

Controle de Recepção de Bloco Cerâmico em Obras de Alvenaria Estrutural

Gil Louzano*

Emil de Souza Sánchez Filho**

Resumo

Nas obras em Alvenaria Estrutural é necessário realizar o controle de qualidade de seus insumos e elementos básicos face às atuais prescrições normativas.

Este artigo mostra sumariamente um modo de se verificar se houve controle de recepção em obras de Alvenaria Estrutural, especificamente as realizadas com blocos estruturais de cerâmica vermelha, por meio da análise dos resultados dos ensaios realizados em obras executadas no período de 2007 e 2010 no estado do Rio Grande do Sul, concebendo-se uma metodologia para compilar, organizar e apresentar esses dados.

Verificou-se que as empresas praticam um controle de qualidade superficial na fase de aquisição dos blocos, escolhendo grandes fabricantes, com excelência e controle de produção, mas não considerando se as características do bloco adquirido correspondem à fase em que a obra se encontra, ou a faixa de valores de resistência característica do bloco f_{bk} empregado na obra, ou em adequar o a resistência média da argamassa f_{ac} toda vez que a resistência do bloco utilizado é alterada.

Palavras-chave: alvenaria estrutural; controle de qualidade; resistência de blocos cerâmicos.

1 Introdução

Este artigo se insere no contexto de avaliar a qualidade das obras executadas em Alvenaria Estrutural em bloco cerâmico que, devido às vantagens do processo, entre as quais se destacam a rapidez de execução e racionalização de recursos, está sendo amplamente utilizada no setor da construção civil, principalmente na área habitacional de média e baixa renda, em especial em edifícios até cinco pavimentos, PARSEKIAN *et al.* (2012) afirmam que já foram registradas obras com até 16 pavimentos no estado do Rio Grande do Sul. Isso torna necessário um acompanhamento por intermédio da análise das resistências dos seus diversos componentes básicos, especificamente do bloco cerâmico, de modo a verificar se esse sistema construtivo está sendo corretamente executado e fiscalizado, na mesma proporção que está sendo utilizado e implementado no mercado.

Verificou-se a qualidade de algumas obras de Alvenaria Estrutural ao longo de sua execução por meio do estudo de resultados obtidos em ensaios de resistência de blocos, de prismas, de argamassas e de grouts, em empreendimentos de diversas construtoras.

Buscou-se analisar se os valores de resistências desses resultados representam a qualidade obtida na produção, confrontando-os com as prescrições da normalização brasileira, de modo a se estabelecer parâmetros reais relativos às aplicações dessas normas.

Para se alcançar esse objetivo foi necessário criar uma metodologia de análise para compilar, acessar as informações e gerar planilhas de vários resultados selecionados simultaneamente.

Para o desenvolvimento dessa metodologia pesquisa foi necessário:

- obter resultados de ensaios de blocos, de prismas, de argamassas e de grouts;
- organizar os dados obtidos nos ensaios, separando por ano, determinando-se períodos e analisando-se os resultados;
- revisar as normas em vigor na época dos ensaios e suas atualizações;
- verificar se a normalização vigente foi obedecida pelas construtoras;
- separar os resultados pelo nome do empreendimento e pelo f_{bk} adotado, agrupando os dados obtidos num único arquivo que funciona como uma base de dados;

* M. Sc. gil@etu.ufrj.br

** D. Sc. emilsanchez@uol.com.br

- analisar as características dos empreendimentos;
- verificar as similaridades entre as amostras e elaborando-se tabelas;
- estudar o comportamento do f_{bk} ao longo do tempo.

2 Escorço Histórico

O Brasil utiliza Alvenaria Estrutural pelo menos desde o século 16, sendo bastante comum encontrar prédios historicamente relevantes edificadas com tijolos com mais de 200 anos nos diversos centros históricos do País, porém, construídos de forma empírica. Para se alcançar um elevado nível de aplicação de tecnologia e racionalização de processos que se observa atualmente nas obras em alvenaria ficou cada vez mais sofisticado. Ressalta-se que, fora alguns grandes edifícios no Brasil, o sistema construtivo com Alvenaria Estrutural foi inicialmente empregada na década de 1960 em São Paulo, difundindo-se para todas as regiões do país em pouco menos de dez anos.

“Após anos de adaptação e desenvolvimento no país, esta tecnologia construtiva foi consolidada na década de 80, através da normalização oficial consistente e razoavelmente ampla” (SABBATINI, 2002).

O desenvolvimento tardio de normas e pesquisas afetou o desenvolvimento desse sistema construtivo no Brasil, que ficou associado a construções de pequeno porte.

A Alvenaria Estrutural foi assim marginalizada por muitos anos, sendo considerado um sistema construtivo inferior, destinado apenas a habitações de baixa renda. Esse paradigma está sendo revertido pelo próprio mercado, que vislumbrou um sistema altamente lucrativo que possibilita a execução de grandes obras em períodos cada vez mais reduzidos, recuperando-se rapidamente o capital investido no empreendimento.

Na vanguarda dessa nova valorização da Alvenaria Estrutural estão as pesquisas acadêmicas sobre o processo construtivo, principalmente na região de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que são polos produtores de blocos, que desde a década de 1970, vêm investindo, promovendo o conhecimento e aprimoramento da Alvenaria Estrutural como uma alternativa econômica, durável e sustentável, quando comparada às obras de concreto armado e estrutura metálica.

A resistência à adoção da Alvenaria Estrutural, principalmente a executada com bloco cerâmico só está se revertendo nos últimos 10 anos, pois grandes construtoras passaram a ter a esse sistema estrutural como um processo construtivo economicamente inte-

ressante para seu faturamento global, com o qual as obras são erguidas e comercializadas mais rapidamente. Além de propiciar um impacto positivo para seu *marketing*, pois o processo construtivo, desde a fabricação do bloco, insere perfeitamente o empreendimento nos conceitos de sustentabilidade e redução de consumo de recursos naturais. Analisando-se o ciclo de vida do bloco estrutural cerâmico verifica-se que é notavelmente menos danoso ao meio ambiente que o processo de obtenção do aço ou do cimento para concreto armado, sendo o próprio processo modular e racional de construção inerente ao sistema construtivo um exemplo de diretrizes para uma construção sustentável.

3 Relevância do Controle de Recepção dos Blocos

O controle de recepção dos blocos de Alvenaria Estrutural é importante visto que anualmente aumenta o número de obras que adotam esse sistema construtivo, sendo executadas cada vez em prazos menores, com a exigência crescente de certificações e selos de qualidade disponíveis no mercado, daí ser necessária a sistematização de um método de controle de qualidade da imensa quantidade de fichas e planilhas geradas com os dados de ensaios, visando atender aos requisitos das empresas certificadoras e dos órgãos de fiscalização dos bancos financiadores.

Dessa forma a sistematização desses dados torna-se extremamente relevante para a execução de uma avaliação séria da qualidade do empreendimento.

Essa metodologia pode ser utilizada para os trabalhos iniciais de uma auditoria realizada por empresa externa, que não participou em nenhum momento do processo produtivo, mas que mesmo assim é solicitada a emitir um parecer ou laudo técnico a ser incorporado a uma ação judicial. Por meio dessa metodologia são identificadas obras com possíveis não conformidades normativas, ou que utilizaram de forma inadequada algum de seus componentes, para então serem solicitados ensaios destrutivos complementares, que por serem mais caros, são executados e aprovados sob muita relutância, já que além do custo do ensaio propriamente dito, têm-se o custo da recomposição da parede de onde foram extraídos os corpos de prova, revestimento, pintura entre outros.

Uma análise visual não identificaria problemas na resistência de um bloco após assentado ou mesmo de um pavimento inteiro, apenas a análise do histórico e dos registros no recebimento e dos ensaios dos lotes identificaria que, por exemplo, a resistência dos blocos usados no segundo pavimento é maior que no térreo.

4 Normalização e Controle de Ensaios

Mesmo com o desenvolvimento tardio de pesquisas no País foi percorrido um longo caminho de pesquisas e desenvolvimento de normas, adequadas e adaptadas às condições climáticas, geológicas e sociais, podendo-se afirmar que atualmente o Brasil conta com número razoável de normas que regulamentam desde matéria prima do bloco cerâmico até suas condições de uso e cálculo, até a NBR 15.812 / 2010, que além de definir a Alvenaria Estrutural como processo construtivo, traz recomendações para gerenciamento da produção, recepção e controle das obras por meio de metodologia e procedimentos de ensaios associados a mecanismos de coleta e transmissão de informações, introduz conceitos de Gestão da Qualidade e Controle de Qualidade (Figura 4.1).

5 Obras Analisadas

Foram estudados 489 resultados de ensaios de prismas realizados aos 7 e 28 dias, confeccionados com blocos estruturais cerâmicos da empresa Pauluzzi Blocos Cerâmicos, num total de 81 obras, entre os anos de 2007 e 2010, no estado Rio Grande do Sul (Tabela 5.1).

Preparação dos Dados

As obras, depois de identificadas, foram separadas por ano de execução e depois por f_{bk} , mas essa organização mostrou-se ineficiente, pois não permite que os dados sejam facilmente visualizados (Figura 5.1).

Torna-se necessário a compilação dos dados num único arquivo eletrônico, que contenha informações suficientes de cada obra e ensaio, possibilitando que as informações disponíveis sejam rapidamente agrupadas, comparadas e futuramente analisadas. Assim foi criado no programa *Microsoft Excel* uma planilha eletrônica que contém todas as informações essenciais: identificação da obra (coluna A), ano de execução (coluna B), quantidades de meses disponíveis (coluna C), mês que o ensaio foi realizado (coluna D), tipo do prisma (coluna G), resultados, f_{bm} (coluna I), f_{bk} (coluna J), f_{ac} (coluna L e M), f_{gk} (coluna P), f_{pk} (coluna Q e R), e η (coluna T), que permitem visualizar rapidamente os dados de uma forma generalizada.

O arquivo base é formado por colunas identificadas e preenchidas com as informações das planilhas originais, obtidas junto ao laboratório que realizou os ensaios, mas com a evolução dos estudos da metodologia de análise o arquivo base pode ser

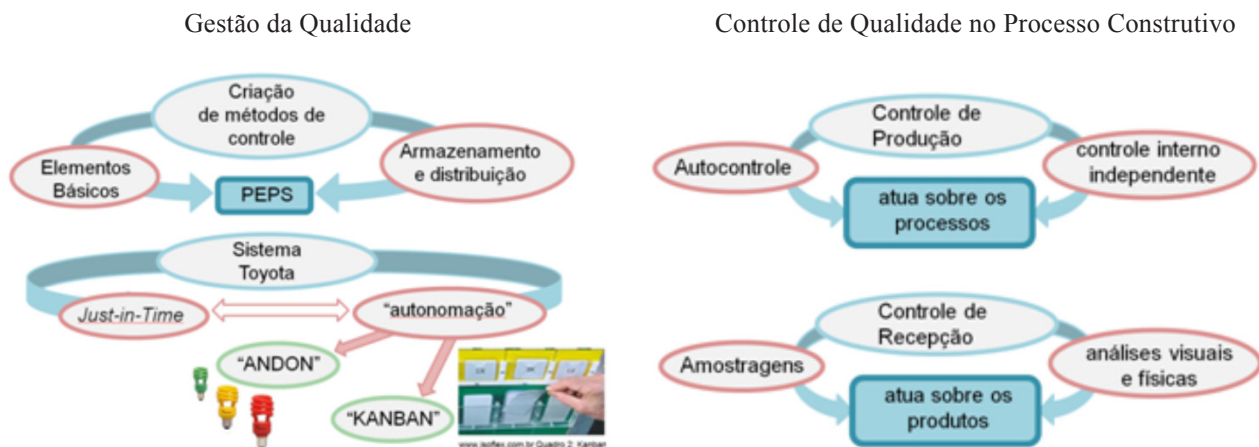


Figura 4.1 – Gestão da Qualidade e Controle de Qualidade.

Tabela 5.1 – Caracterização das amostras.

	2007	2008	2009	2010	TOTAIS
Obras reais	21	13	21	26	81
Resultados disponíveis	110	111	173	95	489

adaptado e aperfeiçoado para facilitar a leitura das informações, onde a coluna A (ID = identificação da obra), além de conter os números 1 a 88 atribuídos a cada obra, tem seus campos coloridos de acordo com período de execução da obra: AMARELO para obras de 2007, VERDE para obras realizadas entre 2007 e 2008, AZUL para obras de 2008, ROXO para obras realizadas entre os anos de 2008 e 2009, VERMELHO para obras contidas dentro do ano de 2009, LARANJA para obras realizadas entre os anos de 2009 e 2010 e SALMÃO para obras contidas dentro do período de 2010.

A coluna G, por exemplo, além de conter as informações PO – prisma oco e PC – prismas cheio, tem os campos referentes aos prismas cheios preenchidos com a cor AZUL para destacar imediatamente essa situação, juntamente com os campo da coluna P, pois só

os primas cheios têm a informação sobre a resistência do grout utilizado.

O VERMELHO na coluna M, f_{ac} aos 28 dias destaca que o valor atingido pela amostra é superior a $0,7f_{bk}$, conforme recomendado pelas normas atualmente em vigor, e contatado pela coluna U onde se atribui um recurso do programa, denominado como fórmula do “SE”, quando o valor da coluna L for menor que $1,5MPa$ ou superior $0,7$ do valor da coluna J a coluna U registrará a informação “NÃO” caso contrário registrará “-”.

A cor CINZA é adotada para indicar a falta de algum dado na linha horizontal, devido a ausência da informação no arquivo original.

A Figura 5.2 mostra uma imagem do arquivo base na janela original do *Microsoft Excel*, que exemplifica praticamente todas as convenções de cores e fórmulas adotadas.

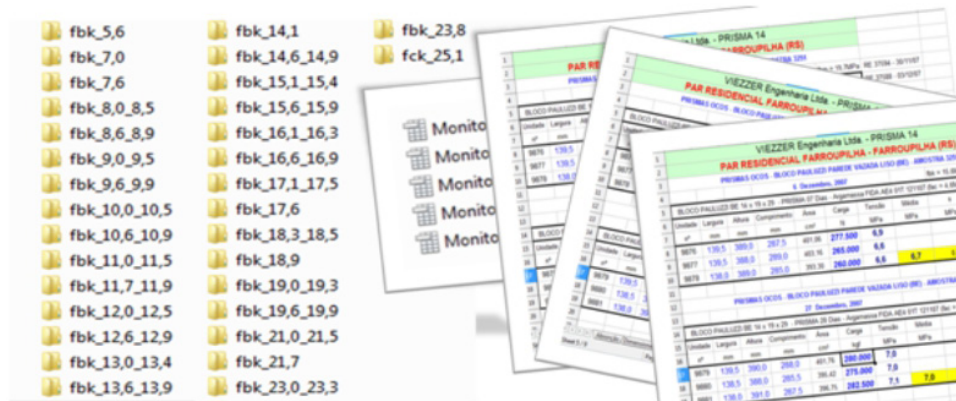


Figura 5.1 – Exemplo de como seria a consulta as planilhas digitais e impressas.

	A	B	C	D	G	I	J	L	M	P	Q	R	T	U
1	ID	anos	mês	TP	fbm	fbk	fac aos 7 dias	fac aos 28 dias	fgk aos 28 dias	fpk aos 7 dias	fpk aos 28 dias	EFIC aos 28 dias	conformidade	
2	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	1,6			6,4			NÃO
3	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	7,2			9,4			NÃO
4	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	4,8			7,9			NÃO
5	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	3,4			7,3			NÃO
6	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	2,3			7,1			NÃO
7	1	2009	6	jun	PO	19,1	15,4	2,1			6,9			NÃO
10	5	2009	7	jul	PO	16,4	13,4	4	6,4		5	6	36	-
11	5	2009	8	ago	PO	10,8	9,3	4,8	5,8		2,8	4,8	45	-
12	5	2009	10	out	PO	11,2	9,9	5	8,8		3,4	4,4	39	NÃO
13	5	2009	10	out	PO	11,2	9,9	7,8	10,5		4,3	5	44	NÃO
14	5	2009	10	out	PC	11,2	9,9	5	8,8		5,4	6,9	62	NÃO
17	5	2010	3	mar	PO	12,6	10,9	4,2	5,8		5,3	5,8	46	-
18	5	2010	3	mar	PO	12,6	10,9	3,5	5,2		4,5	5,8	46	-
19	5	2010	4	abr	PO	12,3	10	2,8	4,3		3,2	3,6	30	-
20	6	2008	8	ago	PO	11,3	9,2	4,5	7,1		3,9	6	53	NÃO
21	6	2008	10	out	PO	16,4	12,8	2,7			4,1	5,3	28	NÃO
22	6	2009	11	jan	PO	11,8	10,2	4	7,2		3,5	4,9	41	NÃO
23	7	2010	4	abr	PO	12,3	10	2,7	4,9		2,9	4,1	33	-
24	7	2010	4	abr	PC	12,3	10	2,7	4,9	15,6	4,7	6	49	-
25	7	2010	5	mai	PO	19,1	17,1	7,2	9,2		7,7	8,7	46	-
26	7	2010	5	mai	PC	19,1	17,1	7,2	9,2	21,3	10,7	12,1	63	-
27	7	2010	5	mai	PO	11,9	9,9	7,2	9,2		3,4	5,2	44	NÃO
28	7	2010	5	mai	PC	11,9	9,9	7,2	9,2	16,5	5,4	7,8	65	NÃO
31	9	2009	0	nov	PO	12,5	10,2	5,5	8,5		4,4	4,7	38	NÃO
32	9	2010	1	ian	PO	13,3	11,3	3,6	4,6		4	4,6	35	-

Figura 5.2 – Aparência do arquivo base.

Com a utilização de filtros, outro recurso existente dentro do próprio programa utilizado para construir o arquivo, e adicionando-se colunas extras com informações complementares, como código da obra, quantidade de ensaios disponíveis, é possível selecionar facilmente os parâmetros aos quais se deseja destacar (Figura 5.3).

Com a base de dados organizada dessa forma pode-se, em caso de dúvida sobre alguma informação presente na obra selecionada, consultar os arquivos originais armazenados dentro das pastas de arquivos descritas anteriormente e acessar outras informações específicas dos blocos selecionados, como: controle dimensional, absorção d'água e determinação da resistência característica do lote (Figura 5.4).

Com a formatação do arquivo base pode-se gerar gráficos automaticamente, criando-se uma visualização rápida das informações selecionadas (colunas: f_{bm} , f_{bk} , f_{ac} aos 28 dias, f_{pk} aos 28 dias e η aos 28 dias). Com o gráfico genérico dos dados selecionados, é possível visualizar as relações entre as variações das grandezas no quadro SELEÇÃO conforme é mostrado

na Figura 5.5, que possibilita acompanhar a evolução dos parâmetros ao longo dos meses, bem como identificar o próprio comportamento da obra durante os meses elaborar teorias sobre esses comportamentos e comprovar essas teorias.

A Figura 5.5 mostra os dados selecionados para gerar o gráfico genérico de grandezas, e dá destaque para a linha tracejada gerada pelos valores de f_{ac} aos 28 e para linha contínua formada pelos valores de f_{bk} , que se mostraram decisivas para o estudo e para avaliação da qualidade das obras, permitindo explicar o comportamento e até mesmo o nível de controle de qualidade que a obra adotou.

6 Estudo dos Resultados Individuais das Obras

Considerando-se obras com três ou mais resultados de ensaio de prismas têm-se os quantitativos de resultados utilizados neste artigo mostrados na Tabela 6.1.

Optou-se por se analisar as resistências

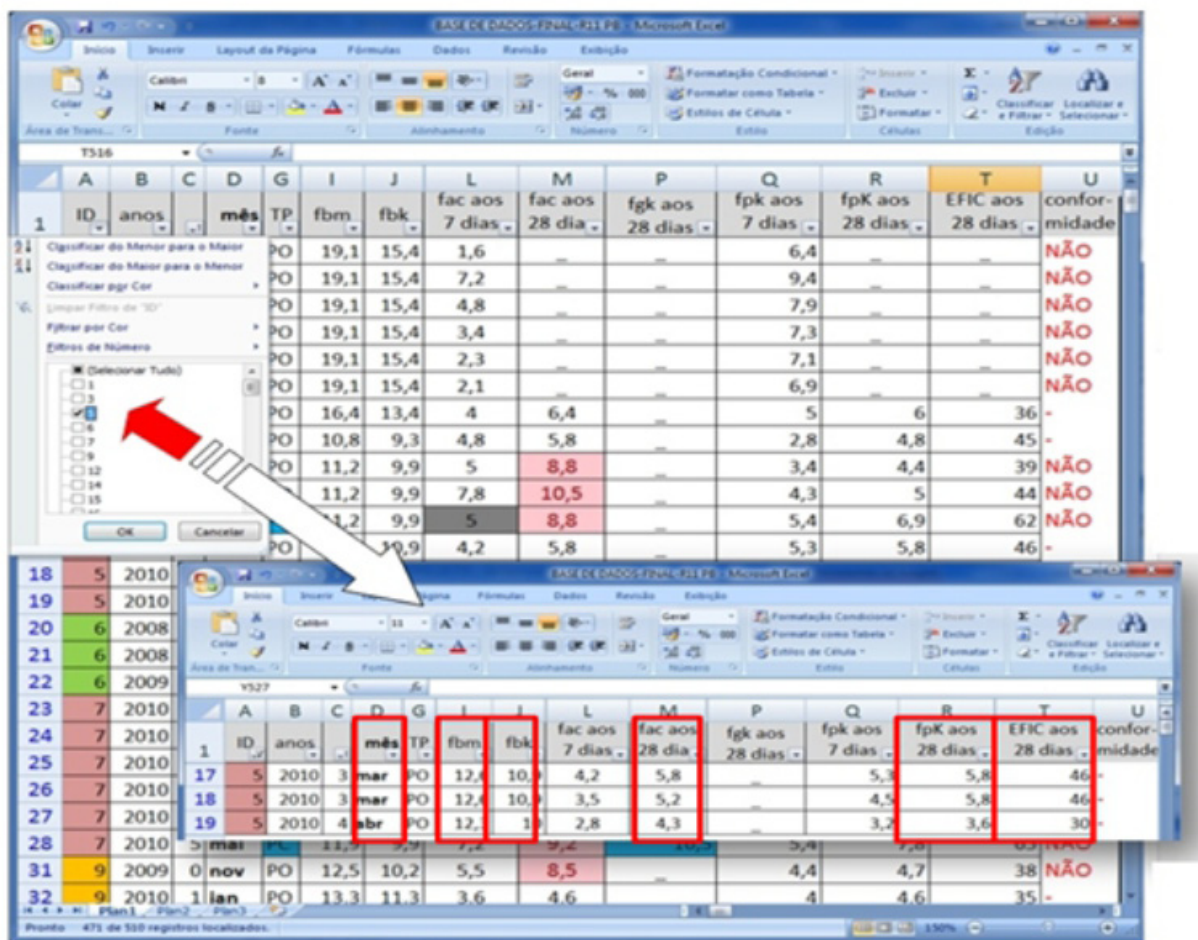


Figura 5.3 – Exemplo da utilização do recurso de filtros.

- residenciais é composto por um **único prédio**;
- os primeiros pavimentos estão sujeitos a cargas mais elevadas, por isso é esperado que se usasse blocos com f_{bk} maiores, da mesma forma que os **últimos pavimentos** tem a carga

diminuída sobre as paredes, possibilitando uso de blocos com valor de f_{bk} menores.

Baseando-se nessas duas premissas foi possível começar a identificar padrões de comportamento nas obras estudadas, onde foi possível identificar

Tabela 6.1 – Obras e número de ensaios disponíveis (ALENCAR, 2013).

	2007	2008	2009	2010	TOTAIS
Obras	16	12	13	18	59
Ensaio disponível	101	110	161	84	456

Tabela 6.2 – Obra 16, período de 2007, 5 meses, 5 lotes (ALENCAR, 2013).

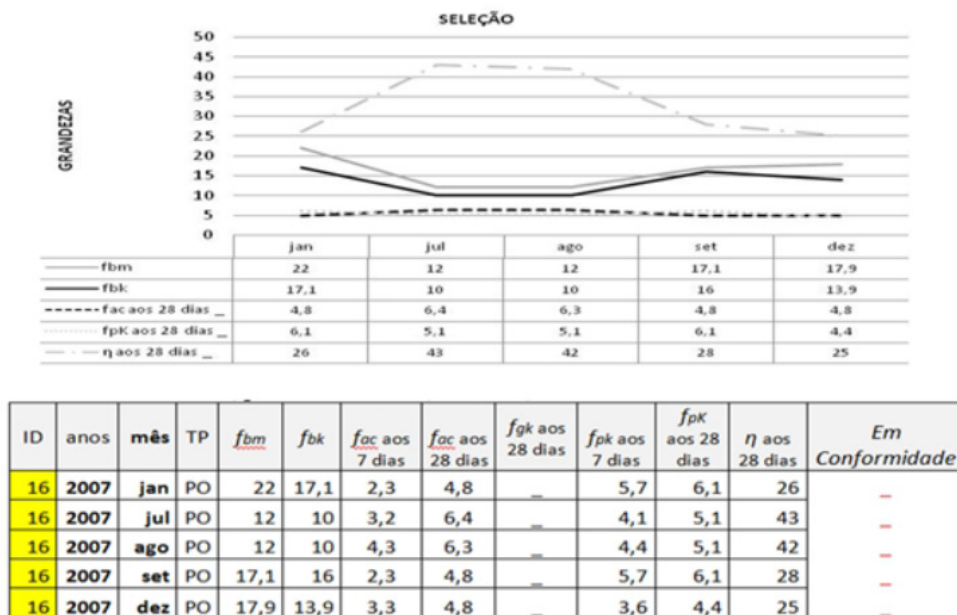
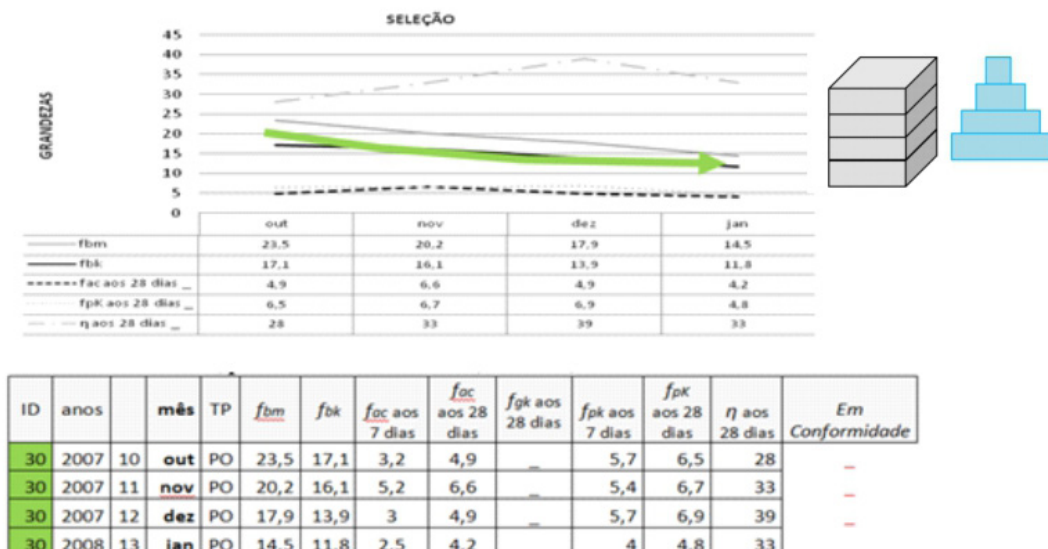


Tabela 6.3 – Exemplo de obra cujas resistências dos blocos diminuíram ao longo da execução.



claramente obras que sistematicamente reduziram as resistências dos blocos ao longo dos meses de execução do empreendimento, obtido por meio dos resultados dos ensaios da Obra 30 (Tabela 6.3).

Outras obras nitidamente aumentaram o f_{bk} do bloco empregado, um comportamento considerado inapropriado durante a pesquisa uma vez que essas obras estariam utilizando blocos de resistência em pavimentos com menor carregamento.

Outras obras apresentaram variações das resistências dos blocos empregadas em seus canteiros, mas que podem ser explicadas, considerando-se que se

trata de uma obra composta por mais de uma edificação (Tabela 6.5) onde cada uma delas teria demonstrado um movimento decrescente na resistência do bloco utilizado.

Outras obras, no entanto, variaram essas resistências de forma questionável, uma vez que começaram seus resultados com valores baixos se estudarmos cada curva isoladamente com um prédio percebe-se que na realidade cada prédio aumentou a resistência dos blocos ao longo de seu período de execução.

Outras obras, no entanto, não apresentaram

Tabela 6.4 – Exemplo de obra cujas resistências dos blocos aumentaram ao longo da execução.

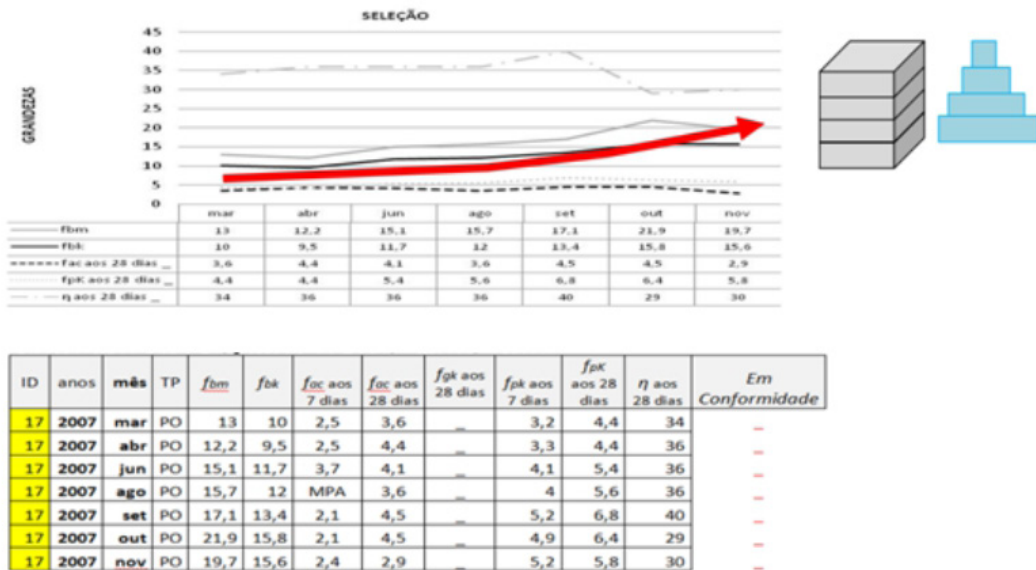
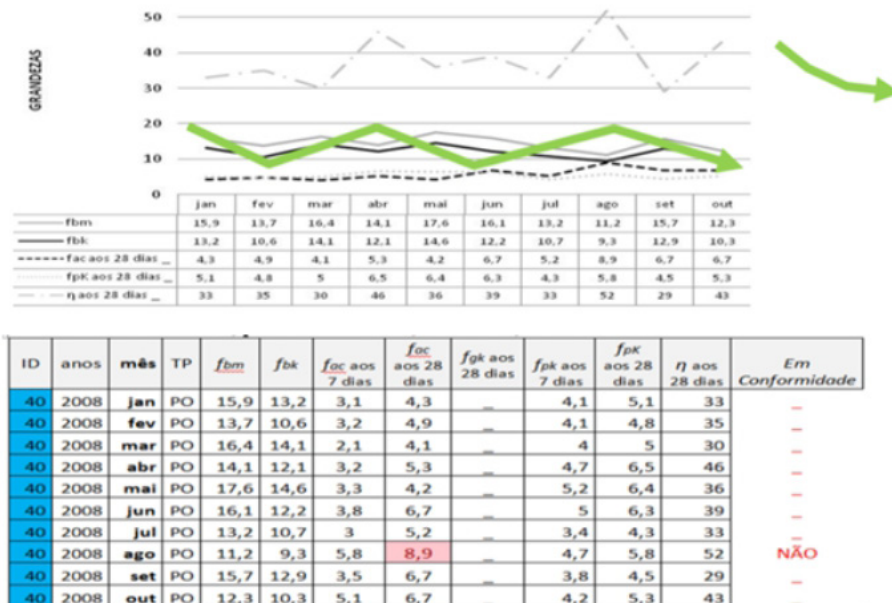


Tabela 6.5 – Exemplo de obra de várias edificações que reduziu a resistência do bloco ao longo da execução de cada prédio.



variação do f_{bk} , gerando gráficos praticamente lineares. Essa prática pode ter sido adotada buscando-se mais segurança, evitando-se o uso de blocos de resistências inapropriadas à carga do pavimento. Mas isso contribuiu para o aumento do custo do empreendimento de maneira desnecessária, e não leva ao aprimoramento do processo construtivo.

7 Análise da Relação entre os Resultados

O compartilhamento de blocos alterou significativamente os resultados individuais de cada obra, já que muitas vezes o lote compartilhado forçou algumas obras a adotar resistências diferentes das que vinham

Tabela 6.6 – Exemplo de obra de várias edificações que aumentou a resistência do bloco ao longo da execução de cada prédio.

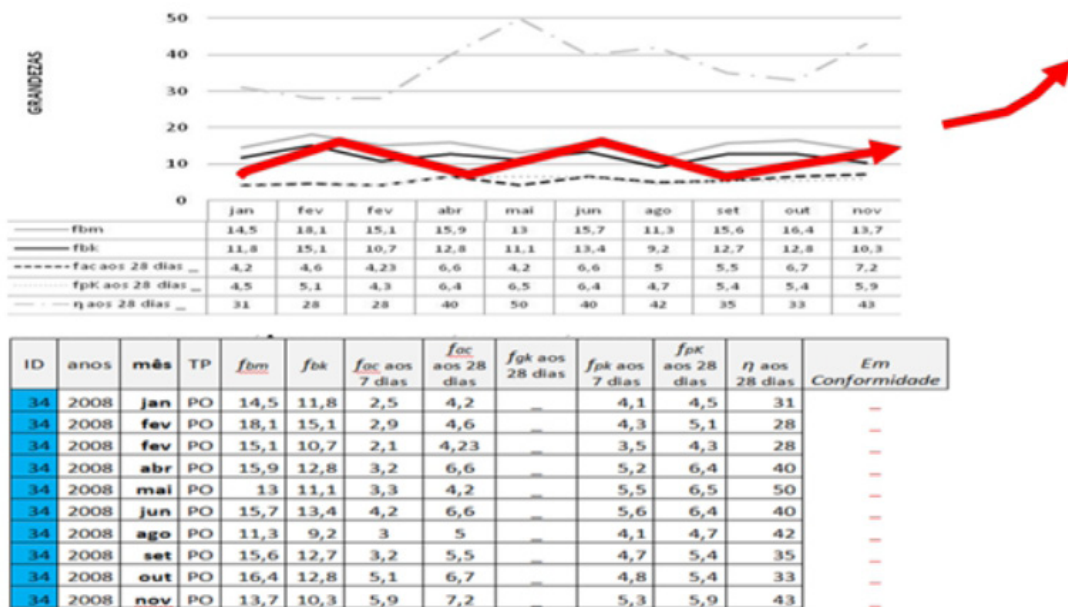
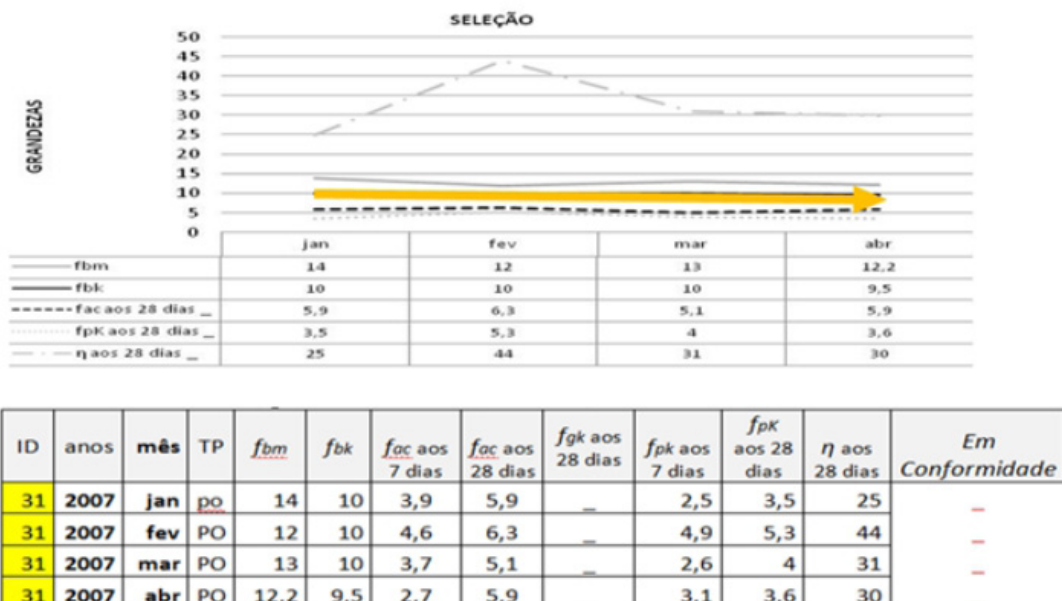


Tabela 6.7 – Exemplo de obra que praticamente não variou a resistência do bloco utilizado.



utilizando, gerando oscilações e picos nos seus gráficos individuais como descrito nos exemplos anteriores.

A Tabela 7.1 apresenta de forma resumida todas as obras que compartilharam blocos no período de estudo, adotando a seguinte simbologia: tons amarelos para obras que tiveram comportamento linear na adoção do f_{bk} dos blocos, tons verdes para obras que tiveram um comportamento adequado reduzindo as resistências ao longo do tempo ou oscilaram seus valores de formas compatíveis e esperadas para obras compostas por mais de uma edificação e tons vermelhos para obras que aumentaram a resistência de seus blocos ou oscilaram de forma inadequada seus valores de f_{bk} .

Assim foi possível notar que obras que compartilharam o mesmo lote de blocos nem sempre compartilhavam a mesma etapa de obra.

Por exemplo, as Obras 40, 39 e 81, os círculos verdes indicam os meses onde houve compartilhamento de blocos. A Obra 39 ao compartilhar lotes de blocos com a Obra 40 iniciada um mês antes, proporcionou o comportamento anômalo de seu gráfico, empregando resistências baixa em uma etapa inicial de trabalho que estaria correspondendo ao embasamento da edificação; para Obra 40 esse período estaria correspondendo aos últimos andares de um de seus prédios.

Foi possível notar também que algumas obras apesar de compartilharem blocos conseguiram coincidir as etapas de obra, tendo movimentos bem parecidos em seus gráficos.

O mesmo acontece com a Obra 38 onde teve comportamento aproximadamente linear apenas nos meses em que compartilhou blocos com a Obra 35,

Tabela 7.1 – Obras que compartilharam blocos no período de estudo (ALENCAR, 2013).

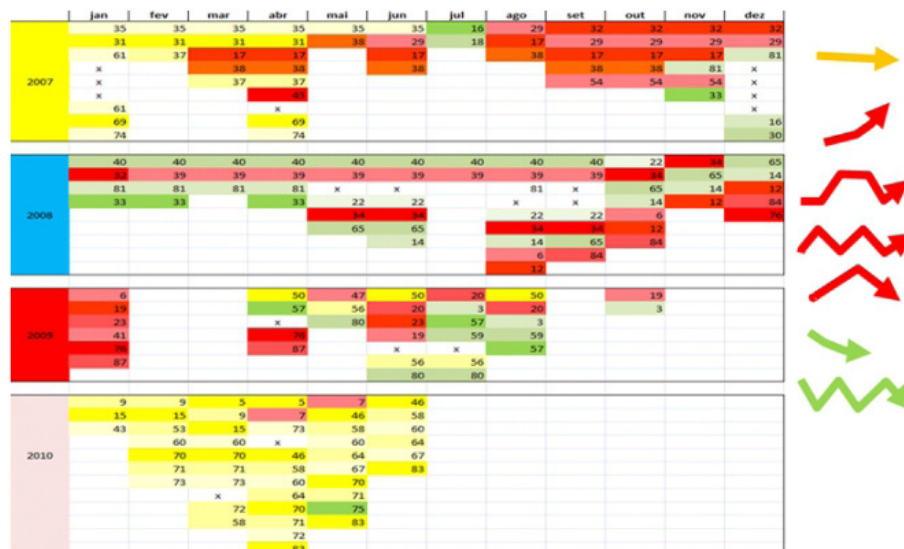


Tabela 7.2 – Resultados e gráfico relativos à Obra 40.

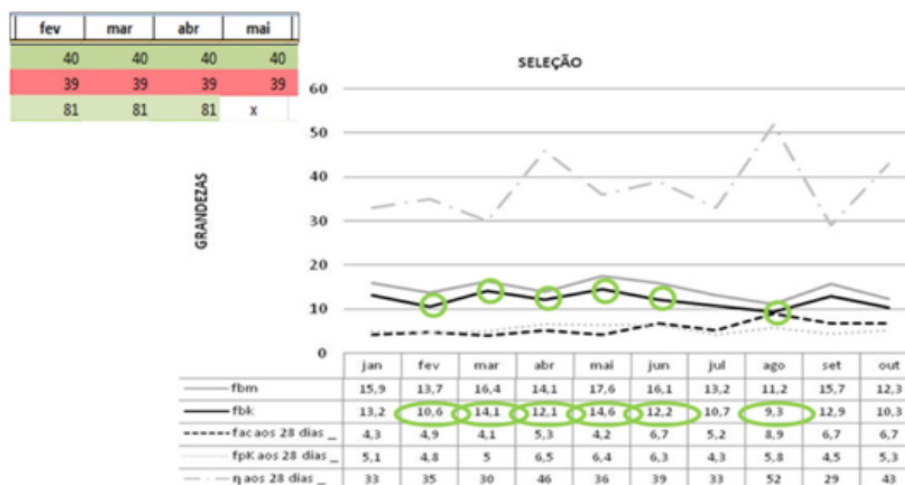


Tabela 7.3 – Resultados e gráfico relativos à Obra 39.

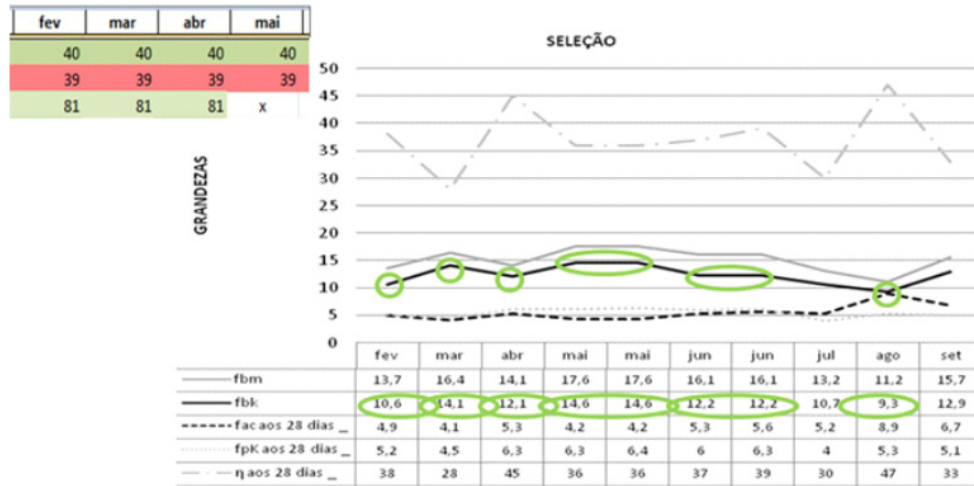


Tabela 7.4 – Resultados e gráfico relativos à Obra 81.

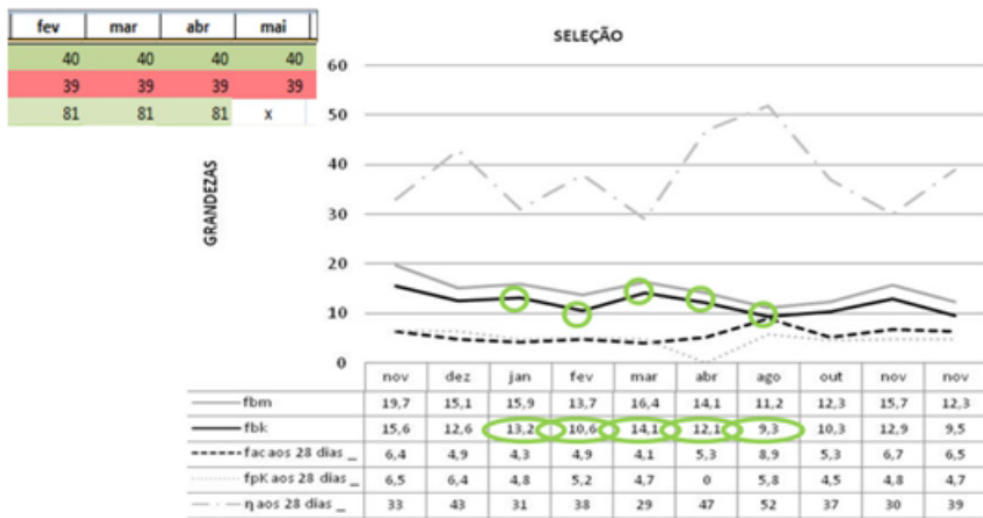
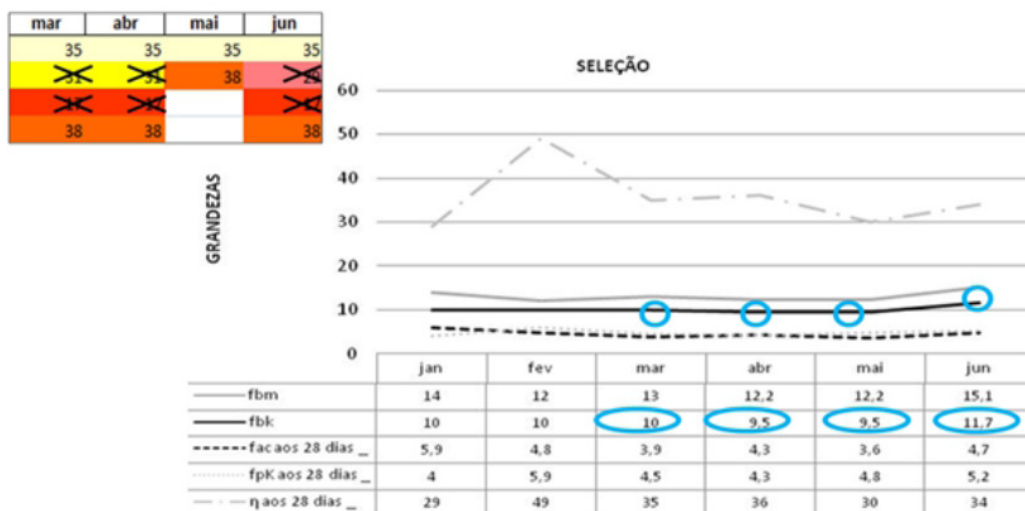


Tabela 7.5 – Resultados e gráfico relativos à Obra 35.



porém, quando cessou esse compartilhamento aumentou gradativamente a resistência de seus blocos.

8 Conclusões

Argamassa

- Com relação aos 456 resultados tem-se:
 - 120 ensaios não conformes distribuídos em 33 obras
 - 22 resultados em cinco obras de 2007;
 - 9 resultados em seis obras de 2008;
 - 64 resultados em onze obras de 2009;
 - 25 resultados em onze obras em 2010.

Observa-se que 26% dos ensaios nos 52 meses não atendem às recomendações normativas.

Prismas

Os resultados indicam que as empresas não seguem as Normas em vigor; que prescreve que, para se determinar a resistência à compressão do conjunto bloco e argamassa deve ser executado o ensaio de, no mínimo, seis corpos de provas (prismas) para se estimar o f_{pk} .

Observa-se que as empresas estão realizando ensaios de três prismas aos sete dias e três prismas aos 28 dias, somando seis prismas no total. Para se ter a evolução da resistência à compressão devem ser realizados os ensaios de seis prismas aos sete dias, e seis prismas aos 28 dias, obtendo-se os resultados pelo procedimento descritos na NBR 15812-2:2010.

Blocos

- Das 17 obras estudadas no ano de 2007,
 - 6 variaram o f_{bk} de forma,  ou ,
 - 5 variaram f_{bk} de forma  ou ,
 - 6 obras variaram muito pouco o seu f_{bk} . 
- Em 2008, das 13 obras estudadas,
 - 7 variaram o f_{bk} de forma,  ou ,
 - 5 variaram f_{bk} de forma  ou ,
 - 1 obra, composta por um único mês não variou seu f_{bk} . 
- Em 2009, das 13 obras estudadas,
 - 5 variaram o f_{bk} de forma,  ou ,
 - 4 variaram f_{bk} de forma ,
 - 4 obras variaram muito pouco o seu f_{bk}  ou 
- Na metade de 2010, das 18 obras estudadas, observou-se

Tabela 7.6 – Resultados e gráfico relativos à Obra 38.

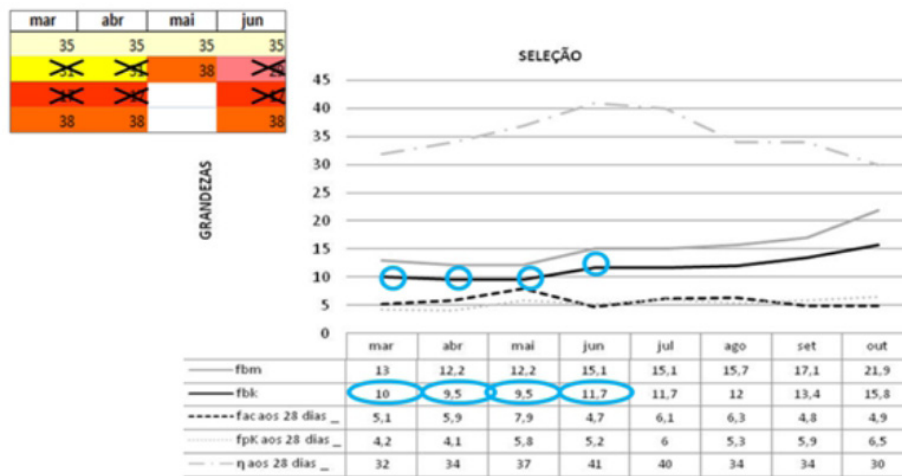


Tabela 8.1 – Obras não conforme.

Período	Obras	Total
2007	38 ¹ , 45 ^{21 14} , 54 ^{7 4} , 69 ^{3 1} , 74 ² ,	5
2008	6 ³ , 12 ^{4 1} , 39 ^{10 1} , 40 ^{10 1} , 63 ^{6 2} 81 ^{10 1}	6
2009	3 ³ , 19 ^{8 2} , 20 ^{4 1} , 23 ^{5 3 12} , 25 ^{8 8} , 50 ^{14 2} , 57 ^{10 4} , 59 ^{10 6} , 76 ^{5 3} , 80 ^{7 5} , 87 ^{26 18}	11
2010	7 ^{6 2} , 9 ^{5 2} , 53 ^{4 3} , 58 ^{6 2} , 60 ^{8 1} , 67 ^{5 2} , 70 ^{4 1} , 71 ^{4 1} , 73 ^{7 3} , 75 ^{4 4} , 79 ^{4 4}	11
		33

Legenda:

^{n° resultados não conformes}
Identificação da obra
^{n° de resultados}

- 1 variou o f_{bk} de forma. 
- 1 variou f_{bk} de forma, 
- 16 obras variaram muito pouco o seu f_{bk} 

A metodologia de análise dos resultados experimentais elaborada é adequada para verificar:

- se o controle de recepção relativo à verificação das propriedades mecânicas dos blocos, grout, argamassa, etc., atende às prescrições da normalização brasileira;
- se o controle da qualidade do empreendimento apresenta falhas.

Essa metodologia serve também para ser implementada numa auditoria, a ser realizada por órgão de financiamento do empreendimento ou numa demanda judicial, para prover de dados os pareceres técnicos e laudos de perícias, gerando subsídios para justificar a solicitação de ensaios destrutivos mais específicos e custosos.

Verificou-se que as empresas não estão a realizar controle de qualidade consistente no recebimento, e

no próprio requerimento de materiais, uma vez que foi constatado pela comparação dos resultados que empreendimentos diferentes compartilharam blocos de um mesmo lote e resistências em diferentes fases da obra, sem haver um verdadeiro estudo de viabilidade para isso.

Constatou-se, que não há uma metodologia consistente, corroborada pela normalização brasileira e alicerçada em procedimentos básicos, para compra (construtora), entrega (fabricante) e utilização (construtora) de blocos estruturais na região do Rio Grande do Sul.

Observa-se que as empresas construtoras contratam especialistas para realizar ensaios de resistência de blocos, argamassas e prismas somente para cumprir exigências da fiscalização e documentação para **certificação**. Essa prática mostra de forma clara que os parâmetros técnicos são relegados em detrimento de interesses comerciais.

Na análise de obras conforme o compartilhamento dos lotes constatou-se que, enquanto

Tabela 8.2 – Resumo dos gráficos de valores de f_{bk} .

Anos	2007	f_{bk}	2008	f_{bk}	2009	f_{bk}	2010	f_{bk}
Obras	17 ₇		12 ₄ ¹		19 ₈ ²		7 ₆ ²	
	45 ₂₁ ¹⁴		34 ₁₀		20 ₄ ¹			
	54 ₇ ⁴		84 ₁₂		23 ₅₃ ¹²			
	38 ₈ ¹		39 ₁₀ ¹		41 ₄			
	29 ₇		6 ₃ ³		87 ₂₆ ¹⁸			
	32 ₁₄		76 ₅ ³					
Obras			47 ₅					
	31 ₄		86 ₄ ⁴		25 ₈ ⁸		5 ₃	
	61 ₄				50 ₁₄ ²		15 ₁₆	
	69 ₃ ¹				56 ₃		42 ₈ ²	
	74 ₄ ²				53 ₄ ³		43 ₅	
	35 ₆						58 ₆ ²	
	37 ₃						60 ₈ ¹	
							64 ₃	
							67 ₅ ²	
							70 ₄ ¹	
							71 ₄ ¹	
							72 ₄	
							73 ₇ ³	
							79 ₄ ⁴	
Obras							83 ₃	
							9 ₅ ²	
							46 ₃	
	30 ₄		14 ₇		3 ₅ ³		75 ₄ ⁴	
	81 ₁₀ ¹		22 ₇		57 ₁₀ ⁴			
Obras	18 ₄		65 ₂₆		59 ₁₀ ⁶			
	33 ₈		40 ₁₀ ¹		80 ₇ ⁵			
	16 ₅		63 ₆ ²					

algumas empresas realizam um controle de recepção dos blocos bem estruturado, possibilitando a compra de grandes lotes de produção com possível redução no custo por unidade, outras empresas, no entanto, não apresentam qualidade nenhuma na recepção ou no critério de compra dos blocos, onde nitidamente compartilham blocos de lotes destinados a outras obras onde a resistência requerida é muito diferente do que vinha sendo empregada no canteiro.

É plausível julgar que várias construtoras assim procedem impulsionadas pelo mercado extremamente aquecido, mas com total desconhecimento das prescrições normativas brasileiras, e outras por não terem ao menos o domínio do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural.

Bibliografia

- ALENCAR, G. L. P. Análise do Controle de Recpção de Blocos Cerâmicos em Obras de Alvenaria Estrutural de Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFF, Niterói. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco Cerâmico para Alvenaria. Especificação. NBR 7171, Rio de Janeiro. 1992.
- _____. Alvenaria Estrutural – Blocos Cerâmicos – Parte 1: Projetos. NBR 15812-1, Rio de Janeiro. 2010.
- _____. Alvenaria Estrutural – Blocos Cerâmicos – Parte 2: Execução e Controle de Obras. NBR 15812-2, Rio de Janeiro. 2009.
- _____. Paredes de Alvenaria Estrutural – Ensaio à Compressão Simples. NBR 8949, Rio de Janeiro. 1985.
- _____. Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. NBR 15270-1, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. NBR 15270-2, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação da consistência. NBR 13276, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. NBR 13277, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. NBR 13278, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. NBR 13279, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. NBR 13280, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. NBR 13281, Rio de Janeiro. 2005.
- _____. Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – Procedimento. NBR 8798, Rio de Janeiro. 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. Manual Técnico de Alvenaria. São Paulo. 1990.
- CAMACHO, J. S. Alvenaria Estrutural Não-Armada: Parâmetros Básicos a Serem Considerados no Projeto dos Elementos Resistentes. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1986.
- DUARTE, R. B. Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural. Porto Alegre. ANICER. 1999.
- EUROCODE N°6. Design of Mansory Structures – Part 1-1: General Rules for Building – Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry, ENV 1996-1-1.
- FONSECA, M. H. Curso de Metodologia na Elaboração de Trabalhos Acadêmicos. Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna Ltda. 2009.
- GARCIA, P. D. Contribuições ao estudo da resistência à compressão de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos. 2000.
- GOMES, N. S. A Resistência das Paredes de Alvenaria. São Paulo: USP. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1983.
- GRIGOLETTI, G. C. Caracterização do Impacto Ambiental das indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.
- GROHMANN, L. Z. Análise do Comportamento de Prismas Grauteados de Alvenaria Estrutural Cerâmica. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria. 2006.
- MASTELLA, D. V. Comparação entre os Processos de Produção de Blocos Cerâmicos e de Concreto para Alvenaria Estrutural, Através da Análise do Ciclo de Vida, Dissertação de Mestrado Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- MESEGUER, A. G. Para una teoría de a calidad en construcción. Madrid. Informes de La Construcción. 1995.

- PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. Comportamento e Dimensionamento de Alvenaria Estrutural. São Carlos. Editora Edufscar. 2012.
- PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. Alvenaria Estrutural em Bloco Cerâmico Projeto, execução e controle. São Paulo. Editora Nome da Rosa. 2010.
- POZZOBON, M. A. O processo de monitoramento e controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria. 2003.
- RICHTER, C. A Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda: Uma Análise da Confiabilidade e da Conformidade. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. 2007.
- ROMAN, HUMBERTO RAMOS. Manual de Alvenaria. UFSC. Florianópolis. 1994.
- ROMAN, H. R. Argamassas de assentamento para alvenaria. In: Simpósio de Desempenho de Matérias e Componentes de Construção Civil, Florianópolis. UFSC. 1991.
- SABBATINI, F. H. Alvenaria Estrutural – Requisitos e Critérios Mínimos a serem Atendidos para Solicitação de Financiamento de Edifício sem Alvenaria Estrutural junto à Caixa Econômica Federal. Brasília. 2002.
- SÁNCHEZ, E. (organizador). Alvenaria Estrutural: Novas Tendências Técnicas e de Mercado. Rio de Janeiro: Interciência. 2002.
- SOUZA, A. C. A. G. Análise Comparativa de Custos de Alternativas de Tecnologias para Construção de Habitações Populares, Dissertação de Mestrado Engenharia Civil – Universidade Católica de Pernambuco, Recife. 2009.