

Caracterização Estrutural e da Capacidade de Absorção de Água em Bloco de Cimento com Adição de Resíduo de Pneu (Ecobloco)

Water Absorption Capacity and Structural Characterization of Cement Block with Addition of Tire Residue (Ecobloco)

Maria da Conceição S. Gomes e José A. Figueiredo
Programa de Pós-graduação em Agroambiente do CCA /UFRR

Academia Roraimense de Ciências e Departamento de Solos e Engenharia Agrícola do CCA /UFRR
Guido N. Lopes
guido@query.in

Resumo: Foram feitas caracterizações estruturais com ensaios em corpo de prova, medidas granulométricas do resíduo, do cimento, do pó de brita e da areia, e a medida da capacidade de absorção de água em blocos de cimento (chamados de ecoblocos) com adição de 5%, 10%, 15%, 25% e 35% de resíduo de pneu, obtido por meio de raspagem de pneus automotivos inservíveis. A geometria de confecção dos ecoblocos foi projetada para serem encaixados no empilhamento vertical, requerendo o mínimo de massa de cimento para a confecção de parede de vedação.

Palavras-Chave: *Raspa de pneu, produção mais limpa, gestão de resíduo.*

Abstract: *Experiment for structural characterizations were made in test body as well as measurements of the capacity of water absorption in cement blocks (called ecoblocos) with the addition of 5%, 10%, 15%, 25% and 35% of tire residue. These additions are obtained by means of worn out tire's scratching. The ecoblocos' design was projected for them to be inserted in the vertical piling up, requesting the minimum of mortar for the construction of walls.*

Keywords: *Tire scrapes, cleaner production, residue management.*

Introdução

Estimativas indicam que no Brasil, hoje, há um passivo ambiental de mais de um bilhão de pneus inservíveis e se produz anualmente em torno de 45 milhões de pneus, dentre os quais estão os pneumáticos que não têm mais a possibilidade de reaproveitamento, como recauchutagem, recapagem e remoldagem (D'ALMEIDA e LOPES, 2007).

Atualmente os pneus são, em grande parte, descartados no ambiente, em campos, terrenos baldios, aterros sanitários, beiras de estrada, córregos ou queimados a céu aberto, e em proporções menores, reciclados, reaproveitados ou reutilizados.

Por ação da Resolução No. 258 de 26/08/1999, regulamentada pela Resolução nº 301/2003 do Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA, a reciclagem de pneumáticos inservíveis foi estimulada, e vem crescendo anualmente no (BRASIL, 1999 e 2003).

Nas regiões Sul e Sudeste, existem projetos em execução no reaproveitamento ambientalmente correto dos pneumáticos inservíveis na construção de arrecifes para criação de espécies marinhas, na construção civil, na pavimentação de rodovias, na confecção de tatames, tapetes automotivo, e também é usado como combustível em fornos e caldeiras, por exemplo, na produção de cimento o que ambientalmente não é recomendado.

Segundo as diretrizes do SENAI “(...) A eco-eficiência está baseada em três pilares: econômico, ambiental e social. Uma empresa ou um processo, para ser válido dentro dos conceitos atuais, deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justo. Cumprindo estes três pilares, estará sendo ecoeficiente e criando as condições básicas para a sua permanência no mercado. A adoção de processos de Produção mais Limpa e de Tecnologias Limpas é um instrumento eficiente e eficaz para cumprir as necessidades ambientais do desenvolvimento sustentado” (SENAI-RS, 2003).

Para (SANTOS e BORJA, 2005) foram feitos estudos experimentais em corpos de prova de concreto em três diferentes traços para análise inicial do comportamento deste novo material com relação a sua resistência à compressão e assim, obter a melhor composição da mistura visando sua futura utilização em blocos vazados de concreto com resíduo de pneu. Para as três proporções iniciais, o agregado graúdo foi substituído parcialmente pela borracha com porcentagens variando entre 5, 10 e 15%, em massa. A influência da relação água/cimento, a/c, na resistência à compressão do concreto sem e com resíduo de borracha também foi objeto do estudo, cujas relações variaram de 0,55, 0,73 e 0,91 para cada tipo de traço com as diferentes porcentagens de borracha acima citadas. O traço que apresentou o melhor valor de resistência à

compressão foi o segundo tratamento (a/c =0,91, com 5% de resíduo de borracha) com valor máximo de 7,09 MPa.

Vale ressaltar que o resíduo de pneu exerceu uma influência significativa na diminuição da resistência à compressão em todos os traços com percentuais de 10% e 15%. Com base na Lei de *Abrahms*, à medida que se eleva a relação a/c a resistência do concreto decresce exponencialmente. Nos estudos de (TOPÇU e AVCULAR, 1997), recomenda-se quantidades de até 35% de resíduo de borracha sem afetar significativamente a sua resistência mecânica, desde que o diâmetro das partículas do resíduo não ultrapasse 1 mm.

O objetivo da presente pesquisa foi a caracterizações estruturais com ensaios em corpo de prova e a medida da capacidade de absorção de água em blocos de cimento (chamados de ecoblocos) com adição de 5%, 10%, 15%, 25% e 35% de resíduo de pneu, também foram efetuados as medidas granulométricas do resíduo, do cimento, do pó de brita e da areia.

Materiais e métodos

Para a análise dos materiais agregados (areia, pó de brita e resíduo), procedeu-se a determinação da massa específica real (*chapman*), massa unitária e granulometria.

Na primeira etapa foi determinado o traço unitário, ou seja, todas as composições em relação a 1 kg de cimento.

Para determinação dos traços com 5%, 10%, 15%, 25%, 35% de resíduo de pneu foi utilizado como parâmetro à massa do pó de brita.

As moldagens dos corpos de prova, ensaio de rompimento e ensaio de absorção de água foram executados de acordo com ABNT NBR 12118:2006.

Os corpos de prova foram rompidos em 3, 7 e 28 dias de cura. Cujas dimensões foram 5x10, 10x20 e 15x30 (cm x cm).

Todos os corpos de prova foram capeados com enxofre e rompidos em prensa digital.

Foram confeccionados os ecoblocos conforme ilustrado nas Figuras 6 e 7.

Resultados e discussão



Figura 1: Ilustração do resíduo de pneu, livre de frações metálicas.

Tabela 1: Análise granulométrica do resíduo, raspa de pneu.

#	Abertura (mm)	Material Ret.(g)	Material Ret.(%)	Mat. Ret. Acum.(%)	% que passa
4	4,760	93,30	18,66	18,66	81,34
8	2,400	135,70	27,14	45,80	54,20
16	1,180	48,80	9,76	55,56	44,44
30	0,590	93,50	18,70	74,26	25,74
40	0,430	55,50	11,10	85,36	14,64
50	0,300	25,00	5,00	90,36	9,64
100	0,149	34,60	6,92	97,28	2,72
200	0,074	9,30	1,86	99,14	0,86
Fundo		2,20	0,44	99,58	0,42
Massa total (g)	497,90	99,58	Perda de massa (g)	2,10	
500,00					

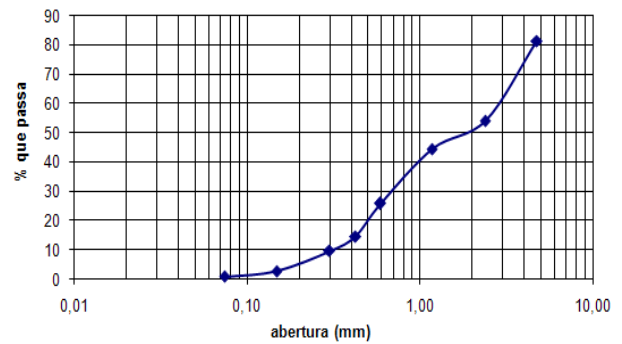


Figura 2: Curva granulométrica do resíduo, livre de frações metálicas.

O diâmetro máximo do resíduo é 4,76 mm e módulo de finura do resíduo é 2,18.

Tabela 2: Medida do módulo de finura do cimento (%).

Cimento Portland Composto CP II - Z - 32	
Massa total (g)	50
Massa residual na peneira #200 (g)	3
Módulo de finura (%)	6

Tabela 3: Medida granulométrica da areia.

#	Abertura (mm)	Material Ret.(g)	Material Ret.(%)	Mat. Ret. Acum.(%)	% que passa
4	4,760	0,87	0,09	0,09	99,91
8	2,400	4,39	0,44	0,53	99,47
10	2,000	2,29	0,23	0,76	99,25
16	1,180	22,37	2,24	2,99	97,01
30	0,590	95,87	9,59	12,58	87,42
40	0,425	200,70	20,07	32,65	67,35
50	0,297	357,62	35,76	68,41	31,59
80	0,177	291,20	29,12	97,53	2,47
100	0,149	12,10	1,21	98,74	1,26
200	0,074	9,05	0,91	99,65	0,35
Fundo		0,89	0,09	99,74	0,27
Massa total (g)	997,40	99,74	Perda de massa (g)	2,70	
1000,00					

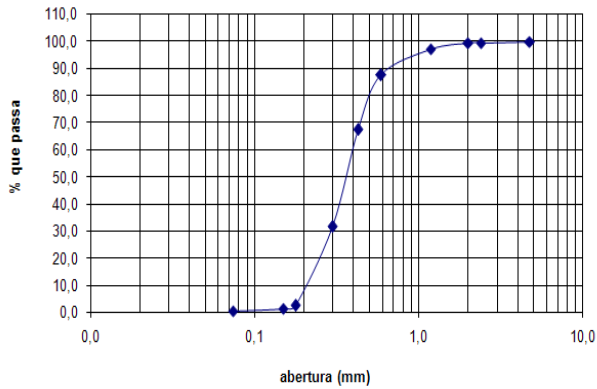


Figura 3: Curva granulométrica da areia.

O diâmetro máximo da areia é 1,18 mm e módulo de finura da areia é 3,30.

Tabela 4: Medida granulométrica do pó de brita.

#	Abertura (mm)	Material Ret.(g)	Material Ret.(%)	Mat. Ret. Acum. (%)	% que passa
4	4,760	4,01	0,20	0,20	99,80
10	2,000	721,56	36,08	36,28	63,72
16	1,180	495,72	24,79	61,06	38,94
30	0,590	313,48	15,67	76,74	23,26
40	0,425	133,44	6,67	83,41	16,59
50	0,297	87,56	4,38	87,79	12,21
100	0,149	131,48	6,57	94,36	5,64
200	0,074	58,07	2,90	97,27	2,73
Fundo		48,98	2,45	99,72	0,29
Massa total (g)	2000,00	1994,30	99,72	Perda de massa (g)	5,70

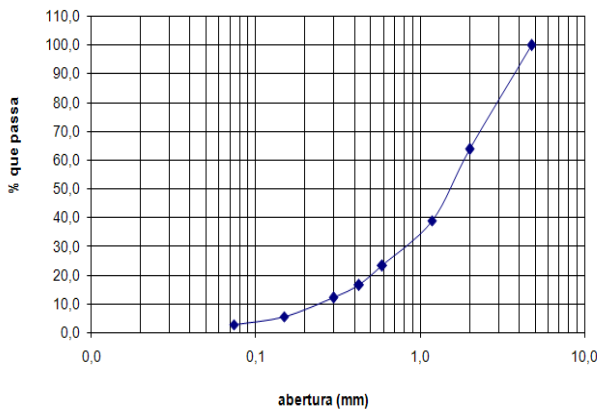


Figura 4: Curva granulométrica do pó de brita.

O diâmetro máximo do pó de brita é 4,76 mm e módulo de finura do pó de brita é 1,60.

Todas as porcentagens de resíduo utilizadas nos traços são em relação à massa do pó de brita.

Os ensaios granulométrico para agregado miúdo e graúdo, estão em conformidade com a NBR 7211:2005.



Figura 5: Ilustração dos corpos de prova utilizados.



Figura 6: Ilustração dos ecoblocos moldados e da forma de moldação.

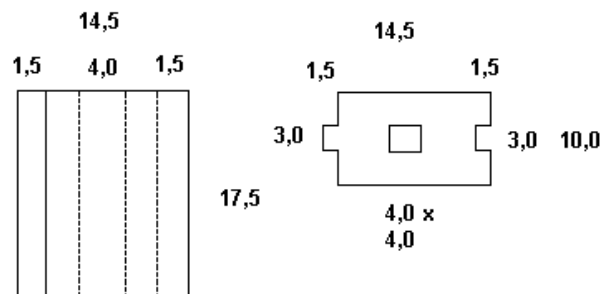


Figura 7: Diagrama das dimensões do ecobloco em cm.

Tabela 5: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova, sem resíduo de pneu, moldados em 20/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
5	3	230	1,17
10		1400	1,78
15		3320	1,88
5	7	570	2,90
10		2600	3,31
15		2330	2,97
10	28	3783	4,81

Tabela 6: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova (CP), com 5% de resíduo de pneu, moldados em 17/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
10	3	750	0,95
15		1070	1,36
10	7	1156	1,47
10	28	2920	2,65

Tabela 7: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova (CP), com 10% de resíduo de pneu, moldados em 17/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
10	3	500	0,64
10	7	920	1,17
15		1380	0,78
5	28	480	2,45
10		1520	1,94

Tabela 8: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova (CP), com 15% de resíduo de pneu, moldados em 17/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
15	3	1195	0,88
5	7	310	1,58
10		1360	1,73
15		1610	0,91
15	28	2806	1,59

Tabela 9: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova (CP), com 25% de resíduo de pneu, moldados em 18/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
10	3	655	0,83
15	7	1496	0,85
5	28	270	1,38
10		860	1,09

Tabela 10: Resultado dos ensaios de compressão nos corpos de prova, com 35% de resíduo de pneu, moldados em 18/07/07 e rompidos com 3, 7 e 28 dias de cura.

Diâmetro CP (cm)	Cura (dias)	Carga de Ruptura (kgf/cm ²)	Tensão (MPa)
5	3	365	0,46
10	7	550	0,70
15		1135	0,64
10	28	556	0,74

Tabela 11: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos sem resíduo de pneu.

	Massas unitárias dos agregados (g/cm ³)	Massas específicas reais (g/cm ³)
Areia	1,52	2,63
Pó de brita	1,41	2,63

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	2,00	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)			6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	85,00	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)			277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	30,70	6,4	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)			100	

Dados das padiolas utilizadas no traço

Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 19,10
Cimento	Areia	Pó de brita
Saco de 42,50 kg	2	2

Tabela 12: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos com 5% de resíduo de pneu.

Massas unitárias dos agregados (kg/dm ³)	Areia	1,52
	Pó de brita	1,41
	Resíduo	0,32

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	1,90	0,10	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	80,75	4,25	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	29,14	1,53	6,44	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)				100	

Traço para moldagem de 6 corpos de provas de diâmetro 15,00 cm

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
8,00	24,8	15,2	0,80	3,36	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				52,16	

Dados das padiolas utilizadas nos traços

Dimensões (cm) L = 30,00 e C = 40,00			H = 11,10
Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 8,10	
Cimento	Areia	Pó de brita	Resíduo
Saco de 42,50 kg	2	2	1

Tabela 13: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos com 10% de resíduo de pneu.

Massas unitárias dos agregados (kg/dm ³)	Areia	1,52
	Pó de brita	1,41
	Resíduo	0,32

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	1,80	0,20	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	76,50	8,50	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	27,61	3,07	6,44	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)				100	

Traço para moldagem de 6 corpos de provas de diâmetro 15,00 cm

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
8,00	24,80	14,40	1,60	3,36	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				52,16	

Dados das padiolas utilizadas nos traços

Dimensões (cm) L = 30,00 e C = 40,00				H = 36,64
Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 18,10		
Cimento	Areia	Pó de brita	Resíduo	
Saco de 42,50 kg	2	2	1	

Tabela 14: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos com 15% de resíduo de pneu.

Massas unitárias dos agregados (kg/dm ³)	Areia	1,52
	Pó de brita	1,41
	Resíduo	0,32

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	1,70	0,30	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	72,25	12,75	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	26,10	4,60	6,44	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)				100	

Traço para moldagem de 6 corpos de provas de diâmetro 15,00 cm

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
8,00	24,80	16,60	2,40	3,36	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				52,16	

Dados das padiolas utilizadas nos traços

Dimensões (cm) L = 30,00 e C = 40,00				H = 33,00
---	--	--	--	-----------

Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 16,30	
Cimento	Areia	Pó de brita	Resíduo
Saco de 42,50 kg	2	2	1

Tabela 15: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos com 25% de resíduo de pneu.

Massas unitárias dos agregados (kg/dm ³)	Areia	1,52
	Pó de brita	1,41
	Resíduo	0,32

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	1,50	0,50	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	63,75	21,25	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	23,10	7,67	6,44	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)				100	

Traço para moldagem de 6 corpos de provas de diâmetro 15,00 cm

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
8,00	24,80	12,00	4,00	3,36	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				52,16	

Dados das padiolas utilizadas nos traços

Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 14,40	H = 27,00
Cimento	Areia	Pó de brita	Resíduo
Saco de 42,50 kg	2	2	2

Tabela 16: Características físicas do traço para a confecção dos ecoblocos com 35% de resíduo de pneu.

Massas unitárias dos agregados (kg/dm ³)	Areia	1,52
	Pó de brita	1,41
	Resíduo	0,32

Traço unitário (kg)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
1,00	3,10	1,30	0,70	0,42	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				6,52	

Traço para saco de 42,50 kg de cimento

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
42,50	131,75	55,25	29,75	17,85	a/c 0,42
MASSA TOTAL (kg)				277,10	

Traço utilizado (%)

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
15,30	47,50	19,94	10,74	6,44	a/c 0,42
MASSA TOTAL (%)				100	

Traço para moldagem de 6 corpos de provas de diâmetro 15,00 cm

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de brita (kg)	Resíduo (kg)	Água (L)	Razão
8,00	24,80	10,40	5,60	3,36	a/c

MASSA TOTAL (kg)	52,16	0,42
------------------	-------	------

Dados das padrolas utilizadas nos traços

Dimensões (cm) L = 35,00 e C = 45,00	H = 27,50	H = 24,80	H = 25,00
Cimento	Areia	Pó de brita	Resíduo
Saco de 42,50 kg	2	1	3

Tabela 17: Resultados dos ensaios de absorção de água, obtidos 03/12/07, em ecobloco com 10 % de resíduo.

Repetição	Massa seca (kg)	Massa úmida (kg)	Absorção (%)
1	3,04	3,10	1,97
2	3,02	3,06	1,32
3	3,02	3,04	0,66
Média geral	3,02	3,06	1,31 %

Com relação à trabalhabilidade da mistura não foi feito o ensaio de abatimento de tronco de cone ou *slump test* a fim de classificar a mistura. O ensaio VEBE para concretos secos, também não foi realizado.

O processo de fabricação dos ecoblocos é artesanal tipo manual, fase inicial de uma possível mecanização do fabrico dos ecoblocos.

A escolha de $a/c=0,42$ está associada à melhor plasticidade da mistura, pois quanto menor a relação a/c , a mistura torna-se menos plástica, principalmente na faixa de 0,35 a 0,50, em média, necessitando adição de aditivos para melhorar a trabalhabilidade da mistura durante a confecção de pré-moldados.

A execução de ensaio de resistência à compressão em corpo de prova cilíndrico é adequada na fase inicial da caracterização, ver Tabelas 6 a 17, pois permite a caracterização da resistência à compressão da mistura, mas não permite perceber o comportamento, mais realístico, estrutural dos ecoblocos. O que deve ser feito, com o próprio ecobloco em prensa hidráulica, bastando para isso adaptar placas metálicas com espessura de 25,4 mm ou mais, de forma a permitir a distribuição uniforme da carga fornecida pela prensa ao ecobloco.

Os corpos de provas cilíndricos de 5 cm x 10 cm são mais adequados para ensaios de resistência à compressão de cimento, mas foi utilizado com comparativo. Assim como os de 15 cm x 30 cm. Os com dimensões 10 cm x 20 cm são mais adequados para a realização dos ensaios, pois a escolha das dimensões dos corpos de provas é feita em função do diâmetro característico do agregado graúdo.

As únicas séries com corpos de provas ensaiados em todas as idades foram a de corpo de prova de 10 cm x 20 cm para um percentual de 5% e 10% de resíduo de pneu.

Não foram feitos os ensaios de absorção para misturas de 5%, 15%, 25% e 35%.

Conclusões

Com base nos procedimentos estabelecidos pelas normas ABNT NBR o resultado que melhor traduz a

razão custo benefício foi o traço com 10% de resíduo de pneu para a finalidade a que se propõe o ecobloco de vedação.

Em conformidade com as ABNT NBR 6136:2006 e 12118:2006. O ecobloco com 10% de resíduo apresenta um teor de absorção de água satisfatório para as exigências de construção de parede de vedação.

Agradecimentos

A coordenação do Laboratório de Maco e Meso do CEFET-RR, pelo apoio institucional quanto à realização dos ensaios e a utilização dos equipamentos.

Ao professor Francisco Hélio Caetano Pessoa, pelas discussões metodológicas quanto à realização da pesquisa.

Marcos Dione do Mann Oliveira, técnico em edificações e análise de matérias e solos, e Jose Castro Lima, técnico em edificações e manutenções de obras prediais, pela preparação e realização dos ensaios.

Literatura Científica Citada

D'ALMEIDA, V.O. e LOPES, G.N. A Contabilidade Ambiental x Produção Mais Limpa: Uma proposta de IPI ambiental no contexto das indústrias produtoras de asfalto a base de borracha de pneus. Rev. Cathedral, vol 4. no.1, (no prelo), 2007.

ABNT NBR 6136:2006 sobre Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Requisitos.

ABNT NBR 12118:2006 sobre Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Métodos de Ensaio.

ABNT NBR 5739:2007 sobre concreto – ensaio de compressão de corpo de prova cilíndrico.

ABNT NBR 7211:2005 sobre as faixas granulométricas para agregado miúdo e graúdo.

BRASIL Resolução CONAMA No. 258 de 26/08/1999.

BRASIL Resolução CONAMA No. 301 de 26/08/2003.

SENAI. RS. Questões ambientais e Produção mais Limpa. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 126 p. il. (Séries Manuais de Produção mais Limpa).

SANTOS, E.A. e BORJAS, E.V. Investigação experimental de traços para blocos de concreto para alvenaria de vedação com adição de resíduos de pneus reciclados. Hólos, Ano 21, 54-64, 2005.

TOPÇU, I. B., e AVCULAR, N. Analysis of Rubberized Concrete as a Composite Material. Cement and Concrete Reseach. USA, 1997.

Recebido e aceito para publicação em 10/10/07.