



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

EIXO TEMÁTICO:

- () Arborização e Florestas Urbanas
- () APP Urbana
- () Arquitetura da Paisagem
- () Infraestrutura Verde
- () Jardins, Praças e Parques
- (X) Tecnologia e Bioconstrução
- () Urbanismo Ecológico

Estudo da Dosagem de Concreto com Adição de Resíduo de Borracha de Pneu

Concrete Dosage Study with the Addition of Tire Rubber Residue

Estudio de Dosificación de Cemento con la Adición de Residuos de Caucho de Neumáticos

Antonio Carlos Mauri Frade

Discente, UNESP, Brasil
acmaurifrade@gmail.com

Leopoldo Firmino Crippa

Discente, UNESP, Brasil
lfcrippa@gmail.com

José Luiz Pinheiro Melges

Docente, UNESP, Brasil
jlmelges@dec.feis.unesp.br



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

RESUMO

A busca por novos materiais cresce à medida que buscamos tornar o modo produtivo mais sustentável e diminuir as alterações que vem ocorrendo em nosso planeta. Neste sentido, o resíduo de borracha de pneu no concreto surge como uma alternativa, por ser um material gerado em abundância e por proporcionar ao concreto uma maior capacidade de deformação. O presente trabalho buscou a incorporação do resíduo de borracha de pneu no concreto como uma alternativa para atenuar impactos ambientais e avaliar o método de dosagem de Díaz (1998), que busca obter para uma determinada resistência o menor consumo de cimento. Avaliou-se o método de dosagem de Díaz (1998), buscando-se obter uma resistência à compressão de 25 MPa aos 28 dias, com a substituição de 10% de resíduo de borracha de pneu em relação ao volume de agregado miúdo. Realizaram-se os diversos experimentos do método de Díaz e chegou-se ao traço final para a confecção dos corpos-de-prova. Obteve-se uma resistência um pouco menor (8,7%) do que a desejada aos 28 dias, pelo fato da borracha causar uma diminuição da resistência à compressão e o método de dosagem ter todos seus parâmetros de cálculo tendo como referência areia e brita como agregados.

PALAVRAS-CHAVE: Dosagem. Concreto. Resíduo de borracha de pneu.

The search for new materials grows as we seek to make more sustainable productive way and reduce the changes that have occurred on our planet. In this way, the rubber tire residue in the concrete comes as an alternative, because it is a material generated in abundance. Moreover, the residue can provide the concrete a higher deformation capacity. This study sought the incorporation of rubber tire residue in concrete as an alternative to decrease environmental impacts and evaluate the dosage method of Díaz (1998), which seeks to obtain a higher resistance with the lower cement consumption. We evaluated the dosage method Diaz (1998), seeking to obtain a compressive strength of 25 MPa after 28 days by replacing 10% of tire rubber residue relative to the volume of fine aggregate. We conducted various experiments about Diaz method to obtain the final dosage. There was obtained a somewhat lower compression strength (8.7%) than the desired to 28 days, because the tire rubber residue cause a reduction in the compressive strength and the method of Díaz has the parameters calculated in reference to sand and gravel as aggregate.

KEYWORDS: Dosage. Concrete. Tire rubber residue.

La búsqueda de nuevos materiales crece a medida que tratamos de hacer de manera productiva más sostenible y reducir los cambios que han ocurrido en nuestro planeta. A este respecto, el residuos de caucho de neumáticos en el hormigón es una alternativa, como un material generado en abundancia, y para proporcionar el hormigón una capacidad de deformación superior. Este estudio trata de la incorporación de residuos de caucho de neumáticos en el hormigón como una alternativa para mitigar los impactos ambientales y evaluar el método de dosificación Díaz (1998), que trata de obtener para una resistencia dada la menor consumo de cemento. Se evaluó el método de dosificación de Díaz (1998), en busca de una resistencia a la compresión de 25 MPa después de 28 días mediante la sustitución de 10% residuos de caucho de neumáticos en relación con el volumen de agregado fino. Hemos llevado a cabo varios experimentos método Díaz y llegó hasta el tablero final para la fabricación de los cuerpos de la pieza de ensayo. Se obtuvo una resistencia algo menor (8,7%) que los deseados 28 días, debido a que el caucho de causar una reducción en la resistencia a la compresión y el método de determinación que tiene todos sus parámetros de cálculo con referencia a la arena y la grava como agregado.

Palabras clave: Dosificación. Hormigón. Residuos de caucho de neumáticos.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

INTRODUÇÃO

O concreto tem como propriedades a elevada durabilidade e versatilidade em assumir diferentes formas e, por isso, pode ser utilizado de diversos modos, tornando-o um material amplamente empregado e estudado atualmente. Porém, o concreto também apresenta algumas desvantagens, tais como a baixa resistência à tração, o peso próprio elevado e o comportamento frágil na ruptura. Por isso, busca-se novos materiais que possam ser incorporados ao concreto buscando diminuir as suas deficiências.

Com relação aos pneumáticos, estes materiais são produzidos em grandes quantidades e não apresentam um descarte correto. Segundo Kamimura (2002), a disposição final dos pneus representa um problema de difícil solução. Por possuir uma degradação lenta, o descarte inadequado dos pneus inservíveis em aterros sanitários tem acarretado prejuízos à natureza, pelo fato dos pneus serem combustíveis que queimam em altas temperaturas, além de contribuírem para contaminação dos solos e lençóis d'água e para a proliferação de insetos e roedores. Por esses motivos, criou-se em 2007 a Reciclanip, entidade que cuida das ações de coleta e reciclagem. A reciclagem do pneu por meio da remoldagem aumenta sua vida útil em, aproximadamente, 40% e gera como resíduo raspas de borracha que, segundo Freitas (2007), podem ser utilizadas como matéria-prima barata pela indústria da construção civil.

Segundo Martins (2005), durante o processo de recauchutagem, o restante da banda de rodagem se transforma em pequenas partículas com forma e granulometria diversas, que são denominados resíduos de borracha de pneu.

Esse resíduo pode melhorar algumas limitações do concreto, como, por exemplo, baixa resistência à tração, elevado peso próprio, facilidade de fissuração e pode contribuir na redução do aparecimento de fissuras originadas pela retração plástica do concreto.

Diversas pesquisas feitas com a inclusão do resíduo de borracha no concreto vêm demonstrando que o resíduo provoca uma diminuição da resistência mecânica à compressão e um aumento do teor de ar incorporado. Batayneh et al. (2008) afirmam que os resultados para os concretos com adição de resíduos de borracha são limitantes quando o que se busca é somente a resistência à compressão. No entanto, ao analisar as curvas tensão-deformação desses concretos, os autores verificaram acréscimos de energia plástica, indicando um aumento da capacidade do material para suportar cargas mesmo após a formação de fissuras.

Fazzan (2011) desenvolveu uma nova dosagem, na qual, o resíduo foi adicionado ao final das misturas, o que trouxe acréscimos nos valores da resistência à tração e do módulo de elasticidade, além de reduzir o teor de ar incorporado se comparado com a inserção do resíduo no início da mistura. Essa diminuição na quantidade de ar incorporado pode ser explicada pela redução do tempo de mistura da borracha com os outros componentes do concreto, já que o formato alongado do resíduo (tipo fibra) tem influência na capacidade de reter ar no interior das misturas.

Com relação ao método de dosagem de Díaz (1998), este foi criado pelas limitações dos métodos tradicionais em abordar questões como a forma das partículas dos agregados, levando-se em consideração apenas a curva granulométrica ideal. Essas limitações levam a um



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

excessivo consumo de cimento e alterações nas propriedades mecânicas do concreto. Com o novo método de dosagem, valorizou-se também a forma dos agregados, possibilitando uma nova maneira de se combinar os agregados.

Os principais objetivos de Díaz (1998) ao elaborar o novo método foram conseguir a máxima economia de cimento e não estabelecer regras gerais para a dosagem, mas sim uma nova metodologia que leva em conta as condições do lugar e o material disponível. Deste modo, propôs-se, neste trabalho, a produção e análise das propriedades de corpos de prova de concreto 10 cm x 20 cm com substituição de 10% de resíduo de borracha em relação ao volume de agregado miúdo.

OBJETIVOS

Neste trabalho, propôs-se utilizar e avaliar o método de Díaz (1998), visando-se a máxima economia de cimento e obter uma resistência de 25 MPa aos 28 dias e a realização de ensaios de compressão, tração por compressão diametral e módulo de elasticidade para avaliar o comportamento do concreto com adição de resíduo de borracha de pneu aos 7 e 28 dias.

METODOLOGIA

Dosagem de Concreto – Vitervo O’Reilly Díaz (1998)

O método utilizado neste experimento foi o de Díaz (1998), que se baseia no melhor empacotamento dos materiais e, portanto, menor porcentagem de vazios.

O método consiste em se realizar experimentos buscando-se obter os parâmetros tabelados para se determinar o traço final ótimo.

Primeiramente, busca-se determinar a porcentagem de vazios e as superfícies específicas mínimas que indicarão a composição ótima dos agregados. Para isso, ensaiou-se os agregados com as seguintes proporções em massa de areia+borracha e brita, respectivamente: 35:65, 40:60, 45:55, 50:50, 55:45.

Foi realizado um experimento prévio e foi constatado que um volume de 10% de borracha em substituição ao agregado miúdo (areia), corresponde a 4,45% em massa.

Utilizando-se a NBRNM 45, determinou-se a massa unitária compactada (MCU) para cada uma das misturas. Um corpo cilíndrico de 15x30 cm foi utilizado para realizar o ensaio, e misturaram-se os materiais nas suas devidas proporções em uma carriola. Em seguida, encheu-se o corpo cilíndrico até 1/3 de sua altura e compactou-o com 25 golpes, e então este procedimento é repetido até encher totalmente o corpo de prova, conforme mostra a figura 1. Este procedimento foi repetido 1 vez para cada proporção em massa.



Figura 1: agregados no ensaio de massa unitária compactada



Fonte: do próprio autor

O valor da massa unitária compactada é obtida pela Equação 1:

$$MUC_m = \frac{\text{Peso médio}}{\text{Volume do recipiente}} \quad (\text{Equação1})$$

Para o caso do recipiente cilíndrico 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, obtém-se a Equação 2:

$$MUC_m = \frac{\text{Peso médio}}{0,0053} \quad (\text{Equação2})$$

Onde:

MUC_m : massa unitária compactada (kg/m^3)

peso médio: peso médio das medidas das misturas dos agregados (Kg)

O próximo passo foi determinar a massa específica absoluta da mistura dos agregados. Para isto, fez-se a caracterização dos materiais e, com esses dados, calcularam-se as massas específicas absolutas da areia, da brita e da borracha. Substituindo-se esses valores, temos a Equação 3:

$$MEA_m = \frac{2617*\%A+2950*\%Brita+1090*\%borracha}{100} \quad (\text{Equação3})$$



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Calculou-se então a massa específica absoluta para cada mistura de agregados. Com esse valor e com a massa específica compactada, determinou-se a porcentagem de vazios da mistura pela seguinte fórmula:

$$\%V = \left(\frac{MEAm - MECm}{MEAm} \right) * 100 \quad (\text{Equação4})$$

Com a porcentagem de vazios para cada proporção de agregados, fez-se um gráfico de “Mistura agregado miúdo + Mistura agregado graúdo em porcentagem X porcentagem de vazios”, e selecionou-se a combinação que proporcionasse o menor índice de vazios como sendo a combinação ótima para composição do concreto.

Após a determinação desses parâmetros, confeccionou-se um traço qualquer de concreto que foi utilizado para o cálculo do traço final ótimo. Para esse traço inicial, fixou-se uma relação água/cimento inicial de 0,315 com um consumo de cimento de 444,7 kg para confecção de 1 m³ de concreto. Foi utilizado também nessa mistura um aditivo superplastificante a fim de se obter a consistência desejada para o concreto. Foi confeccionado o traço com os materiais descritos, adicionando-se quantidade de água e de aditivo aos poucos, até que se chegasse à consistência desejada (10±1 cm).

A seguir, moldaram-se 3 corpos-de-prova para ruptura aos 7 dias e 5 corpos-de-prova para ruptura aos 28 dias. Esses dados foram utilizados para a determinação do coeficiente “A” do agregado graúdo.

Com os valores do ensaio de compressão do traço inicial, fez-se uma média dos valores de resistência aos 28 dias, e utilizando-se também, o valor da resistência à compressão aos 28 dias do cimento utilizado (indicado pelo fabricante), pode-se obter a característica “A” do agregado graúdo pela Equação 5:

$$A = \frac{R_b}{R_c * (M_1 * V + M_2)} \quad (\text{equação5})$$

Onde:

A: característica do agregado graúdo;

R_c: resistência à compressão do cimento aos 28 dias, em MPa;

M₁ e M₂: Valores tabelados, dependem da consistência do concreto;

V: valor dependente da relação água-cimento;

R_b: resistência obtida dos corpos-de-prova aos 28 dias.

Os valores de M1 e M2, assim como de V, são valores tabelados e fornecidos pelo autor.

Durante a confecção do traço inicial, utilizou-se uma quantidade de cimento determinada pela experiência. Pela Equação 6, determinou-se o valor de V para a resistência à compressão desejada.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

$$V = \frac{R_b \cdot M_2}{R_c \cdot A \cdot M_1} \quad (\text{equação 6})$$

Onde:

V: valor dependente da relação água-cimento;

R_b: resistência à compressão que se quer obter do concreto (MPa);

R_c: resistência do cimento à compressão;

M₁ e M₂: valores dependentes da consistência do concreto;

A: característica do agregado graúdo.

Com o valor de V, buscou-se nas tabelas dadas por Díaz (1998), e encontrou-se o valor de w. Com isso, pode-se determinar exatamente a quantidade de cimento requerida para o traço final, pela equação 7.

$$c = \frac{a}{w} \quad (\text{equação 7})$$

Onde:

c: quantidade de cimento em Kg;

a: quantidade de água em litros;

w: relação água-cimento da tabela 7.

RESULTADOS

Determinação da relação ótima dos agregados

Realizada a caracterização dos agregados, foi possível realizar o ensaio de massa unitária compactada e determinar a porcentagem de vazios, utilizando-se as fórmulas descritas na metodologia.

Foi realizado o ensaio de massa unitária compactada (MUCm) para as seguintes proporções de areia+borracha e brita:

35:65; 40:60; 45:55; 50:50; 55:45

Realizando o ensaio, foram obtidos os seguintes resultados de MUCm, mostrados no Quadro 1.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Quadro 1: Dados do ensaio de massa unitária compactada

Proporção das misturas			Medidas(Kg)			MUCm (Kg/m ³)
Brita(%)	Areia(%)	Borracha(%)	1	2	Média	
65	30,55	4,45	10,545	10,360	10,45	1971,69
60	35,55	4,45	10,620	10,730	10,68	2015,09
55	40,55	4,45	10,710	10,550	10,63	2005,66
50	45,55	4,45	10,340	10,460	10,40	1962,26
45	50,55	4,45	10,180	10,110	10,15	1915,94

Fonte: do próprio autor.

Com esses dados, calculou-se então a massa específica absoluta dos agregados (MEAm). Os resultados são apresentados no Quadro 2:

Quadro 2: Cálculo da massa específica absoluta da mistura

Misturas			MEAm(Kg/m ³)
Brita(%)	Areia(%)	Borracha(%)	
65	30,55	4,45	2765,5
60	35,55	4,45	2748,9
55	40,55	4,45	2732,2
50	45,55	4,45	2715,6
45	50,55	4,45	2698,9

Fonte: do próprio autor

Com os valores de massa unitária compactada e com as massas específicas absolutas dos agregados, foi possível obter os valores de vazios das misturas, mostrados no Quadro 3.

Quadro 3: Porcentagem de vazios das misturas dos agregados

Misturas		%V
Areia +Borracha(%)	Brita(%)	
35	65	28,7
40	60	26,7
45	55	26,6
50	50	27,7
55	45	29,0

Fonte: do próprio autor.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

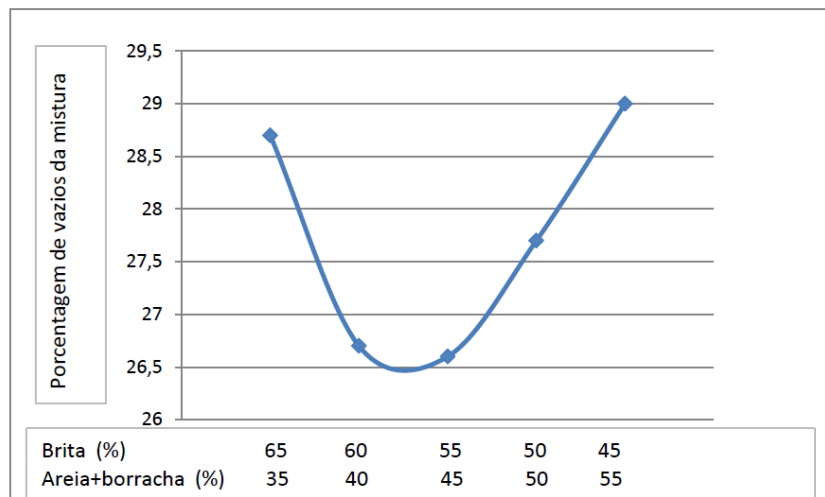
26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Com esses valores, construiu-se o gráfico mostrado na Figura 7.

Figura 2: porcentagem de vazios da mistura.



Fonte: do próprio autor

Pela Figura 2, pode-se obter que a proporção ótima é, de 42:58 em massa de areia mais borracha e brita. Com essas proporções, foi feito um traço inicial de concreto para obter a resistência média à compressão aos 28 dias que, posteriormente, foi usada nos cálculos do método de Díaz.

Ensaio

Com a proporção ótima entre os materiais, confeccionou-se os corpos de prova do traço inicial para ruptura aos 7 e 28 dias. A proporção de 42:58, em massa de areia mais borracha e brita, correspondeu a uma proporção de 43,6:56,4, em volume dos mesmos. O traço utilizado para confecção dos corpos-de-prova é mostrado na Figura 3.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Com o valor da resistência à compressão aos 28 dias, foi determinar a característica “A” dos agregados, que é mostrado a seguir:

$$A = \frac{38}{32(4,019*0,5016+0,3572)} = \mathbf{0,500}$$

Determinada a característica “A” do agregado e buscando-se uma resistência à compressão aos 28 dias de 25MPa, com um abatimento de 10cm, obteve-se o valor de V do método de Díaz (1998).

$$V = \frac{\frac{25}{32*0,5} - 0,3572}{4,0219} = \mathbf{0,2997}$$

Com este valor de V, volta-se à tabela fornecida por Díaz (1998), e obtém-se o valor de w correspondente a 0,5. Com isso, tem-se que:

$$c = 140/0,5 = 280 \text{ kg/m}^3$$

Com o valor do consumo de aglomerante para o traço final desejado, voltou-se à planilha mostrada na figura e substituiu-se esse valor, mantendo-se a relação a/c=0,5 e a relação ótima entre os agregados, obtendo-se o traço final ótimo conforme o método de Díaz (1998), mostrado na figura 4.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Figura 4: Traço final do concreto para confecção de corpos-de-prova

Laboratório CESP de Engenharia Civil		Laboratório CESP de Engenharia Civil LCEC ISO 9002		CESP Companhia Energética de São Paulo		
APLICAÇÃO: Antonio Carlos Mauri Frade		Data: 18/05/2016		Calculado por:		
1 min + 3 min + 3 min + 5 min						
Relação (1:m)	1: 8,35					
Teor de Argamassa Seca	49,60					
Volume de Argamassa (%)	57,4					
	VOLUME	PESO				
AR	15,0					
AGREGADO	754,7					
AGLOMERANTE	90,3	280,0				
ÁGUA	140,0	140,0				
TOTAL	1000,0					
CIMENTO		Itaú CP II Z 32				
Silica						
AGREGADO Graúdo		B 1 - Pedreira Três Fronteiras				
AGREGADO Miúdo		Areia Natural - Porto N. Sra. Aparecida				
SLUMP (cm)		10±1 cm				
AR (%)						
A/C		Aditivos		Polifuncional		
A/C Equivalente		0,500		Superplastificante		
				Sika 3535		
				Incorporador de Ar		
		Retard.	Super.	Incorp.		
% Volume Comb.		0,500				
Componentes				56,4 43,6		
% Vol. Agregado				B1 Areia Res Cim. Água		
Volume por M3				56,4 39,2 10,0 100,0		
Densidade S.S.S.				425,9 295,9 32,9 90,3 140,0		
Peso S.S.S. por M3				2,890 2,600 1,09 3,10 1,00		
Absorção %				1230,8 769,4 35,8 280,0 140,0		
Umidade %				1,24 0,38		
Água Livre %				1,05 0,40		
Peso de Água Livre				0,19 -0,02		
Peso por M3		1,400		2,3 -0,2 2,2 1,6		
Peso por M3				1228,5 769,5 35,8 280,0 141,6		
Conversões:						
60 L		84,000		73,71 46,17 2,15 16,80 8,50		

Fonte: próprio autor

Para que se chegasse à consistência desejada, utilizou-se toda a quantidade de água, e 0,50% de aditivo em relação à massa de cimento.

Com o novo traço pronto, confeccionou-se 60 L deste novo concreto, moldando-se corpos de prova para ensaios de compressão axial, tração, módulo de elasticidade aos 7,28 dias. O ensaio de absorção foi realizado apenas para 28 dias. A consistência obtida foi de 10,3±0,5 cm.

Os resultados para os ensaios dos corpos de prova de 7 e 28 dias estão apresentados no quadro 4.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

Quadro 4: Resultados dos ensaios realizados aos 7 e 28 dias para o traço final

Ensaio Traço	Resistência à Compressão (MPa)		Resistência à Tração (MPa)		Módulo de Elasticidade (MPa)		Absorção (%)
	7 Dias	28 Dias	7 Dias	28 Dias	7 Dias	28 Dias	28 Dias
B2 – Z 32	16,73	21,89	3,13	4,22	19721,03	24450,28	5,60
	18,54	23,21	2,45	3,84	18049,40	25326,63	5,85
	17,92	23,32	3,42	4,51	20844,88	23685,97	5,40
	17,43	22,74	3,03	4,36	21405,08	23248,85	5,65
	18,19	22,96	3,62	4,75			
Média	17,76	22,82	3,13	4,34	20005,10	24177,93	5,63

Fonte: do próprio autor.

CONCLUSÃO FINAL

O objetivo deste trabalho consistiu em se avaliar o método de dosagem de O'Reilly Díaz para se obter o menor consumo de cimento para um concreto com resistência à compressão de 25 MPa e a viabilidade do uso de um material alternativo (resíduo de borracha de pneu) como parte do agregado miúdo.

A caracterização dos materiais foi feita e utilizada para as determinações da relação ótima dos agregados, da característica 'A' do agregado graúdo e da dosagem do concreto. Para a relação ótima dos agregados foi encontrado uma proporção de 42 :58 de borracha+areia e brita, respectivamente. Com essa proporção em massa, e utilizando-se os dados da caracterização dos materiais, foi possível determinar o traço inicial que seria feito para a confecção de corpos-de prova a serem ensaiados aos 7 e 28 dias. O abatimento médio foi de 10,5 cm, tendo sido utilizado um aditivo superplastificante.

Com o valor da resistência aos 28 dias do traço inicial, e utilizando-se das equações e tabelas do método de Díaz (1998), obteve-se o traço final desejado. Foram ensaiados corpos de prova aos 7 e 28 dias e percebeu-se que foi obtida uma resistência à compressão, aos 28 dias, um pouco menor que a desejada (8,7%). Isso pode ser explicado pelo fato do método de Díaz ser feito apenas para areia e brita. Nesse experimento, foi inserida a borracha, e sabe-se de diversas literaturas que, para o mesmo consumo de cimento, o uso do resíduo de borracha causa um decréscimo da resistência à compressão.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu orientador, professor Doutor José Luiz Pinheiro Melges, por todos os ensinamentos passados, ao CNPQ pela bolsa concedida e aos amigos do grupo MAC (materiais alternativos de construção) por toda ajuda e amizade durante o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIP, Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. **Reciclanip apresenta balanço do primeiro quadrimestre de 2011**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBRNM 45: agregados - determinação da massa unitária, massa unitária compactada e seca e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.

BATAYNEH, M. K.; MARIE, I.; ASI, I. **Promoting the use of crumb rubber concrete in developing countries**. *Waste Management*, Oxford, v. 28, n. 11, p. 2171-2176, 2008.

Díaz, V. O. **Método de dosagem de concreto de elevado desempenho**. São Paulo: Pini, 1998. 122 p.

FAZZAN, J. V.. **Comportamento estrutural de lajes pré-moldadas treliçadas com adição de resíduo de borracha de pneu**. 2011. 176p. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Departamento de Engenharia Civil, - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2011.

FREITAS, C. **Estudo do desempenho mecânico de concreto com adição de partículas de borracha para aplicação como material de reparo em superfícies hidráulicas**. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia – PIPE (Engenharia e Ciência dos Materiais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

KAMIMURA, E. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. 2002. 127 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.



Construção de Cidades Verdes

III Encontro Técnico e Científico

26 e 27 de Outubro de 2016

ISBN 978-85-68242-26-1

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

MARTINS, I. R. F. **Concreto de alto desempenho com adição de resíduos de borracha de pneu.** 2005. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.