

Anexo I

A.I Caracterização dos materiais

A. I.1 Cimento

A. I.1.1 Cimento ARI

O cimento CP V ARI PLUS teve sua caracterização físico-químico realizada na Fábrica Ciminias – Holcim (Tab. A.I.1).

A.I.1.2 Cimento branco

O cimento CPB 40 teve sua caracterização físico-químico realizada na Fábrica de São Leopoldo – Cauê (Tab. A.I.2).

A.I.2 Aditivo

A caracterização dos aditivos superplastificantes de 3º geração VISCOCRETE 3535 CB e VISCOCRETE 20 HE foi realizada no Laboratório da Sika Brasil (Tab. A.I.3).

A.I.3 Agregados

Os agregados miúdos e graúdos utilizados neste experimento são os mesmo empregados na produção da MUNTE Construções Industrializadas de Concreto.

A caracterização dos agregados foi realizada no próprio Laboratório da MUNTE. Fez-se, para isso, primeiramente, uma amostragem dos materiais segundo a NBR 7216^{A.I.1}, que posteriormente foi reduzida, conforme a NBR 9941^{A.I.2}.

^{A.I.1} ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Agregados – Amostragem de agregados. NBR 7216**. Rio de Janeiro, 1987;

^{A.I.2} **Agregados – Redução de amostra de campo de agregado para ensaio de laboratório - Procedimento. NBR 9941**. Rio de Janeiro, 1987;

Todos os agregados foram previamente secos em estufa e estocados em tambores lacrados para isolamento da umidade do ambiente.

A.I.3.1 Para concreto com cimento ARI

O agregado miúdo utilizado é uma areia rosa quartzosa, classificada como muito fina (Tab. A.I.4).

Foram utilizadas a brita 1 e brita ½ (não normalizada) de granito. A proporção entre elas foi obtida executando-se algumas combinações com diferentes proporções destes agregados para obter a mistura de maior massa unitária, ou seja, menor teor vazios. O resultado ideal foi de 70 e 30%, respectivamente.

A.I.3.2 Para concreto com cimento branco

O agregado miúdo é uma areia branca quartzosa, classificada como muito fina. E, como agregado graúdo foi utilizada um granilha branca classificada com brita 1 (Tab. A.I.5).

A. I.4 Adições minerais

As adições de metacaulim e filer calcário, foram caracterizadas segundo dois testes principais: Massa Específica, a partir de um Picnometro a Gás, realizada no Laboratório de Microestrutura da Escola Politécnica da USP; e Bleine, realizado no Instituto Tecnológico do Estado de São Paulo – IPT (Tab. A.I.6).

A.I.4.1 Metacaulim

A caracterização química do Metacaulim HP Branco (coloração branco rosado) pode ser visualizada na Tab. A.I.7, apresentada pela Metacaulim do Brasil.

A.I.4.2 Filer calcário

Foi realizado ensaio de Distribuição Granulométrica por Difração a Laser no IPT, conforme apresentado na Tab. A.I.8.

Tabela A.I.1 Caracterização físico-químico do cimento CP V ARI PLUS.

	FISICOS										QUIMICOS						
	# 200	# 325	Blaine	A/C	Tempo Pega(min)		Exp. Quente	Resistência à Compressão (MPa)				CO2	PF 500 ° C	PF 1000 °C	R.Insol.	SO3	SULFETO
	NBR 11579	NBR 9202	NBR 7224		NBR 11581		NBR 11582	NBR 7215				NBR 11583	IT 22	NBR 5743	NBR 5744	NBR 5745	
	%	%	cm2/g	%	Início	Fim	mm	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	%	%	%	%	%	%
MÉDIA			4585	29,1	157	202		30,0	43,4	47,0	54,0	0,69	0,77	2,24	0,41	2,84	
MÁXIMO			4739	30,0	175	225		32,4	45,6	49,7	56,4	0,73	0,90	2,47	0,49	2,94	
MÍNIMO			4420	28,6	130	130		26,2	41,2	44,4	51,4	0,64	0,64	2,02	0,31	2,74	
DESVIO			76	0,3	10	12		1,62	1,29	1,45	1,49	0,10	0,10	0,13	0,05	0,08	
% VARIAÇÃO			1,7	1,1	6,6	5,8		5,4	3,0	3,1	2,8	12,5	12,5	5,9	13,2	2,9	

Tabela A.I.2 Caracterização físico-químico do cimento branco CPB 40.

	PF	#325 %	Blaine cm2/g	SO3	MgO	Pega (min.)		Brancura %	L ---	a - +	b - +	R3 MPa	R7 MPa	R28 MPa
						Início	Fim							
						MÉDIA	9,75							
MÁXIMO	10,40	2,41	5899,00	3,44	3,94	170,00	225,00	80,88	92,08	-0,73	4,12	33,80	38,50	48,60
MÍNIMO	9,09	1,47	4690,00	3,12	2,89	130,00	180,00	79,23	91,34	-1,36	3,54	30,20	35,50	44,40
DESVIO	0,37	0,24	215,85	0,09	0,32	11,41	12,64	0,46	0,21	0,21	0,12	0,85	0,86	1,12
% VARIAÇÃO	3,8	12,7	4,2	2,7	9,2	7,6	6,3	0,6	0,2	-20,7	3,1	2,7	2,3	2,4

Tabela A.I.3 Caracterização do aditivo superplastificante de 3° geração VISCOCRETE 3535 CB e VISCOCRET 20HE.

Aditivo	Viscocrete 3535 CB	Viscocrete 20 HE
Ação principal	Redutor de água de altíssima eficiência	Redutor de água de altíssima eficiência
Composição básica	Solução de policarboxilato em meio aquoso	Solução de policarboxilato em meio aquoso
Aspecto	Líquido	Líquido
Cor	Castalho claro	Castalho
Desidade à 25°C	1,05 a 1,10 kg/l	1,00 a 1,15 kg/l
PH	3,0 a 6,0	4,0 a 5,0
Teor de sólidos	34 a 38%	34 a 38%

Tabela A.I.4 Caracterização dos agregados usados com cimento ARI.

abertura das malhas mm	gráudo		areia rosa %
	b ₁ %	b _{1/2} %	
25	0,0	0,0	0,0
19	4,4	0,0	0,0
12,5	92,0	3,6	0,0
9,5	99,4	49,8	0,0
6,3	99,5	94,6	0,0
4,8	99,5	98,4	0,0
2,4	99,5	98,6	0,0
1,2	99,5	98,8	0,2
0,6	99,5	99,0	1,1
0,3	99,6	99,2	32,5
0,15	99,7	99,5	80,9
Fundo	100,0	100,0	100,0
Dimensão máxima característica (mm) (NBR 7217/87)	19	12,5	0,6
Módulo de finura (NBR 7217/87)	7,01	6,43	1,15
Teor de materiais pulverulento (%) (NBR 7219/87)	0,3	0,3	0,8
Massa específica aparente do agregado miúdo (g/cm ³) (Frasco de Chapman - NBR 9776/97)			2,61
Massa específica aparente do agregado gráudo (g/cm ³) (NBR NM 52)	2,64	2,64	
Massa unitária (g/cm ³) (NBR 7215/82)	1,39	1,38	1,48

Tabela A.I.5 Caracterização dos agregados usados com cimento branco.

abertura das malhas mm	b_0 %	areia branca %
25	0,0	0,0
19	0,0	0,0
12,5	0,0	0,0
9,5	10,1	0,0
6,3	94,5	0,0
4,8	99,6	0,0
2,4	99,7	0,0
1,2	99,7	0,6
0,6	99,7	5,5
0,3	99,7	45,8
0,15	99,8	93,5
Fundo	100,0	100,0
Dimensão máxima característica (mm) (NBR 7217/87)	12,5	1,2
Módulo de finura (NBR 7217/87)	6,08	1,45
Teor de materiais pulverulento (%) (NBR 7219/87)	0,2	0,2
Massa específica aparente do agregado miúdo (g/cm^3) (Frasco de Chapman - NBR 9776/97)		2,63
Massa específica aparente do agregado graúdo (g/cm^3) (NBR NM 52)	2,57	
Massa unitária (g/cm^3) (NBR 7251/82)	1,36	1,46

Tabela A.I.6 Massa Específica e Blaine das adições minerais utilizadas.

	metacaulim	filer calcário
Massa específica (g/cm ³)	2,851	2,787
Bleine (cm ² /g)	13920	3790

Tabela A.I.7 Caracterização química do Metacaulim HP Branco.

SiO ₂	52,50%	MgO	0,60%
Al ₂ O ₃	40,60%	SO ₂	<0,1%
Fe ₂ O ₃	2,40%	Na ₂ O	<0,1%
CaO	0,20%	K ₂ O	0,70%
P.F.:	2,80%	TiO ₂	1,10%

Tabela A.I.8 Ensaio de Distribuição Granulométrica por Difração a Laser do filer calcário.

Partícula µm	Volume %	Partícula µm	Volume %
0,275	0	17,378	48,15
0,417	0,16	26,303	60,02
0,631	1,57	39,811	70,85
0,955	3,63	60,256	80,8
1,445	5,55	91,201	89,54
2,188	7,73	138,038	95,72
3,311	11,04	208,93	98,65
5,012	16,46	316,228	99,47
7,586	24,82	478,63	99,77
11,482	35,87	724,436	100
Diâm. médio de Sauter		6,293µ	
Diâm. médio volume		37,379µ	