

MÉTODO DA DOSAGEM IDEAL PARA A FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO

IDEAL DOSAGE METHOD FOR THE MANUFACTURE OF CONCRETE BLOCKS

Gustavo Soares Santos¹
Luiza Ignez Mollica Marotta²
Igor Rafael Buttignol de Oliveira³

RESUMO: O concreto é até hoje uma das descobertas mais fascinantes da humanidade, mesmo sendo um material encontrado recentemente, no século XIX e vem expandindo desde o século XX. Juntando as características do mercado e do produtor, atrelada à grande variedade de utilização do concreto, torna-se importante qualificar os responsáveis pela área, para que o consumidor final seja favorecido com a melhora na qualidade do produto final. Sendo assim, o estudo da dosagem de material utilizado na fabricação de blocos de concreto irá permitir uma qualidade maior no produto final, além de reduzir custos desnecessários para a empresa fabricante. A qualidade das estruturas está ligada à sua qualidade do concreto em seu estado fresco, determinando ou não, a presença de falhas nos processos de concretagem, segregação, exsudação ou vazios no concreto. Para que durante o processo de fabricação de blocos de concreto não ocorram desperdícios e erros que podem influenciar na qualidade final do produto, é necessária que seja realizada a dosagem ideal dos agregados que serão utilizados. Para tanto é importante que sejam estabelecidos o módulo de finura e o diâmetro máximos dos agregados do concreto, com base no ensaio normatizado pela NBR 7217, utilizando peneiras de diferentes diâmetros. Em seguida, baseado nos dados coletados, é possível definir a curva granulométrica dos agregados, e a dosagem ideal de cada um deles. Essa prática torna-se relevante, uma vez que diminui os gastos da empresa com desperdício de material e perda de produto de pouca qualidade, além de transmitir confiança para o consumidor. Esse artigo possui como objetivo apresentar a importância da dosagem ideal dos agregados para a fabricação de blocos de concreto.

61

Palavras-chave: Dosagem ideal. Blocos de concreto. Curva granulométrica.

¹Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade do Estado de Minas Gerais- UEMG

² Mestra em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente pela Libertas - Faculdades Integradas

³Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL

ABSTRACT: Concrete is still one of the most fascinating discoveries of mankind, even though a material recently found in the nineteenth century and has been expanding since the twentieth century. Joining the market characteristics and producer, linked to the wide range of use of the concrete, it is important to qualify responsible for the area, so that the final consumer is favored by the improved quality of the final product. Thus, the study of the dosage material used in the manufacture of concrete blocks will permit a higher quality of the final product and reduce unnecessary costs to the manufacturer. The quality of structures is linked to the quality of concrete in its fresh state, determining whether or not the presence of flaws in the concreting process, segregation, exudation or voids in the concrete. To that during the process of manufacture of concrete blocks do not occur waste and errors that may influence the final quality of the product, it is necessary that the optimal dosage of the aggregates to be used is performed. Therefore, it is important that it be established fineness modulus and the maximum diameter of the concrete aggregates, based on the standardized test NBR 7217 using sieves of different diameters. Then, based on the collected data, you can set the grading curve of the aggregates, and the optimal dosage of each. This practice becomes relevant, since it reduces the company's spending on material waste and product loss of poor quality, and convey confidence to the consumer. This work aims to present the importance of optimal dosage of aggregates for the production of concrete blocks.

Keywords: Optimal dosage. Concrete blocks. Grading curve.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Helene e Andrade (2007), o concreto é até hoje uma das descobertas mais fascinantes da humanidade, mesmo sendo um material encontrado recentemente, no século XIX e vem expandindo desde o século XX.

O primórdio do uso de tecnologia atrelado ao concreto ocorreu no Brasil na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), do Gabinete de Resistências dos Materiais, em 1899. Em 1926, denominou-se Laboratório de Ensaios de Materiais e desde 1934 está nomeado como Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

A partir de 1920 ocorreu o desenvolvimento da engenharia nacional, e desde então as obras de concreto armado passam a ter maior importância dentro desse contexto. Deu-se início então a produção brasileira de cimentos Portland. Prof. Ary Frederico Torres, diretor do laboratório de Ensaios de Materiais, publicou, em 1927, um boletim cujo nome era “Dosagem dos Concretos”, sendo a mesma uma obra de consulta muito procurada pelos estudiosos da área.

1.1 CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

A qualidade das estruturas está ligada à sua qualidade do concreto em seu estado fresco, determinando ou não, a presença de falhas nos processos de concretagem, segregação,

exsudação ou vazios no concreto.

1.2 Trabalhabilidade

Segundo o ACI 116R-90, a trabalhabilidade é “uma propriedade do concreto recém-misturado que determina a facilidade e a homogeneidade com a qual o material pode ser misturado, lançado, adensado e acabado”.

Para Petrucci (1998) os principais fatores que influenciam na trabalhabilidade podem ser considerados:

- a) Fatores internos:
 - “Consistência: pode ser definida pelo fator água/cimento;
 - Traço;
 - Granulometria do concreto: compreendida pela proporção de agregados miúdos e graúdos;
 - Formatos dos agregados: que geralmente depende da obtenção, agregado natural ou britado;
 - Aditivos que geralmente interferem na trabalhabilidade, chamados de plastificantes.”
- b) Fatores externos:
 - “Modo de preparo, sendo manual ou mecanizado;
 - Tipo de transporte: sendo vertical ou horizontal, por guinchos, calhas ou bombas;
 - Lançamento: de pequena ou grande altura;
 - Adensamento: manual ou vibratório;
 - Dimensões e armaduras das peças que serão executadas”.

“Para melhorar a trabalhabilidade, nem sempre adicionar água é a melhor opção, pois a partir de certo teor, quando o concreto for vibrado, haverá segregação, tornando o concreto não trabalhável (PETRUCCI, 1998).”

A trabalhabilidade depende de uma seleção criteriosa e uma proporção adequada dos materiais utilizados e na maioria das vezes do uso de adições ou aditiva (GEYER, 2006).

1.3 Coesão

De acordo com Geyer (2006) a coesão é uma propriedade que está ligada à trabalhabilidade. A falta de coesão pode gerar desagregação do concreto em seu estado fresco, alterando sua composição física e homogeneidade. A coesão é dada pela medida da facilidade de adensamento e acabamento, sendo avaliada pela facilidade de desempenar e pelo julgamento visual de resistência à segregação (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Para Duran (2011) um concreto coeso se apresenta homogêneo e sem separação de materiais em qualquer fase de seu emprego, seja produção, transporte, lançamento ou adensamento. O mesmo autor acrescenta que não existe ensaio normatizado para medir a

coesão da mistura, mas podem ser utilizados testes práticos como bater com a haste do ensaio de abatimento, lateralmente.

2. Segregação e Exsudação

Mehta e Monteiro (1994) definem segregação como “a separação dos componentes do concreto fresco de tal forma que sua distribuição não seja mais uniforme”. As mesmas podem ser classificadas em dois tipos de acordo com o tipo de material utilizado:

2.1 Concreto Pobre e seco: Nesse material os grãos maiores do agregado tendem a separar-se dos demais durante as operações de lançamento com energia demasiada ou vibração excessiva.

2.2 Misturas Plásticas: Separação da pasta da mistura, conhecida também como exsudação.

Geyer (2006) acrescenta que a exsudação é uma forma de segregação, onde a água tende a elevar-se para a superfície do concreto.

2.3 Ar incorporado e Ar aprisionado

Segundo Mehta e Monteiro (1994) pode-se encontrar vazios preenchidos por ar de duas formas: por meio de bolhas de ar incorporado ou de vazios de ar aprisionado. Geyer (2006) acrescenta que as bolhas de ar incorporado possuem dimensões entre 100µm e 1mm de diâmetro, enquanto os vazios de ar aprisionado possuem dimensões entre 10µm e 10 mm.

Os vazios de ar aprisionado são causados por deficiência nas dosagens e escolha dos materiais, culminando no comprometimento das propriedades mecânicas de resistência à compressão e de elasticidade. Já as bolhas de ar incorporado possuem duas origens. A primeira é dada pela incorporação natural de pequenas quantidades de ar, e a segunda, por meio da utilização de aditivos incorporadores no concreto (GEYER, 2006).

3. IMPORTÂNCIA DA DOSAGEM DE CONCRETO

De acordo com Tutikian (2011) o estudo de dosagem dos concretos aborda os procedimentos necessários para a obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível expressa em massa seca de materiais. A proporção deve atender às condições de resistência, trabalhabilidade e durabilidade (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

Apesar dos métodos de dosagem diferir entre si, algumas atividades são comuns, como cálculo da resistência média de dosagem, correlação da resistência à compressão com a relação água/cimento para determinado tipo e classe de cimento, economia e sustentabilidade (TUTIKIAN, 2011).

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse artigo aborda uma revisão bibliográfica sobre a dosagem da mistura ideal na fabricação de blocos de concretos, baseada na literatura.

Em seguida foi apresentado um estudo de caso que envolveu a análise granulométrica para a fabricação de blocos de concreto.

3.2 RESULTADOS

Para a fabricação de blocos de cimento, torna-se importante que anteriormente sejam realizadas todas as medições corretas de acordo com o material utilizado para que o produto final apresente uma boa qualidade e durabilidade. Para tanto, é necessário realizar alguns testes para iniciar os procedimentos de fabricação. Como visto anteriormente, deve ser aplicado um ensaio para obtenção da proporção adequada entre os agregados que serão utilizados para a obtenção dos blocos.

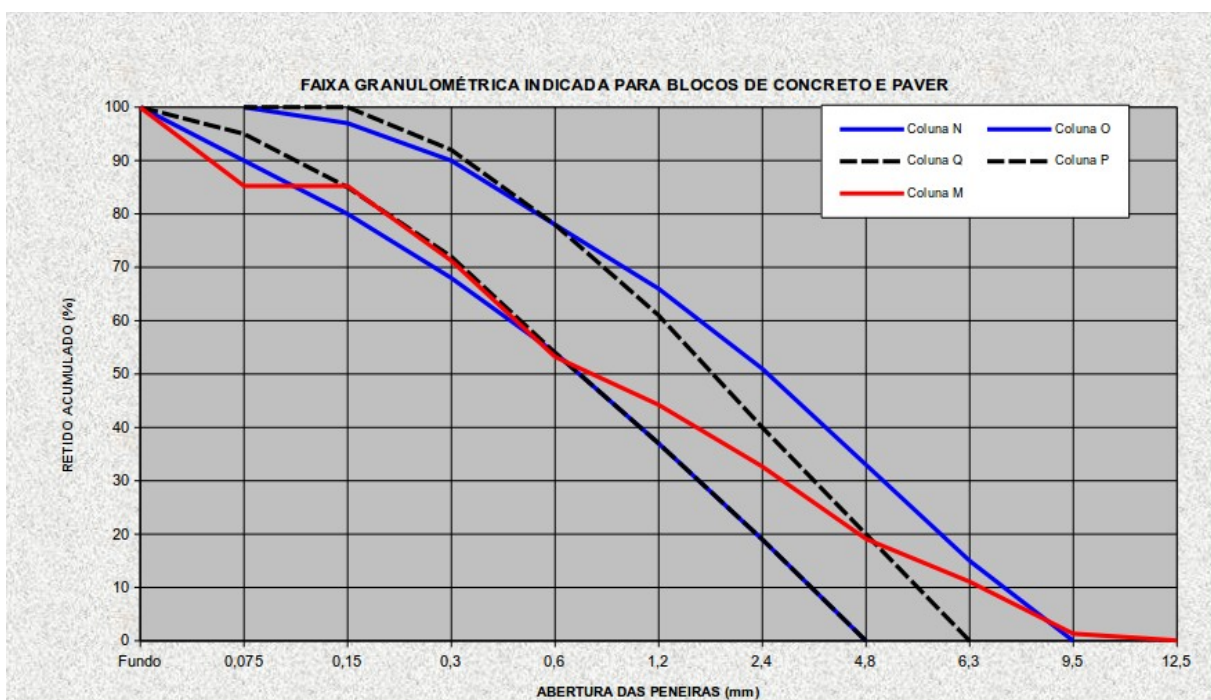
Sabe-se que para a fabricação de blocos, é necessário que todas as características granulométricas dos materiais utilizadas estejam especificadas, uma vez que delas irá depender a quantidade de vazios existente no material, e conseqüentemente, a qualidade e acabamento do bloco fabricado. A tabela 1 e gráfico 1 apresenta a curva granulométrica para os materiais utilizados no ensaio I, para a fabricação de blocos.

Figura 1 – Faixa granulométrica ponderada (anterior a produção)

CURVA GRANULOMÉTRICA PONDERADA PARA BLOCOS E PAVERS																
Este instrumento permite obter a proporção adequada entre 2 a 5 agregados para compor a curva granulométrica total mais indicada para fabricação de blocos ou pavers.												Identificação		Data		
												CMP		30/05/2016		
a) Obtenha a identificação e as granulometrias, em % retida individual , de cada um dos materiais em estudo e insira os dados nas colunas B, D, F, H e J. b) A seguir, altere as porcentagens de cada material nas células E13 a E17 até encaixar a curva em estudo na faixa recomendada para o produto, bloco ou paver. c) A porcentagem que melhor se enquadrar na faixa recomendada fornece a proporção dos materiais a ser empregada no traço da planilha seguinte.																
IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS																
Somente os campos em verde podem ser alterados	Proporção dos agregados na mistura	Areia Natural		26%		Total		Deve ser 100% <==		Módulo de finura da mistura de agregados	Sugestão de MF da mistura					
		Pó de pedra		41%		100%					Bloco aparente < 3,00					
		Brita 0		33%							Bloco até 10 Mpa < 3,40					
				0%							Bloco acima de 10 Mpa de 3,40 a 4,00					
				0%						Paver 50 Mpa de 3,20 a 3,80						
DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS MATERIAIS																
Peneira (mm)	Areia Natural		Pó de pedra		Brita 0		0,00		0,00		GRANULOMETRIA PONDERADA DOS AGREGADOS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS RECOMENDADAS			
	% Retida		% Retida		% Retida		% Retida		% Retida		#	%	Bloco		Paver	
	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.			Lim. I	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.
12,5	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0,1				
9,5	0	0	0,0	0	4	4	0	0	0	0	9,5	1,3		0		
6,3	0,6	1	0,0	0	30	34	0	0	0	0	6,3	11,1		15		0
4,8	1	2	0,0	0	24	57	0	0	0	0	4,8	19,1	0	33	0	20
2,4	3	5	0,8	1	38	95	0	0	0	0	2,4	32,7	19	51	19	40
1,2	9	14	19,7	21	4	99	0	0	0	0	1,2	44,2	37	66	37	61
0,6	12	26	13,9	34	0	99	0	0	0	0	0,6	53,2	54	78	54	78
0,3	41	67	17,7	52	0	99	0	0	0	0	0,3	71,2	68	90	72	92
0,15	28	95	15,9	68	0	99	0	0	0	0	0,15	85,2	80	97	85	100
0,075	0	95	0,0	68	0	99	0	0	0	0	0,075	85,2	90	100	95	100
Fundo	4	100	32,0	100	1	100	0	0	0	0	Fundo	99,9	100		100	
TOTAL	99,8	99,8	100,0	100,0	100,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	TOTAL	99,9				

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 1 – Faixa granulométrica ponderada (gráfico)



Fonte: Autor, 2023

Em seguida foi esboçada uma segunda curva granulométrica baseada na média dos valores para cada material, utilizando o módulo de finura dos agregados inferior ao primeiro, como apresentado na tabela 2 e gráfico 2, seguindo as mesmas instruções anteriores.

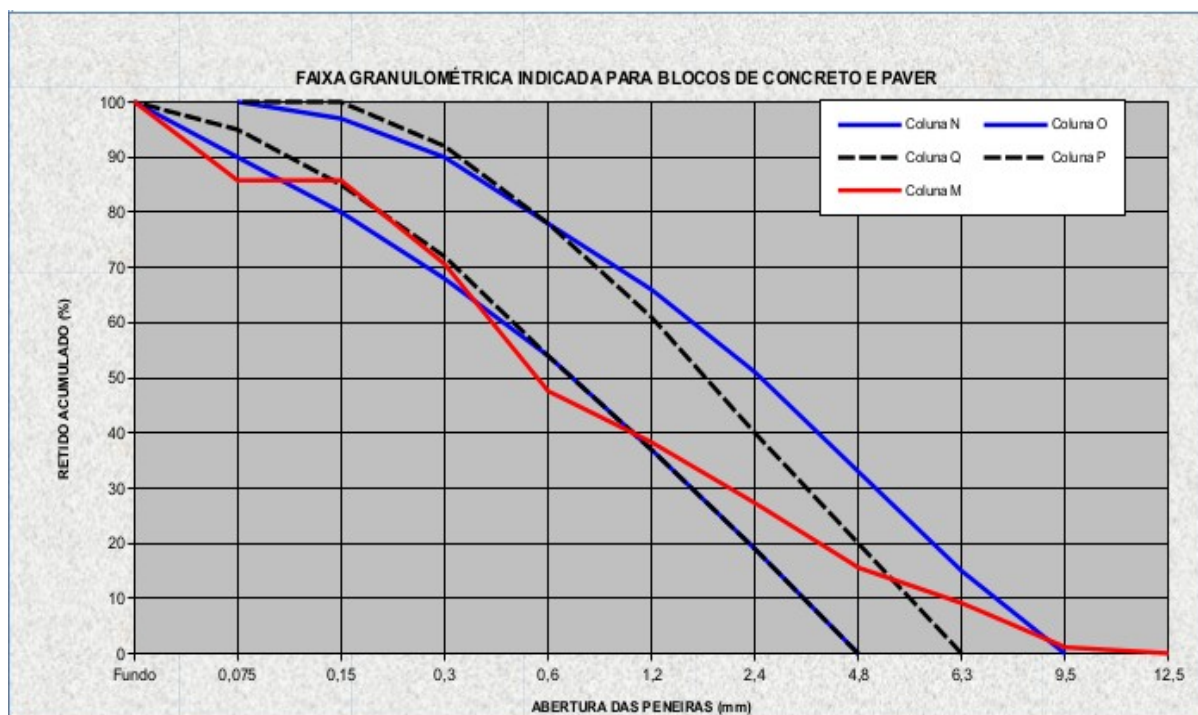
Tabela 2 – Curva granulométrica média

CURVA GRANULOMÉTRICA PONDERADA MÉDIA – CMP CONCRETAR

CURVA GRANULOMÉTRICA PONDERADA PARA BLOCOS E PAVERS												Identificação	Data			
Este instrumento permite obter a proporção adequada entre 2 a 5 agregados para compor a curva granulométrica total mais indicada para fabricação de blocos ou pavers,										CMP		07/06/2016				
a) Obtenha a identificação e as granulometrias, em % retida individual, de cada um dos materiais em estudo e insira os dados nas colunas B,D,F, H e J.																
b) A seguir, altere as porcentagens de cada material nas células E13 a E17 até encaixar a curva em estudo na faixa recomendada para o produto, bloco ou paver.																
c) A porcentagem que melhor se enquadrar na faixa recomendada fornece a proporção dos materiais a ser empregada no traço da planilha seguinte.																
IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS																
Somente os campos em verde podem ser alterados	Proporção dos agregados na mistura	Areia Natural	26%	Total	Deve ser 100% <==	Módulo de finura da mistura de agregados	3,07	Sugestão de MF da mistura								
		Pó de pedra	41%					Bloco aparente	< 3,00							
		Brita 0	33%					Bloco até 10 Mpa	< 3,40							
			0%					Bloco acima de 10 Mpa	de 3,40 a 4,00							
			0%				Paver 50 Mpa	de 3,20 a 3,80								
DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS MATERIAIS											GRANULOMETRIA PONDERADA DOS AGREGADOS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS RECOMENDADAS			
Peneira (mm)	Areia Natural		Pó de pedra		Brita 0		0,00		0,00		#	%	Bloco		Paver	
	% Retida		% Retida		% Retida		% Retida		% Retida				Lim I	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.
	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.	Ind.	Acum.						
12,5	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	12,5	0,1				
9,5	0,18	0	0,00	0	4	4	0	0	0	0	9,5	1,4		0		
6,3	0,87	1	0,00	0	30	34	0	0	0	0	6,3	11,2		15		0
4,8	0,93	2	0,00	0	24	57	0	0	0	0	4,8	19,1	0	33	0	20
2,4	2,68	5	1,85	2	38	95	0	0	0	0	2,4	33,0	19	51	19	40
1,2	6,44	11	19,93	22	4	99	0	0	0	0	1,2	44,1	37	66	37	61
0,6	11,98	23	13,19	35	0	99	0	0	0	0	0,6	52,7	54	78	54	78
0,3	46,80	70	17,56	53	0	99	0	0	0	0	0,3	72,2	68	90	72	92
0,15	26,38	96	15,86	68	0	99	0	0	0	0	0,15	85,6	80	97	85	100
0,075	0,00	96	0,00	68	0	99	0	0	0	0	0,075	85,6	90	100	95	100
Fundo	3,72	100	31,61	100	1	100	0	0	0	0	Fundo	100,0	100		100	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	TOTAL	100,0				

Fonte: Autor, 2023

Gráfico 2 – Curva granulométrica média



Fonte: Autor, 2023

De acordo com todas as amostras coletadas, foi possível esboçar uma tabela com todos os resultados encontrados referente a dosagem dos materiais utilizados, areia e pó britado, para a fabricação de blocos de concreto, como representam as tabela 3 e 4.

Tabela 3 – Amostras coletadas com areia

PENEIRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA
DATA AMOSTRA	29/03/16	29/03/16	07/04/16	14/04/16	27/04/16	27/04/16	03/05/16	10/05/16	10/05/16	MÉDIA
MATERIAL	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA MARINHO	AREIA CANTIERI	AREIA CANTIERI	AREIA MARINHO
PENEIRA	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,1	0,27
6,3	0,6	1,1	0,6	1,3	1,2	0,0	0,3	1,1	1,1	0,81
4,75	0,6	0,5	0,6	1,0	1,2	0,4	0,8	1,1	1,1	0,81
2,36	1,6	2,2	1,2	2,6	2,8	2,0	2,4	3,9	3,8	2,50
1,18	3,5	4,1	2,1	6,3	4,8	4,8	6,2	10,4	10,0	5,80
0,6	11,3	14,5	7,1	11,5	10,0	10,4	10,2	15,9	16,0	11,88
0,3	55,0	56,7	54,6	46,5	43,8	45,0	43,2	43,3	44,2	48,03
0,15	22,8	18,1	30,8	27,3	32,0	33,0	32,3	20,2	20,1	26,29
FUNDO	4,6	2,8	3	3,5	4,2	4,4	4,6	2,8	2,6	3,61
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00%

Fonte: Autor, 2023

Tabela 4 – Amostras coletadas com pó britado

PENEIRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA B	AMOSTRA
DATA AMOSTRA	29/03/16	29/03/16	07/04/16	14/04/16	27/04/16	27/04/16	03/05/16	10/05/16	10/05/16	MÉDIA
MATERIAL	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO	PÓ BRITADO
PENEIRA	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
4,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
2,36	1,6	1,9	1,6	2,6	2,4	2,4	1,8	2,5	1,9	2,17
1,18	16,7	18,5	15,4	20,5	20,1	20,1	20,3	21,6	21,7	19,96
0,6	12,7	12,9	13,3	13,2	12,9	12,9	13,6	12,9	12,9	13,10
0,3	19,6	19,4	20,1	17,1	17,3	17,3	17,2	17,5	17,3	17,69
0,15	16,9	16,3	18,2	15,1	15,7	16,1	15,7	15,4	15,7	15,99
FUNDO	32,5	31	31,3	31,5	31,5	31,4	31,4	30,2	30,5	31,11

Fonte: Autor, 2023

Após serem fabricados os blocos é necessário que os mesmos passem por testes de qualidades antes de serem disponibilizados para o consumidor final. Esses testes irão mensurar o grau de resistência dos blocos, utilizando de 6 a 9 unidades para amostra dos ensaios.

Os valores são apresentados nas tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. As primeiras tabelas representam o cálculo FBK, e a seguinte, a ordem crescente deresistência encontrada em cada uma das amostras, de acordo com a NBR 15812.

Tabela 5 – Cálculo FBK em 6 amostras (Ponderada)

CÁLCULO FBK = (Granulometria Ponderada) Fab. 30/05/16						
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)	L	C	ÁREA	kgf	MPa
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,1	39,17	5,52297	21,19	3,84
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,1	39,2	5,5272	18,13	3,28
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,07	39,1	5,50137	24,16	4,39
Fb4	VEDAÇÃO 4	14	39,03	5,4642	17,62	3,22
Fb5	VEDAÇÃO 5	14	39,2	5,488	21,03	3,83
Fb6	VEDAÇÃO 6	14	39,1	5,474	27,27	4,98
QUANT. BLOCOS ROMPIDOS:		6	NBR 15812		Fbj =	3,92
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS						
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa
Fb4	VEDAÇÃO 4	14	39,03	5,4642	17,62	3,22
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,1	39,2	5,5272	18,13	3,28
Fb5	VEDAÇÃO 5	14	39,2	5,488	21,03	3,83
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,1	39,17	5,52297	21,19	3,84
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,07	39,1	5,50137	24,16	4,39
Fb6	VEDAÇÃO 6	14	39,1	5,474	27,27	4,98
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:						
$Fbk\ Est = Fb(1^o) + Fb(2^o) - Fb(3^o)$						
Fbk Est =		3,22	3,28	3,83		
Fbk Est =		2,67				
Quant. de Blocos	6	7	8	9	10	
ψ	0,89	0,91	0,93	0,96	0,97	
Fbk Est =	ψ 6 blocos	x	Menor Resit.			
Fbk Est =	0,89	x	3,22	2,87		
Vale sempre o maior Encontrado						
				2,87	Mpa	95,67%

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 6 – Cálculo FBK em 6 amostras (Média)

CÁLCULO FBK = 55Kg (Granulometria Média) Fab. 30/05/16							
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)			ÁREA	kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,07	39,1	5,50137	28,66	5,21	
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,03	39,23	5,503969	11,63	2,11	
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,13	39,17	5,534721	25,86	4,67	
Fb4	VEDAÇÃO 4	14,17	39,13	5,544721	27,59	4,98	
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,13	39,17	5,534721	12,96	2,34	
Fb6	VEDAÇÃO 6	14,13	39,1	5,52483	23,45	4,24	
					Fbj =	3,93	
QUANT. BLOCOS ROMPIDOS:		6	NBR 15812				
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS							
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa	
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,03	39,23	5,503969	11,63	2,11	
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,13	39,17	5,534721	12,96	2,34	
Fb6	VEDAÇÃO 6	14,13	39,1	5,52483	23,45	4,24	
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,13	39,17	5,534721	25,86	4,67	
Fb4	VEDAÇÃO 4	14,17	39,13	5,544721	27,59	4,98	
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,07	39,1	5,50137	28,66	5,21	
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:							
Fbk Est = Fb(1º) + Fb(2º) – Fb(3º)							
Fbk Est =		2,11	2,34	4,24			
Fbk Est =		0,21					
Quant. de Blocos		6	7	8	9	10	
ψ		0,89	0,91	0,93	0,96	0,97	
Fbk Est =		ψ 6 blocos	x	Menor Resit.			
Fbk Est =		0,89		2,11			
Fbk Est =		1,88					
Vale sempre o maior Encontrado							
		1,88				Mpa	62,67%

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 7 – Cálculo FBK em 6 amostras (65 Kg de cimento)

CÁLCULO FBK = 65kg Fab. 30/05/16							
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)			ÁREA	kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,13	39,23	5,543199	31,94	5,76	
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,13	39,2	5,53896	24,85	4,49	
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,17	39,13	5,544721	27,71	5,00	
Fb4	VEDAÇÃO 4	14	39,13	5,4782	19,25	3,51	
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,1	39,13	5,51733	16,27	2,95	
Fb6	VEDAÇÃO 6	14	39,2	5,488	16,88	3,08	
					Fbj =	4,13	
QUANT. BLOCOS ROMPIDOS:		6	NBR 15812				
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS							
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa	
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,1	39,13	5,51733	16,27	2,95	
Fb6	VEDAÇÃO 6	14	39,2	5,488	16,88	3,08	
Fb4	VEDAÇÃO 4	14	39,13	5,4782	19,25	3,51	
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,13	39,2	5,53896	24,85	4,49	
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,17	39,13	5,544721	27,71	5,00	
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,13	39,23	5,543199	31,94	5,76	
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:							
Fbk Est = Fb(1º) + Fb(2º) – Fb(3º)							
Fbk Est =		2,95	3,08	3,51			
Fbk Est =		2,51					
Quant. de Blocos		6	7	8	9	10	
ψ		0,89	0,91	0,93	0,96	0,97	
Fbk Est =		ψ 6 blocos	x	Menor Resit.			
Fbk Est =		0,89		2,95			
Fbk Est =		2,62					
Vale sempre o maior Encontrado							
		2,62				Mpa	87,33%

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8 – Cálculo FBK com 6 amostras (sem Câmara de Cura)

CÁLCULO FBK = 55kg sem Câmara de Cura - Fab. 30/05/16						
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)	ÁREA		kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,17	39,13	5,544721	24,83	4,48
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,03	39,3	5,51379	16,09	2,92
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,03	39,2	5,49976	20,81	3,78
Fb4	VEDAÇÃO 4	14,1	39,23	5,53143	21,94	3,97
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,17	39,1	5,54047	17,86	3,22
Fb6	VEDAÇÃO 6	14,1	39,07	5,50887	18,06	3,28
QUANT. BLOCOS ROMPIDOS:				6	NBR 15812	
Fbj = 3,61						
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS						
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa
Fb2	VEDAÇÃO 2	14,03	39,3	5,51379	16,09	2,92
Fb5	VEDAÇÃO 5	14,17	39,1	5,54047	17,86	3,22
Fb6	VEDAÇÃO 6	14,1	39,07	5,50887	18,06	3,28
Fb3	VEDAÇÃO 3	14,03	39,2	5,49976	20,81	3,78
Fb4	VEDAÇÃO 4	14,1	39,23	5,53143	21,94	3,97
Fb1	VEDAÇÃO 1	14,17	39,13	5,544721	24,83	4,48
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:						
$Fbk\ Est = Fb(1^o) + Fb(2^o) - Fb(3^o)$						
Fbk Est = 2,92 3,22 3,28						
Fbk Est = 2,86						
Quant. de Blocos	6	7	8	9	10	
ψ	0,89	0,91	0,93	0,96	0,97	
Fbk Est = ψ 6 blocos × Menor Resit.						
Fbk Est = 0,89 × 2,92						
Fbk Est = 2,60						
Vale sempre o maior Encontrado						
2,86 Mpa 95,33%						

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 9 – Cálculo FBK com 7 amostras

CÁLCULO FBK = (Granulometria Ponderada) Fab. 30/05/16						
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)	ÁREA		kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb7	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
QUANT. BLOCOS ENSAIADOS (N):				7	(i) impar =	4
Média = 4,22						
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS						
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb7	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:						
$Fbk = 2x (Fb(1^o) + Fb(2^o).... + Fbi -1/i-1)-fbi$						
Fbk = 2,00 3,61 4,27						
Fbk Est = 2,95						
Quant. de Blocos	6	7	8	9	10	
ψ	0,89	0,91	0,93	0,96	0,97	
Fbk Est = ψ 6 blocos × Menor Resit.						
Fbk Est = 0,91 × 3,15						
Fbk Est = 2,87						
Vale sempre o maior Encontrado						
2,95 Mpa 98,18%						

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 10 – Cálculo FBK com 8 amostras

CÁLCULO FBK = (Granulometria Ponderada) Fab. 30/05/16						
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)	ÁREA		kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb7	VEDAÇÃO 7	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
Fb8	VEDAÇÃO 8	9,07	39,13	3,549091	12,22	3,44
QUANT. BLOCOS ENSAIADOS (N):		8	(i) par =	4	Média =	4,09
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS						
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb8	VEDAÇÃO 8	9,07	39,13	3,549091	12,22	3,44
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb7	VEDAÇÃO 7	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:						
$Fbk = 2x (Fb(1^o) + Fb(2^o).... + Fbi -1/i-1)-fbi$						
Fbk = 2,00 3,40 4,05						
Fbk Est = 2,76						
Quant. de Blocos		6	7	8	9	10
ψ		0,89	0,91	0,93	0,96	0,97
Fbk Est = ψ 6 blocos \times Menor Resit.						
Fbk Est = $\frac{0,93}{0,93} \times 3,15$ = 2,93						
Vale sempre o maior Encontrado						
2,93 Mpa 97,67%						

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 11 – Cálculo FBK com 9 amostras

CÁLCULO FBK = (Granulometria Ponderada) Fab. 30/05/16						
UNID	DESCRIÇÃO (TIPO/LARG./COMP.)	ÁREA		kgf	MPa	
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb7	VEDAÇÃO 7	9,03	39,03	3,524409	12,21	3,46
Fb8	VEDAÇÃO 8	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
Fb9	VEDAÇÃO 9	9,07	39,13	3,549091	12,22	3,44
QUANT. BLOCOS ENSAIADOS (N):		9	(i) impar =	5	Média =	3,94
ORDEM CRESCENTE DAS RESISTÊNCIAS						
fbi	TIPO	L	C	A	kgf	MPa
Fb2	VEDAÇÃO 2	9	39,13	3,5217	11,11	3,15
Fb9	VEDAÇÃO 9	9,07	39,13	3,549091	12,22	3,44
Fb7	VEDAÇÃO 7	9,03	39,03	3,524409	12,21	3,46
Fb5	VEDAÇÃO 5	9,03	39,13	3,533439	12,77	3,61
Fb6	VEDAÇÃO 6	9,07	39,13	3,549091	14,38	4,05
Fb1	VEDAÇÃO 1	9,13	39,03	3,563439	15,21	4,27
Fb3	VEDAÇÃO 3	9,03	39,03	3,524409	15,46	4,39
Fb8	VEDAÇÃO 8	9,07	39,13	3,549091	15,71	4,43
Fb4	VEDAÇÃO 4	9,17	39,13	3,588221	16,62	4,63
SE FOR (6) BLOCOS ROMPIDOS A SIMPLIFICAÇÃO DA FÓRMULA FICA:						
$Fbk = 2x (Fb(1^o) + Fb(2^o).... + Fbi -1/i-1)-fbi$						
Fbk = 2,00 3,42 4,05						
Fbk Est = 2,79						
Quant. de Blocos		6	7	8	9	10
ψ		0,89	0,91	0,93	0,96	0,97
Fbk Est = ψ 6 blocos \times Menor Resit.						
Fbk Est = $\frac{0,96}{0,96} \times 3,15$ = 3,03						
Vale sempre o maior Encontrado						
3,03 Mpa 101,00%						

Fonte: Autor, 2023.

CONCLUSÃO

A determinação da dosagem dos materiais para fabricação de blocos decimento é de extrema importância uma vez que dele irá depender a qualidade do produto final. Sabe-se que um produto com melhor acabamento, possui um menor número de vazios em sua composição, entretanto, possui baixa resistência. O caso contrário também é válido.

Para determinação da curva granulométrica, principal ferramenta utilizada para a dosagem de materiais, é necessária que seja especificado o módulo de finura e diâmetro máximo de cada agregado utilizado. Para tanto deve ser estruturada uma tabela com a rotina de dados colhidos, e em seguida a determinação da curva.

Trabalhar com curva de finos não é o ideal, pois você não pode determinar o módulo de finura e nem a curva ideal de consumo de cada material aplicando este método, entretanto, para fabricação de blocos sem especificação de qualidade é aceitável.

Para fabricação de blocos e pavers o ideal é trabalhar com a granulometria diária, pois a média de consumo oferece uma margem de erro e um desvio padrão muito grande, dificultando o acerto do traço e acarretando uma baixa resistência axial.

A qualidade final do produto irá depender de algumas características do concreto, como trabalhabilidade, coesão, segregação, exsudação, e presença de ar incorporado e ar aprisionado. Dessas irão depender as especificações de durabilidade, deformabilidade e resistência mecânica de cada produto.

Foi possível concluir com esse estudo que uma verificação adequada da dosagem dos materiais utilizados para a fabricação de blocos de concreto deve ser realizada constantemente para que não ocorram desperdícios de material, perdas de produtos por má qualidade, e uma maior satisfação do cliente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.; RODRIGUES, R.; FREITAS, F. **Concreto de Cimento Portland**. São Paulo: 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto decimento Portland. Preparo, controle e recebimento. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 248**: agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

AZEREDO, H.A.D. **O edifício até a sua cobertura.** 2^a. ed. São Paulo: Blucher, 1997.

CASTRO, E. **Estudo da resistência à compressão do concreto por meio de testemunhos de pequeno diâmetro e esclerometria.** Qualificação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia. 2009.

CASTRO, M.E.S. **Condições de trabalho e fatores de risco á saúde dos trabalhadores do centro de material esterilizado do Hospital de Clínicas da UFPR.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

CUNHA, A.V. **Concreto de cimento Portland:** abordagem da qualidade com ênfase em métodos estatísticos. Trabalho de Conclusão de Curso. UNIFOR. 2014.

DURAN, A.P.; FRACARO, D. **Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagens de 30kg.** Trabalho de Diplomação em Tecnólogo em Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2011.

FERNANDES, I. **Blocos e Pavers – Produção e Controle de Qualidade.** Treino Assessoria e Treinamentos. 2011.

GEYER, A.L.B. **Importância do Controle de Qualidade do Concreto no Estado Fresco.** Realmix. 2006.

GIONGO, J.S.; JACINTHO, A.E.P.G.D. **Concreto armado:** introdução e propriedades dos materiais. São Carlos: 2010.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland.** In: ISAIA, G. C. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 905-944, 2007.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** Microestrutura, Propriedades e Materiais 3 Ed.. São Paulo. 2008.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto – Estrutura, propriedades e materiais.**São Paulo, 1994.

MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação erecomendações para sua condução. **Produção**, v.27, n.1, p.216-229, 2007.

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

RIBEIRO, C.C.; PINTO, J.D.D.S.; STARLING, T. **Materiais de construção civil.** 3.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

RODRIGUES, E.H.V.; ARAUJO, R.C.L.; FREITAS, E.G.A. **Materiais de Construções – Coleção Construções Rurais.** 1 ed. Seropédica-RJ: Editora Universidade Rural, 2000.

TATTERSALL, G.H. **The workability of fresh concrete.** London: Viewpoint, 1978.
TUTIKIAN, B.F.; HELENE, P. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland.** IBRACON. 2011.