38,8	38,8	39,9	39,9								
56	1	28	7	37,1	38,8	38,8	36,6	36,6	3	1	FALSO	36,6	-	0	1,15	37,9
	2	28	7	35,2	36,6	36,6	38,3	38,3	AUSÊNCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	37,1	38,3	38,3	38,8	38,8								
57	1	28	7	38,1	38,6	38,6	31,1	31,1	7	3	29,5	31,1	0	0	3,75	35,2
	2	28	7	30,5	31,5	31,5	31,5	31,5								
	3	28	7	33,1	34,7	34,7	33,1	33,1								
	4	28	7	40,8	41,3	41,3	34,7	34,7								
	5	28	7	33,7	35,9	35,9	35,9	35,9								
	6	28	7	32,5	33,1	33,1	38,6	38,6								
	7	28	7	29,6	31,1	31,1	41,3	41,3								
58	1	28	7	39,6	43,3	43,3	35,8	35,8	3	1	FALSO	35,8	-	0	4,58	41,1
	2	28	7	35,6	35,8	35,8	43,3	43,3	AUSÊNCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	43,0	44,1	44,1	44,1	44,1								
59	1	28	7	37,1	38,4	38,4	29,1	29,1	7	3	27,4	29,1	1	0	6,34	41,6
	2	28	7	42,1	44,4	44,4	38,4	38,4	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 26,6 MPa logo o fck estimado será 29,1 x 0,94 = 27,4MPa							
	3	28	7	45,3	47,9	47,9	40,9	40,9								
	4	28	7	43,3	45,4	45,4	44,4	44,4								
	5	28	7	38,4	40,9	40,9	45,1	45,1								
	6	28	7	27,9	29,1	29,1	45,4	45,4								
	7	28	7	42,8	45,1	45,1	47,9	47,9								
60	1	28	7	35,7	37,6	37,6	37,6	37,6	2	1	FALSO	37,6	-	0	1,84	38,9
	2	28	7	39,4	40,2	40,2	40,2	40,2	AUSÊNCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	1	28	7	39,9	41,0	41,0	34,8	34,8	7	3	32,7	34,8	0	0	3,87	41,5
61	2	28	7	40,4	42,0	42,0	38,2	38,2	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 32 MPa logo o fck estimado será 34,8 x 0,94 = 32,7MPa							
	3	28	7	44,9	45,9	45,9	41,0	41,0								
	4	28	7	42,5	44,2	44,2	42,0	42,0								
	5	28	7	33,5	34,8	34,8	44,1	44,1								
	6	28	7	42,0	44,1	44,1	44,2	44,2								
	7	28	7	37,2	38,2	38,2	45,9	45,9								
	1	28	7	31,7	32,5	32,5	32,0	32,0	3	1	FALSO	32	-	0	2,24	33,5
62	2	28	7	32,8	36,1	36,1	32,5	32,5	AUSÊNCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	28	7	31,8	32,0	32,0	36,1	36,1								

63	1	28	7	41,3	44,8	44,8	35,9	35,9	33,7	35,9	0	0	4,17	42,2
	2	28	7	34,7	35,9	35,9	37,4	37,4						
	3	28	7	36,5	37,4	37,4	40,8	40,8						
	4	28	7	42,1	44,4	44,4	44,4	44,4						
	5	28	7	42,8	45,8	45,8	44,8	44,8						
	6	28	7	42,9	46,1	46,1	45,8	45,8						
	7	28	7	37,7	40,8	40,8	46,1	46,1						
64	1	28	7	39,0	39,5	39,5	31,6	31,6	29,7	31,6	0	0	4,74	38,8
	2	28	7	41,1	42,2	42,2	32,9	32,9						
	3	28	7	43,0	43,7	43,7	39,4	39,4						
	4	28	7	31,4	32,9	32,9	39,5	39,5						
	5	28	7	40,9	42,2	42,2	42,2	42,2						
	6	28	7	37,8	39,4	39,4	42,2	42,2						
	7	28	7	30,6	31,6	31,6	43,7	43,7						
65	1	28	7	40,1	43,1	43,1	29,2	29,2	FALSO	29,2	-	0	7,58	37,9
	2	28	7	39,8	41,4	41,4	41,4	41,4	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	28,9	29,2	29,2	43,1	43,1						
66	1	28	7	39,9	41,8	41,8	32,3	32,3	31,7	32,3	0	0	4,18	37,3
	2	28	7	37,6	38,2	38,2	34,5	34,5						
	3	28	7	41,2	43,8	43,8	35,1	35,1						
	4	28	7	32,7	35,3	35,3	35,3	35,3						
	5	28	7	32,9	35,1	35,1	38,2	38,2						
	6	28	7	32,3	34,5	34,5	41,8	41,8						
	7	28	7	30,4	32,3	32,3	43,8	43,8						
67	1	28	7	30,4	32,3	32,3	32,3	32,3	FALSO	32,3	-	0	1,61	33,5
	2	28	7	30,7	32,8	32,8	32,8	32,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	33,4	35,3	35,3	35,3	35,3						
68	1	28	7	32,3	35,1	35,1	34,2	34,2	32,1	34,2	0	0	3,55	38,6
	2	28	7	39,9	41,4	41,4	35,1	35,1						
	3	28	7	37,6	38,7	38,7	37,4	37,4						
	4	28	7	36,6	37,4	37,4	38,7	38,7						
	5	28	7	37,8	38,8	38,8	38,8	38,8						
	6	28	7	33,1	34,2	34,2	41,4	41,4						
	7	28	7	41,0	42,1	42,1	44,5	44,5						
69	1	28	7	30,0	30,5	30,5	30,5	30,5	FALSO	30,5	-	0	6,66	35,7
	2	28	7	41,0	43,2	43,2	33,4	33,4	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	32,1	33,4	33,4	43,2	43,2						

70	1	28	7	39,3	40,5	40,5	33,1	7	3	32,5	33,1	0	0	4,13	38,0
	2	28	7	33,4	35,0	35,0	34,4								
	3	28	7	39,2	41,6	41,6	35,0								
	4	28	7	43,0	44,1	44,1	37,6								
	5	28	7	34,1	37,6	37,6	40,5								
	6	28	7	31,9	33,1	33,1	41,6								
	7	28	7	32,9	34,4	34,4	44,1								
71	1	28	7	32,9	34,4	34,4	29,1	3	1	FALSO	29,1	-	0	4,52	33,9
	2	28	7	28,5	29,1	29,1	34,4			AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL.DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	37,1	38,1	38,1	38,1								
72	1	28	7	34,0	34,6	34,6	33,7	7	3	33,7	33,7	0	0	2,64	36,6
	2	28	7	34,6	37,4	37,4	34,6								
	3	28	7	40,6	41,5	41,5	34,6								
	4	28	7	37,0	37,4	37,4	37,0								
	5	28	7	34,3	34,6	34,6	37,4								
	6	28	7	32,8	33,7	33,7	37,4								
	7	28	7	34,7	37,0	37,0	41,5								
73	1	28	7	27,5	29,1	29,1	25,0	3	1	FALSO	25	-	1	2,07	27,2
	2	28	7	27,3	27,5	27,5	27,5			AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL.DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	24,5	25,0	25,0	29,1								
74	1	28	7	36,5	37,3	37,3	32,2	7	3	30,3	32,2	0	0	3,34	36,9
	2	28	7	29,7	32,2	32,2	32,2			O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 27,1 MPa logo o fck estimado será 32,2 x 0,94 = 30,3MPa					
	3	28	7	37,1	39,1	39,1	37,3								
	4	28	7	37,0	39,6	39,6	37,5								
	5	28	7	37,1	40,1	40,1	39,1								
	6	28	7	36,5	37,5	37,5	39,6								
	7	28	7	31,7	32,2	32,2	40,1								
75	1	28	7	26,7	28,1	28,1	24,3	3	1	FALSO	24,3	-	1	1,91	26,3
	2	28	7	22,7	24,3	24,3	26,5			AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL.DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	28	7	25,0	26,5	26,5	28,1								
76	1	28	7	35,4	38,3	38,3	37,0	8	4	36,7	37	0	0	2,70	39,9
	2	28	7	41,2	43,8	43,8	37,9								
	3	28	7	35,8	37,9	37,9	38,3								
	4	28	7	34,3	37,0	37,0	38,8								
	5	28	7	36,8	39,3	39,3	39,3								
	6	28	7	38,3	40,0	40,0	40,0								
	7	28	7	44,3	43,0	44,3	43,8								
	8	28	7	37,2	38,8	38,8	44,3								

Planilha 01 (Páginas 01 a 09) – Dados das Amostras e Formação dos Lotes com Fck's Ordenados aos 7 dias de idade e Avaliação Estatística segundo a ABNT NBR 12655:2006

9	1	35	28	45,1	46,7	46,7	40,8	7	3	38,6	40,8	0	0	2,74	44,2
	2	35	28	45,2	48,4	48,4	41,4								
	3	35	28	42,2	45,2	45,2	43,6								
	4	35	28	42,8	43,6	43,6	43,6								
	5	35	28	40,2	40,8	40,8	45,2								
	6	35	28	41,7	43,6	43,6	46,7								
	7	35	28	39,6	41,4	41,4	48,4								
10	1	35	28	41,8	43,0	43,0	36,2	3	1	FALSO	36,2	-	0	3,93	40,7
	2	35	28	42,3	43,0	43,0	43,0								
	3	35	28	35,4	36,2	36,2	43,0								
11	1	35	28	46,8	47,7	47,7	45,3	3	1	FALSO	45,3	0	0	1,25	46,7
	2	35	28	45,9	47,1	47,1	47,1								
	3	35	28	44,8	45,3	45,3	47,7								
12	1	35	28	45,0	42,3	45,0	30,6	7	3	28,8	30,6	1	1	5,15	38,4
	2	35	28	30,6	28,9	30,6	33,7								
	3	35	28	40,3	42,7	42,7	36,0								
	4	35	28	36,0	34,4	36,0	40,1								
	5	35	28	39,6	40,7	40,7	40,7								
	6	35	28	39,2	40,1	40,1	42,7								
	7	35	28	33,7	31,6	33,7	45,0								
13	1	35	28	40,9	39,1	40,9	32,3	3	1	FALSO	32,3	-	1	4,83	37,9
	2	35	28	38,9	40,4	40,4	40,4								
	3	35	28	30,6	32,3	32,3	40,9								
14	1	35	28	37,6	40,5	40,5	34,1	7	3	32,4	34,1	1	1	3,76	40,9
	2	35	28	32,9	34,1	34,1	38,8								
	3	35	28	40,7	39,1	40,7	40,5								
	4	35	28	45,2	43,8	45,2	40,7								
	5	35	28	38,1	38,8	38,8	42,2								
	6	35	28	44,6	42,8	44,6	44,6								
	7	35	28	42,2	40,9	42,2	45,2								
15	1	35	28	33,9	35,7	35,7	35,7	3	1	FALSO	35,7	-	0	3,47	39,7
	2	35	28	39,3	41,5	41,5	41,5								
	3	35	28	39,4	41,9	41,9	41,9								
16	1	35	28	44,9	46,4	46,4	40,5	7	3	40,3	40,5	0	0	2,51	44,9
	2	35	28	46,9	48,4	48,4	43,7								
	3	35	28	42,5	45,7	45,7	43,9								
	4	35	28	42,0	43,7	43,7	45,7								
	5	35	28	43,3	45,8	45,8	45,8								
	6	35	28	43,5	43,9	43,9	46,4								
	7	35	28	39,3	40,5	40,5	48,4								
17	1	35	28	44,5	46,5	46,5	43,1	3	1	FALSO	43,1	-	0	1,96	45,4
	2	35	28	46,1	46,5	46,5	46,5								
	3	35	28	42,9	43,1	43,1	46,5								

O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 28,3 MPa logo o fck estimado será $30,6 \times 0,94 = 28,8 \text{ MPa}$

Original

26	1	35	28	45,4	48,1	48,1	45,5	7	3	44,9	45,5	0	0	2,71	49,0
	2	35	28	46,7	48,1	48,1	47,5								
	3	35	28	46,9	47,5	47,5	48,1								
	4	35	28	51,1	53,9	53,9	48,1								
	5	35	28	49,9	51,0	51,0	49,0								
	6	35	28	44,7	45,5	45,5	51,0								
	7	35	28	46,3	49,0	49,0	53,9								
27	1	35	28	46,8	47,0	47,0	38,5	7	3	36,3	38,5	0	0	4,01	44,1
	2	35	28	47,3	50,1	50,1	40,7								
	3	35	28	39,1	40,7	40,7	42,9								
	4	35	28	40,4	43,1	43,1	43,1								
	5	35	28	40,5	42,9	42,9	46,7								
	6	35	28	45,9	46,7	46,7	47,0								
	7	35	28	37,8	38,5	38,5	50,1								
28	1	35	28	38,3	40,8	40,8	40,8	3	1	FALSO	40,8	-	0	4,03	45,3
	2	35	28	47,3	48,5	48,5	46,7	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	44,8	46,7	46,7	48,5								
29	1	35	28	43,7	45,0	45,0	38,3	7	3	36,9	38,3	0	0	3,68	45,8
	2	35	28	49,9	50,3	50,3	45,0								
	3	35	28	44,9	46,4	46,4	46,4								
	4	35	28	46,5	46,6	46,6	46,4								
	5	35	28	43,2	47,4	47,4	46,6								
	6	35	28	44,6	46,4	46,4	47,4								
	7	35	28	37,4	38,3	38,3	50,3								
30	1	35	28	44,0	44,8	44,8	41,9	3	1	FALSO	41,9	-	0	4,27	45,7
	2	35	28	40,0	41,9	41,9	44,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	49,7	50,3	50,3	50,3								
31	1	35	28	58,9	62,4	62,4	43,0	8	4	41,9	43	0	0	5,91	49,0
	2	35	28	43,9	47,6	47,6	44,5								
	3	35	28	47,7	49,1	49,1	46,7								
	4	35	28	45,9	48,5	48,5	47,6								
	5	35	28	45,6	46,7	46,7	48,5								
	6	35	28	43,2	44,5	44,5	49,1								
	7	35	28	48,5	49,9	49,9	49,9								
	8	35	28	41,3	43,0	43,0	62,4								
32	1	35	28	41,3	43,0	43,0	43,0	3	1	FALSO	43	-	0	5,59	49,1
	2	35	28	52,2	54,0	54,0	50,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	47,3	50,2	50,2	54,0								
33	1	35	28	37,5	39,7	39,7	32,7	7	3	31,5	32,7	1	1	4,09	40,7
	2	35	28	44,8	46,2	46,2	39,7								
	3	35	28	38,5	41,3	41,3	40,9								
	4	35	28	31,9	32,7	32,7	41,3								
	5	35	28	37,4	42,0	42,0	42,0								
	6	35	28	42,0	42,4	42,4	42,4								
	7	35	28	40,0	40,9	40,9	46,2								

Página 4

34	1	35	28	33,3	35,1	35,1	35,1	35,1	3	1	FALSO	35,1	-	0	1,10	36,2	
	2	35	28	36,1	37,3	37,3	37,3	36,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							1,10	36,2
	3	35	28	35,6	36,2	36,2	37,3	37,3								1,10	36,2
35	1	35	28	33,1	34,6	34,6	34,6	34,6	7	3	34,5	34,6	1	1	3,41	41,0	
	2	35	28	38,0	40,5	40,5	40,4	40,4								3,41	41,0
	3	35	28	38,6	41,0	41,0	40,5	40,5								3,41	41,0
	4	35	28	39,4	41,3	41,3	41,0	41,0								3,41	41,0
	5	35	28	42,8	45,6	45,6	41,3	41,3								3,41	41,0
	6	35	28	40,7	43,6	43,6	43,6	43,6								3,41	41,0
	7	35	28	37,7	40,4	40,4	45,6	45,6								3,41	41,0
36	1	35	28	35,5	37,9	37,9	37,0	37,0	6	3	34,3	37	1	0	3,65	41,1	
	2	35	28	36,2	37,0	37,0	37,9	37,9								3,65	41,1
	3	35	28	41,3	43,9	43,9	40,6	40,6								3,65	41,1
37	1	35	28	37,1	40,1	40,1	38,4	38,4	3	1	FALSO	38,4	-	0	2,93	40,9	
	2	35	28	36,4	38,4	38,4	40,1	40,1	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							2,93	40,9
	3	35	28	43,3	44,1	44,1	44,1	44,1								2,93	40,9
38	1	35	28	50,7	51,1	51,1	49,6	49,6	2	1	FALSO	49,6	-	0	1,06	50,4	
	2	35	28	48,9	49,6	49,6	51,1	51,1	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							1,06	50,4
39	1	35	28	41,1	43,5	43,5	39,1	39,1	7	3	36,8	39,1	0	0	2,95	43,3	
	2	35	28	36,6	39,4	39,4	39,4	39,4	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 35 MPa logo o fck estimado será 39,1 x 0,94 = 36,8MPa							2,95	43,3
	3	35	28	42,4	44,0	44,0	43,5	43,5								2,95	43,3
	4	35	28	44,9	45,3	45,3	44,0	44,0								2,95	43,3
	5	35	28	46,1	46,4	46,4	45,3	45,3								2,95	43,3
	6	35	28	38,1	39,1	39,1	45,6	45,6								2,95	43,3
	7	35	28	42,3	45,6	45,6	46,4	46,4								2,95	43,3
40	1	35	28	45,2	47,3	47,3	41,7	41,7	2	1	FALSO	41,7	-	0	3,96	44,5	
	2	35	28	39,1	41,7	41,7	47,3	47,3	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							3,96	44,5
	3	35	28	43,1	43,6	43,6	31,8	31,8	7	3	30,5	31,8	1	1	4,01	38,1	
41	1	35	28	36,5	37,1	37,1	35,5	35,5								4,01	38,1
	2	35	28	40,2	41,6	41,6	36,8	36,8								4,01	38,1
	3	35	28	38,4	40,3	40,3	37,1	37,1								4,01	38,1
	4	35	28	34,5	36,8	36,8	40,3	40,3								4,01	38,1
	5	35	28	32,7	35,5	35,5	41,6	41,6								4,01	38,1
	6	35	28	30,7	31,8	31,8	43,6	43,6								4,01	38,1
	7	35	28	40,0	41,1	41,1	39,0	39,0								4,01	38,1
42	1	35	28	38,3	39,0	39,0	41,1	41,1	3	1	FALSO	39	-	0	4,48	42,6	
	2	35	28	43,7	47,6	47,6	47,6	47,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							4,48	42,6
	3	35	28	38,7	39,9	39,9	39,2	39,2	7	3	36,8	39,2	0	0	2,96	43,1	
43	1	35	28	44,4	46,9	46,9	39,9	39,9								2,96	43,1
	2	35	28	43,4	45,5	45,5	42,3	42,3								2,96	43,1
	3	35	28	43,9	45,5	45,5	42,5	42,5								2,96	43,1
	4	35	28	41,4	42,3	42,3	45,5	45,5								2,96	43,1
	5	35	28	38,9	39,2	39,2	45,5	45,5								2,96	43,1
	6	35	28	42,3	42,5	42,5	46,9	46,9								2,96	43,1
	7	35	28	42,3	42,5	42,5	46,9	46,9								2,96	43,1

44	1	35	28	39,6	41,9	41,9	39,3	2	1	FALSO	39,3	-	0	1,84	40,6
	2	35	28	36,5	39,3	39,3	41,9	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
45	1	35	28	37,9	44,0	44,0	39,6	7	3	39,2	39,6	0	0	1,54	41,1
	2	35	28	39,7	40,6	40,6	39,9								
	3	35	28	39,4	40,9	40,9	40,3								
	4	35	28	41,4	42,2	42,2	40,6								
	5	35	28	39,0	39,6	39,6	40,9								
	6	35	28	39,1	39,9	39,9	42,2								
	7	35	28	37,3	40,3	40,3	44,0								
46	1	35	28	24,7	31,0	31,0	31,0	2	1	FALSO	31	-	1	7,99	36,7
	2	35	28	37,3	42,3	42,3	42,3	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
47	1	35	28	42,9	46,5	46,5	38,1	7	3	37,7	38,1	0	0	3,06	43,6
	2	35	28	41,3	42,4	42,4	42,4								
	3	35	28	42,0	42,9	42,9	42,8								
	4	35	28	44,7	46,8	46,8	42,9								
	5	35	28	41,2	42,8	42,8	45,8								
	6	35	28	37,0	38,1	38,1	46,5								
	7	35	28	45,8	45,8	45,8	46,8								
48	1	35	28	45,8	45,8	45,8	41,7	3	1	FALSO	41,7	-	0	2,86	44,9
	2	35	28	45,7	47,2	47,2	45,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	39,1	41,7	41,7	47,2								
49	1	35	28	51,2	52,8	52,8	39,5	7	3	36,3	38,6	0	0	5,48	46,3
	2	35	28	38,2	39,5	39,5	39,5	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 35 MPa logo o fck estimado será 38,6 x 0,94 = 36,3MPa							
	3	35	28	49,4	51,7	51,7	46,5								
	4	35	28	37,1	38,6	38,6	46,7								
	5	35	28	46,0	46,5	46,5	48,1								
	6	35	28	47,1	48,1	48,1	51,7								
	7	35	28	45,2	46,7	46,7	52,8								
50	1	35	28	45,2	46,6	46,6	35,5	3	1	FALSO	35,5	-	0	5,92	42,2
	2	35	28	43,4	44,6	44,6	44,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	33,5	35,5	35,5	46,6								
51	1	35	28	43,2	45,2	45,2	35,4	7	3	34,2	35,4	1	0	3,98	40,4
	2	35	28	33,5	35,4	35,4	37,0								
	3	35	28	37,7	38,2	38,2	38,2								
	4	35	28	43,4	45,0	45,0	38,8								
	5	35	28	41,6	43,0	43,0	43,0								
	6	35	28	36,5	37,0	37,0	45,0								
	7	35	28	36,5	38,8	38,8	45,2								
52	1	35	28	36,5	38,8	38,8	38,8	3	1	FALSO	38,8	-	0	2,40	41,2
	2	35	28	39,5	41,2	41,2	41,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.-PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	41,4	43,6	43,6	43,6								
53	1	35	28	44,5	45,5	45,5	43,3	7	3	41,8	43,3	0	0	1,88	45,9
	2	35	28	45,6	45,9	45,9	44,0								
	3	35	28	47,9	48,6	48,6	45,5								
	4	35	28	42,8	43,3	43,3	45,9								
	5	35	28	45,5	46,3	46,3	46,3								
	6	35	28	43,0	44,0	44,0	47,7								
	7	35	28	46,8	47,7	47,7	48,6								

54	1	35	28	44,4	44,8	44,8	44,8	40,1	3	1	FALSO	40,1	-	0	2,56	41,9
	2	35	28	38,1	40,1	40,1	40,7	40,7	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	40,4	40,7	40,7	44,8	44,8								
55	1	35	28	47,4	48,5	48,5	40,0	40,0	7	3	37,6	40	0	0	3,36	44,6
	2	35	28	43,1	44,9	44,9	40,9	40,9								
	3	35	28	46,5	47,8	47,8	43,3	43,3								
	4	35	28	40,7	40,9	40,9	44,9	44,9								
	5	35	28	40,2	43,3	43,3	47,0	47,0								
	6	35	28	38,9	40,0	40,0	47,8	47,8								
	7	35	28	45,0	47,0	47,0	48,5	48,5								
56	1	35	28	45,0	47,0	47,0	42,2	42,2	3	1	FALSO	42,2	-	0	2,86	45,5
	2	35	28	41,7	42,2	42,2	47,0	47,0	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	46,5	47,3	47,3	47,3	47,3								
57	1	35	28	40,9	41,2	41,2	40,4	40,4	7	3	39,7	40,4	0	0	3,51	44,0
	2	35	28	38,6	40,4	40,4	40,5	40,5								
	3	35	28	47,4	48,0	48,0	41,2	41,2								
	4	35	28	43,8	46,3	46,3	43,0	43,0								
	5	35	28	46,5	48,3	48,3	46,3	46,3								
	6	35	28	38,8	40,5	40,5	48,0	48,0								
	7	35	28	41,9	43,0	43,0	48,3	48,3								
58	1	35	28	44,0	44,8	44,8	42,6	42,6	3	1	FALSO	42,6	-	0	4,41	46,2
	2	35	28	41,1	42,6	42,6	44,8	44,8	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	50,7	51,1	51,1	51,1	51,1								
59	1	35	28	46,6	47,8	47,8	44,9	44,9	7	3	44,4	44,9	0	0	3,60	49,7
	2	35	28	46,3	47,3	47,3	47,3	47,3								
	3	35	28	52,5	54,7	54,7	47,8	47,8								
	4	35	28	47,4	49,3	49,3	49,3	49,3								
	5	35	28	51,6	54,2	54,2	50,0	50,0								
	6	35	28	43,9	44,9	44,9	54,2	54,2								
	7	35	28	48,9	50,0	50,0	54,7	54,7								
60	1	35	28	41,4	42,9	42,9	42,9	42,9	2	1	FALSO	42,9	-	0	4,45	46,1
	2	35	28	47,5	49,2	49,2	49,2	49,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	1	35	28	43,8	45,7	45,7	41,3	41,3	7	3	38,8	41,3	0	0	2,97	45,8
61	2	35	28	43,6	46,4	46,4	42,2	42,2	O controle por amostragem parcial forneceu o resultado 37,8 MPa logo o fck estimado será 41,3 x 0,94 = 38,8MPa							
	3	35	28	46,8	47,5	47,5	45,7	45,7								
	4	35	28	45,6	48,3	48,3	46,4	46,4								
	5	35	28	38,4	41,3	41,3	47,5	47,5								
	6	35	28	47,5	49,0	49,0	48,3	48,3								
	7	35	28	39,3	42,2	42,2	49,0	49,0								
	1	35	28	41,1	41,7	41,7	38,5	38,5	3	1	FALSO	38,5	-	0	2,36	41,1
62	2	35	28	37,9	38,5	38,5	41,7	41,7	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	41,5	43,1	43,1	43,1	43,1								

63	1	35	28	46,3	47,2	47,2	40,3	7	3	39,0	40,3	0	0	3,84	44,8
	2	35	28	40,3	40,7	40,7	40,7								
	3	35	28	38,6	40,3	40,3	42,0								
	4	35	28	45,2	45,9	45,9	45,9								
	5	35	28	46,9	47,3	47,3	47,2								
	6	35	28	48,2	50,3	50,3	47,3								
	7	35	28	41,8	42,0	42,0	50,3								
64	1	35	28	41,6	43,5	43,5	41,1	7	3	39,8	41,1	0	0	2,63	44,7
	2	35	28	44,4	46,0	46,0	42,2								
	3	35	28	45,3	47,2	47,2	43,5								
	4	35	28	33,8	48,3	48,3	44,4								
	5	35	28	43,4	44,4	44,4	46,0								
	6	35	28	40,6	41,1	41,1	47,2								
	7	35	28	41,7	42,2	42,2	48,3								
65	1	35	28	46,1	48,2	48,2	38,4	3	1	FALSO	38,4	-	0	4,90	43,4
	2	35	28	42,2	43,6	43,6	43,6	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	37,3	38,4	38,4	48,2								
66	1	35	28	44,3	44,8	44,8	39,2	7	3	38,4	39,2	0	0	2,83	42,4
	2	35	28	42,9	43,4	43,4	39,4								
	3	35	28	45,1	46,5	46,5	40,2								
	4	35	28	36,3	43,0	43,0	43,0								
	5	35	28	35,8	39,2	39,2	43,4								
	6	35	28	36,9	39,4	39,4	44,8								
	7	35	28	38,1	40,2	40,2	46,5								
67	1	35	28	38,1	40,2	40,2	37,0	3	1	FALSO	37	-	0	1,61	38,7
	2	35	28	33,1	37,0	37,0	38,9	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	38,4	38,9	38,9	40,2								
68	1	35	28	38,2	40,4	40,4	40,4	7	3	36,6	40,4	0	0	3,53	45,1
	2	35	28	46,0	49,6	49,6	40,7								
	3	35	28	46,5	47,7	47,7	44,5								
	4	35	28	43,7	45,4	45,4	45,4								
	5	35	28	46,3	47,5	47,5	47,5								
	6	35	28	39,5	40,7	40,7	47,7								
	7	35	28	43,2	43,2	44,5	49,6								
69	1	35	28	31,3	34,1	34,1	34,1	3	1	FALSO	34,1	-	1	5,71	37,9
	2	35	28	44,0	44,5	44,5	35,2	AUSÊNCIA DO CONT.-AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS							
	3	35	28	34,6	35,2	35,2	44,5								

70	1	35	28	41,6	42,6	42,6	36,5	7	3	35,4	36,5	0	0	4,53	42,1
	2	35	28	36,4	38,4	38,4	38,4								
	3	35	28	42,5	43,3	43,3	39,5								
	4	35	28	49,2	50,1	50,1	42,6								
	5	35	28	44,0	44,5	44,5	43,3								
	6	35	28	38,0	39,5	39,5	44,5								
	7	35	28	36,2	36,5	36,5	50,1								
71	1	35	28	36,2	36,5	36,5	32,3	3	1	FALSO	32,3	-	1	3,00	35,6
	2	35	28	30,5	32,3	32,3	36,5			AUSENCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	35	28	37,1	38,1	38,1	38,1								
72	1	35	28	40,5	43,1	43,1	38,2	7	3	36,1	38,2	0	0	2,72	42,0
	2	35	28	45,6	46,4	46,4	39,4								
	3	35	28	42,4	43,5	43,5	41,5								
	4	35	28	38,3	39,4	39,4	42,2								
	5	35	28	37,9	38,2	38,2	43,1								
	6	35	28	39,4	41,5	41,5	43,5								
	7	35	28	40,1	42,2	42,2	46,4								
73	1	35	28	36,9	37,5	37,5	28,3	3	1	FALSO	28,3	-	1	5,28	34,4
	2	35	28	35,8	37,4	37,4	37,4			AUSENCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	35	28	27,3	28,3	28,3	37,5								
74	1	35	28	38,0	39,0	39,0	33,5	7	3	32,4	33,5	1	1	3,25	39,4
	2	35	28	37,1	37,9	37,9	37,9								
	3	35	28	41,0	43,4	43,4	39,0								
	4	35	28	41,7	42,1	42,1	39,0								
	5	35	28	40,9	41,0	41,0	41,0								
	6	35	28	38,6	39,0	39,0	42,1								
	7	35	28	33,5	33,5	33,5	43,4								
75	1	35	28	35,0	36,2	36,2	32,9	3	1	FALSO	32,9	-	1	1,76	34,2
	2	35	28	29,9	32,9	32,9	33,5			AUSENCIA DO CONT.AMOST.PARCIAL DEVIDO NÚMERO DE AMOSTRAS					
	3	35	28	29,9	33,5	33,5	36,2								
76	1	35	28	46,1	46,4	46,4	38,2	8	4	36,8	38,2	0	0	3,10	42,7
	2	35	28	45,2	45,7	45,7	38,8								
	3	35	28	41,9	42,1	42,1	41,4								
	4	35	28	37,5	38,2	38,2	42,1								
	5	35	28	40,5	41,4	41,4	44,2								
	6	35	28	42,9	44,2	44,2	44,9								
	7	35	28	44,3	44,9	44,9	45,7								
	8	35	28	37,2	38,8	38,8	46,4								

Planilha 02 (Páginas 01 a 09) – Dados das Amostras e Formação dos Lotes com Fck's Ordenados aos 28 dias de idade e Avaliação Estatística segundo a ABNT NBR 12655:2006