



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008
Setembro / 2008
ISBN 978-85-98576-13-8
@ 2008 - IBRACON



Concreto estrutural branco produzido com agregados de calcário dolomítico da Região Metropolitana de Curitiba

Structural white concrete produced with dolomitic limestone aggregates from Curitiba Metropolitan Region

Alcécuro Santana (1); Flaviane Vetterlein (1); Tatiane Bortolan (1); Maurício Bianchini (2); Sandro Mendes (3)

(1) *Graduandos em Tecnologia em Concreto - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – e-mail: concretobranco@gmail.com*

(2) *Eng. Coordenador de Tecnologia Região Sul – Engemix – e-mail: mauriciobianchini@engemix.com.br*

(3) *Professor MSc.- Universidade Tecnológica Federal do Paraná – e-mail: sandromendes@utfpr.edu.br*

Resumo

Ante a necessidade de adequar o concreto aparente ao apelo estético de projetos audaciosos e inovadores, o concreto de cimento Portland branco estrutural é uma nova tendência dentro da tecnologia da construção civil. O controle das variáveis que determinam a cor no concreto de cimento Portland branco faz a busca de um agregado com tonalidade clara fator essencial para produção do material. Uma avaliação prévia feita entre areias naturais e o agregado de calcário dolomítico revelou que seu emprego seria um facilitador para obter uma mistura com os parâmetros estéticos desejados. O programa experimental foi elaborado para caracterizar o comportamento mecânico do concreto de cimento Portland branco produzido com agregado dolomítico encontrado na região de Curitiba, utilizando-se quatro diferentes traços de concreto, que foram ensaiados à compressão simples e à absorção de água por capilaridade, em idades distintas e uma avaliação de reflectância com o objetivo de efetuar uma análise estética da superfície dos concretos produzidos com três tipos de fôrmas. Os testes mostraram que as misturas são eficientes quanto às exigências mecânicas de um concreto estrutural, sem prejuízo da cromacidade. Os resultados permitiram concluir a eficiência no uso do calcário dolomítico utilizado como agregado graúdo e miúdo na produção de concreto estrutural de cimento Portland branco, sendo também uma alternativa de menor impacto na degradação do meio ambiente frente ao processo convencional de extração de areia natural.

Palavra-Chave: cimento Portland branco estrutural; desempenho mecânico; agregado dolomítico.

Abstract

Due to the need to adapt the apparent concrete to the aesthetic appeal of daring and innovative projects, the structural white Portland cement concrete is a new tendency inside of the technology of the building site. The control of the variables that determine the color in the concrete made with the white Portland cement makes the search of an aggregate with clear shade, an essential factor for production of the material. A previous evaluation done among natural sands and the aggregate of dolomitic limestone revealed that its use would be a facilitator to obtain a mixture with the aesthetic parameters required. The experimental program was elaborated to characterize the mechanical behavior of the concrete made of white Portland cement produced with dolomitic aggregate found in the metropolitan region of Curitiba. Four different mixtures of concrete were produced to evaluate compressive strength and water capillarity absorption, in distinctive ages; in addition, a reflectance (reflection factor) evaluation was held to making an aesthetic analysis of concretes' surface produced with three types of molds. The tests showed that the mixtures are efficient for the mechanical demands of a structural concrete, without compromising its chromaticity. The results showed the efficiency in the use of the dolomitic limestone as coarse and fine aggregate in the production of structural concrete made of white Portland cement; besides, an alternative of less impact in the degradation of the environment when compared with the conventional extraction process of natural sand.

Keywords: structural white Portland cement; mechanical performance; dolomitic aggregate.



**Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008**
Setembro / 2008
ISBN 978-85-98576-13-8
© 2008 - IBRACON



1. Introdução

O concreto de cimento Portland é o material manufaturado mais utilizado em decorrência das vantagens inerentes a sua produção e composição, tornando a expansão de suas aplicações imprescindível para atender as novas exigências de projetos que além do desempenho mecânico e durabilidade procuram agregar valor estético às estruturas de concreto (Passuelo, 2004).

Segundo Katz (2002) *apud* Kirchheim (2003) a utilização do cimento Portland branco estrutural promove resultados de resistência mecânica similares e até superiores aos encontrados em concretos e argamassas moldadas com cimento cinza, nas mesmas situações de dosagem.

A seleção e controle dos materiais para produção do concreto branco são fatores determinantes para a qualidade no seu desempenho e adequação as exigências de uniformidade da mistura.

Os agregados miúdos influenciam diretamente a cor do concreto produzido porque pigmentam a mistura com sua cor característica, o que não acontece com a fração graúda que normalmente não é visível na superfície da mistura. (Passuelo, 2004)

A região metropolitana de Curitiba é cercada por lavras de calcário dolomítico e segundo dados de 2008 da Mineropar (Mineração do Paraná) mais de 90% da produção é destinada à indústria de cal. O uso desse material de cor branca para a produção de concreto de cimento Portland branco é uma alternativa facilitadora para a produção do mesmo; além de representar uma alternativa para o problema proveniente da exploração de areia natural de leito de rios causadores de degradação ambiental e problemas sanitários; ainda, segundo Almeida (2002), esse ambiente de exploração dá lugar a poças de água parada ideais para proliferação de mosquitos que transmitem doenças.

Este artigo apresenta o resultado de um estudo experimental para avaliar o desempenho mecânico e estético do concreto de cimento Portland branco produzido com frações de calcário dolomítico proveniente da região metropolitana de Curitiba.

2. MATERIAIS UTILIZADOS E METODOLOGIA DOS ENSAIOS

2.1 Caracterização dos Materiais

2.1.1 Aglomerante – Cimento Portland Branco

Foi utilizado nesta pesquisa o cimento Portland Branco estrutural de fabricação nacional CP B 40, cujas características fornecidas pelo fabricante constam da tabela 1.

Tabela 1 – Características Químicas do Cimento Portland Branco – CPB 40
Fonte: Fabricante do cimento - 2008

Cimento Portland Branco Estrutural – CPB 40		
Caracterização Química	Determinações	Limites (% massa)
	Resíduo insolúvel (RI)	7
	Perda ao fogo (PF)	27
	Óxido de Magnésio (MgO)	10
	Trióxido de Enxofre (SO ₃)	4
	Anidro Carbônico	25

2.1.2 Agregados

O agregado utilizado, proveniente de uma jazida da região Metropolitana de Curitiba, foi uma composição de rocha calcária dolomítica moída que é vendida sendo classificada e denominada como grana, barra e bica corrida, de acordo com a granulometria das mesmas. A caracterização desse material encontra-se expressa na tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização do material calcário utilizado

Abertura Peneira (mm)	% retida	Grana 3		Grana 2		Grana 0		Barra 8		Bica corrida	
		Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.	Indiv.	Acum.
12,5		14,08	14,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9,5		50,83	64,90	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6,3		34,60	99,50	50,2	50,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,8		0,06	99,56	40,8	91,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,4		0,02	99,57	8,0	99,3	93,35	93,35	0,25	0,25	0,0	0,0
1,2		0,01	99,58	0,0	99,3	5,91	99,26	87,40	87,65	0,11	0,11
0,6		0,03	99,62	0,0	99,3	0,10	99,36	11,08	98,73	16,46	16,57
0,3		0,01	99,63	0,0	99,3	0,07	99,43	0,64	99,37	17,35	33,92
0,15		0,04	99,67	0,0	99,3	0,07	99,50	0,03	99,40	11,76	45,68
<0,15		0,12	99,79	0,7	100,0	0,38	99,90	0,49	99,89	54,11	99,79
Dimensão máxima (mm)		19		9,5		4,8		2,4		1,2	
Módulo de finura		6,63		5,88		4,91		3,85		0,96	
Massa específica (g/cm ³)		2,84									

3 Programa experimental

Para a realização deste trabalho foram adotadas as seguintes etapas:

- Dosagem de argamassas e moldagem;
- Avaliação estética de argamassas moldadas com areias naturais e areia de material calcário dolomítico;
- Análise do agregado;
- Produção de fôrmas de madeira;
- Definição e dosagem de quatro traços de concreto pelo método IPT/EPUSP;
- Ensaio de resistência à compressão axial;
- Ensaio de absorção por capilaridade;
- Ensaio de Reflectância- Avaliação estética da cor das misturas.

3.1 Dosagem, moldagem e avaliação estética das argamassas moldadas

Com o objetivo de avaliar esteticamente misturas de cimento Portland branco e algumas areias de cavas naturais encontradas na região além do material calcário fragmentado em porções miúdas utilizou-se o ensaio da mesa de consistência (flow-table) e um espalhamento fixado em 240 ± 10 mm. Assim, foram selecionados 6 tipos de agregados miúdos (figuras 1 e 2) em duas proporções distintas, sendo 5 deles agregados naturais e 1 composição de agregado artificial da britagem do calcário dolomítico em frações miúdas. A tabela 3 apresenta as principais características das argamassas produzidas. Para cada tipo de agregado foram moldados 3 corpos-de-prova, destinados à avaliação visual da cor. A moldagem seguiu os procedimentos da NBR 5738/2003. Os corpos-de-prova foram mantidos em cura úmida por 24 horas e em seguida fotografados (figura 4) e mantidos para secagem por 2 horas na estufa a fim de avaliar sua cor após a perda da umidade superficial do CP (figura 3).

Tabela 3 - Característica das argamassas produzidas

Agregado	Trço 1:3	Trço 1:5
	Consistência (mm)	
*A	230	232
*B	250	230
*C	238	231
*D	239	232
*E	250	240
**F	248	245

*Agregados miúdos naturais

** Agregado artificial de calcário dolomítico



Figura 1 – Areias de naturais de cavas de rio.



Figura 2 – Fração miúda do calcário dolomítico.



Figura 3 - Avaliação da cor entre CP's úmidos.



Figura 4 - Comparação estética das 6 misturas produzidas (após secagem).

A avaliação preliminar confirmou que o uso de agregado miúdo com tonalidade clara influencia diretamente a cor da mistura obtida e, como o agregado de calcário dolomítico propiciou a argamassa de tonalidade mais clara, foi definido como melhor material a ser utilizado para a produção dos concretos deste trabalho.

3.2 Produção de fôrmas de madeira

Nos ensaios de resistência à compressão simples e absorção foram utilizados CP's cilíndricos metálicos 10x20cm como especificado em norma, e para a avaliação estética dos concretos optou-se por fôrmas de madeiras com dimensão de 15x15x8cm com o intuito de obter uma superfície mais lisa e homogênea que permitisse uma real avaliação da cromacidade das misturas produzidas. As fôrmas foram produzidas com chapa resinada que após a primeira etapa das dosagens mostrou-se ineficiente por transferir parte de sua cor escura aos CP's produzidos.

Na tentativa de amenizar esse efeito na segunda etapa de dosagem foram produzidas e utilizadas fôrmas de madeira resinada plastificada e algumas peças em madeira laminada como mostram as figuras 5, 6,7 e 8.



Figura 5 - Fôrma plastificada.



Figura 6 - Fôrma de madeira laminada.



Figura 7 - CP com marcas escuras da chapa resinada.



Figura 8 - Detalhe CP.

3.3 Definição dos traços e dosagem dos concretos

Com o objetivo de traçar um diagrama de dosagem para o concreto de cimento Portland branco bombeável adequado ao emprego em concreteira, foram produzidos quatro traços segundo o método de dosagem IPT/EPUSP (Helene e Terzian, 1992), onde a referência de dosagem utilizada foi um abatimento de tronco de cone de 80 ± 10 mm e a manutenção de um teor de argamassa de 53%, determinado experimentalmente (figura 9).

Para cada traço foram moldados 15 corpos-de-prova cilíndricos (10x20cm), onde 9 foram utilizados para ensaio de resistência a compressão simples aos 3, 7 e 28 dias de idade e 6 para determinação de absorção por capilaridade (figura 10). Simultaneamente foram moldados 3 corpos-de-prova prismáticos (15x15x8cm) para avaliação de cromacidade. Os CP's foram mantidos em cura úmida até o momento dos ensaios (figura 11 e 12). Todos os traços foram reproduzidos com os mesmos parâmetros de dosagem. A Tabela 4 apresenta a composição dos traços para o método empregado.

Tabela 4 – Composição dos traços

$\alpha = 53\%$	Normal	Pobre	Rico	Muito Rico
Traço	1:5,0	1:6,5	1:3,5	1:2,5
a/c	0,55	0,65	0,44	0,39
Cimento (kg)	17,10	13,70	22,80	29,30
Mat. Calcário fração miúda (kg)	37,28	40,83	31,69	25,20
Mat. Calcário fração graúda (kg)	48,22	48,22	48,11	48,35
Água (l)	9,41	8,91	10,03	11,43
Abatimento (mm)	70	75	75	90

No primeiro dia de dosagem optou-se por utilizar como desmoldante parafina líquida que se mostrou inadequada por deixar a superfície do corpo-de-prova com falhas de bolhas de ar e seu uso foi suspenso nos dias seguintes.



Figura 9 - "Slump Test".



Figura 10 - CP's moldados.



Figura 11 – Desmoldagem.



Figura 12 - Cura úmida por imersão.

3.4 Ensaio de Resistência à compressão axial

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados nas idades de 3, 7 e 28 dias, segundo a NBR 5739/2007 (figura 13), utilizando-se enxofre para capeamento dos corpos-de-prova nas idades iniciais e retificação por abrasão aos 28 dias.



Figura 13 - Ensaio de resistência à compressão.

3.5 Ensaio de absorção por capilaridade

Para este ensaio os corpos-de-prova foram submetidos à cura submersa até a idade de 28 dias, e colocados para secar na estufa a uma temperatura de $40^{\circ}\pm 5^{\circ}$ C até obter-se constância de massa. Após esse período os CP's foram retirados da estufa e colocados para resfriar ao ar livre e colocados em um tanque com água sobre suporte em temperatura ambiente mantendo o nível d'água constante a 5 ± 1 mm acima da face inferior do corpo-de-prova.

3.6 Avaliação estética

Os CP's prismáticos produzidos em fôrmas de madeiras foram mantidos em cura submersa por 20 dias e em seguida foram retirados e mantidos ao ar livre por 7 dias para secagem dos mesmos. Uma avaliação visual, além do uso de um espectrofotômetro de reflexão (figura 14) foi utilizada para essa qualificação.



Figura 14 – Ensaio de espectrofotometria de reflexão.

4 Resultados e discussões

4.1 Resistência à compressão axial

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial (figuras 15 e 16), realizados segundo a norma NBR 5739/07, estão apresentados na Tabela 5 e 6 e visualizados no Gráfico 1.



Figura 15 - Rompimento com uso de carbono para verificar a qualidade da retificação.



Figura 16 - Capeamento com enxofre.

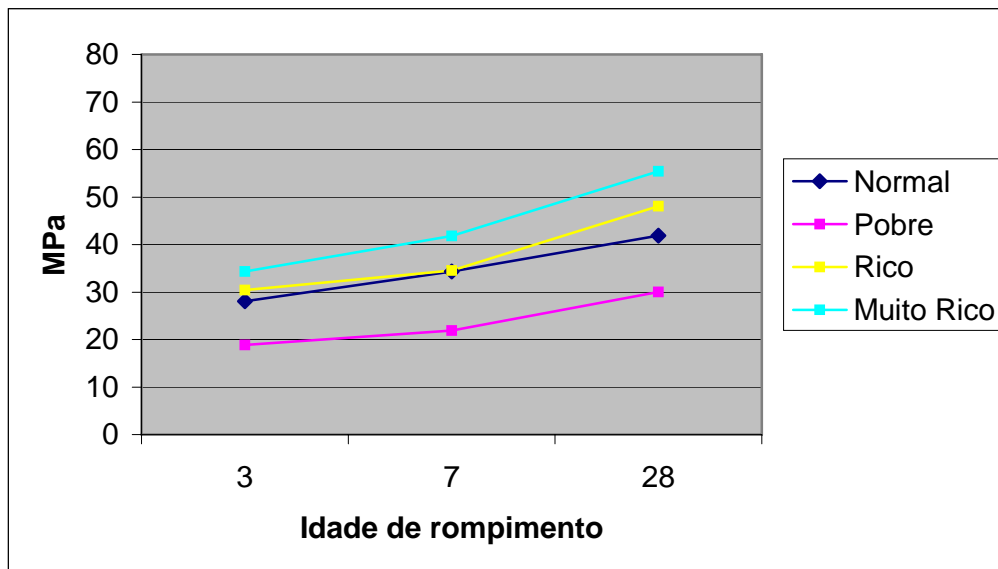
Tabela 5 – Resultados dos rompimentos

Traço Normal – 1:5,0						
Rompimento	Betonada A			Betonada B		
Idade (dias)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)
3	25,90	29,10	27,74	27,80	28,16	29,60
7	31,90	35,09	38,25	31,00	33,5	36,40
28	42,71	42,60	43,04	39,55	41,16	42,15
Traço Pobre – 1:6,5						
Rompimento	Betonada A			Betonada B		
Idade (dias)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)
3	21,85	23,14	25,20	18,89	20,49	21,48
7	25,10	26,90	28,16	23,70	24,10	24,74
28	34,90	35,50	36,50	33,70	33,50	34,70
Traço Rico – 1:3,5						
Rompimento	Betonada A			Betonada B		
Idade (dias)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)
3	34,32	31,64	31,54	25,94	27,99	31,19
7	41,20	33,62	34,20	28,04	33,40	36,55
28	47,77	45,70	48,50	51,6	46,70	48,40
Traço Muito Rico – 1: 2,5						
Rompimento	Betonada A			Betonada B		
Idade (dias)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)	CP ₁ (MPa)	CP ₂ (MPa)	CP ₃ (MPa)
3	33,17	35,33	37,00	32,00	33,37	35,31
7	38,24	39,20	41,45	41,20	44,20	46,50
28	56,09	58,00	58,40	51,71	52,80	55,64

Tabela 6 – Resultados médios

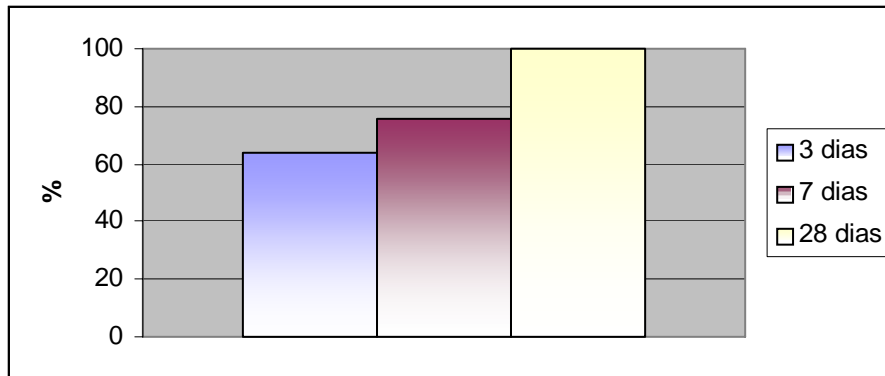
Traço:	Pobre	Normal	Rico	Muito Rico
Idade de rompimento (dias)	Média (MPa)	Média (MPa)	Média (MPa)	Média (MPa)
3	18,88	28,05	30,44	34,36
7	21,89	34,36	34,55	41,80
28	30,06	41,87	48,11	55,44

Gráfico 1 – Resistência à compressão média em função da idade



Como esperado, verifica-se no gráfico 1 que a resistência à compressão é diretamente proporcional ao grau de hidratação (idade), e considerando a resistência aos 28 dias igual a 100% observa-se no gráfico 2 que a resistência alcançou aos três e sete dias, em média, 63% e 75% da resistência final. A faixa de resistências obtidas foi de 30 a 55MPa.

Gráfico 2 – Evolução da resistência à compressão em função da idade



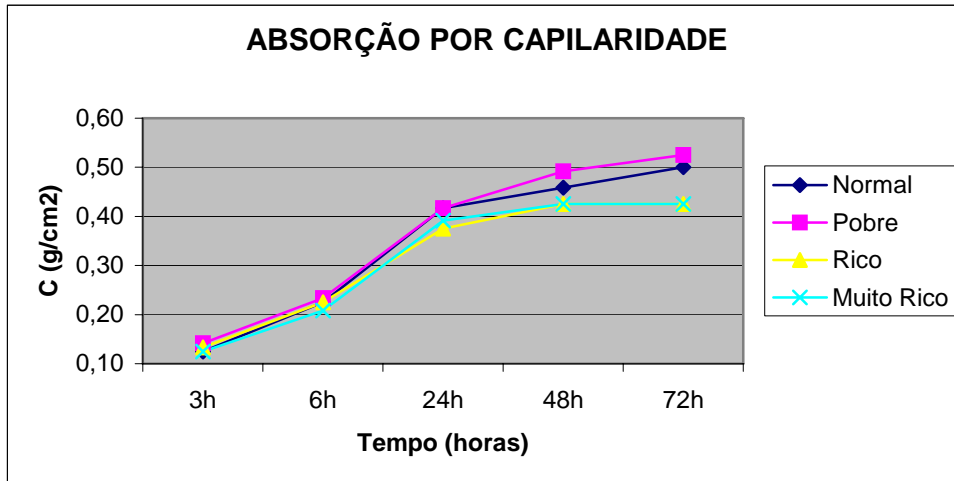
4.2 Absorção por capilaridade

Os resultados obtidos no ensaio de absorção por capilaridade realizados segundo a norma NBR 9779/95, estão apresentados na Tabela 7 e no Gráfico 3.

Tabela 7 – Resultados médios

Tempo	Normal	Pobre	Rico	Muito Rico
(h)	C (g/cm ²)	C (g/cm ²)	C (g/cm ²)	C (g/cm ²)
3h	0,13	0,14	0,13	0,13
6h	0,23	0,23	0,23	0,21
24h	0,42	0,42	0,38	0,39
48h	0,46	0,49	0,43	0,43
72h	0,50	0,53	0,43	0,43

Gráfico 3 – Evolução média da resistência por capilaridade em função do tempo



O gráfico 3 demonstra o melhor desempenho das misturas Ricas ($a/c = 0,44$) e Muitos ricos ($a/c = 0,39$) em relação as demais, confirmando que a absorção capilar é diretamente proporcional à relação a/c para o mesmo tipo de cimento, ou seja, a relação a/c é um agente controlador da porosidade do concreto.

4.3 Ensaio de Reflectância- Avaliação estética da cor das misturas

O espectrofotômetro de reflexão ilumina a amostra com luz monocromática onde a luz refletida atinge um detector e com um sinal elétrico mede o comprimento de onda proporcional à intensidade da luz (Melo, 1996).

Segundo Carrer (2007) o branco resulta da incidência da luz de todos os comprimentos de onda simultaneamente, e para uma análise simplificada das misturas todos os comprimentos de ondas deveriam ser semelhantes para que o aspecto do corpo-de-prova fosse branco.

A avaliação com uso de espectrofotômetro de reflexão (gráfico 4) e (figura 17) mostrou um índice de refletância semelhante para todas as misturas comprovando a avaliação gráfica e visual (figura 18) onde as misturas foram identificadas com a tonalidade branca desejada e com as influências já relatadas no aspecto da superfície provocada pela textura e material da fôrma utilizada.

Gráfico 4 - Comprimento de onda medido pelo espectrofotômetro – Mistura Rica (chapa resinada plastificada).

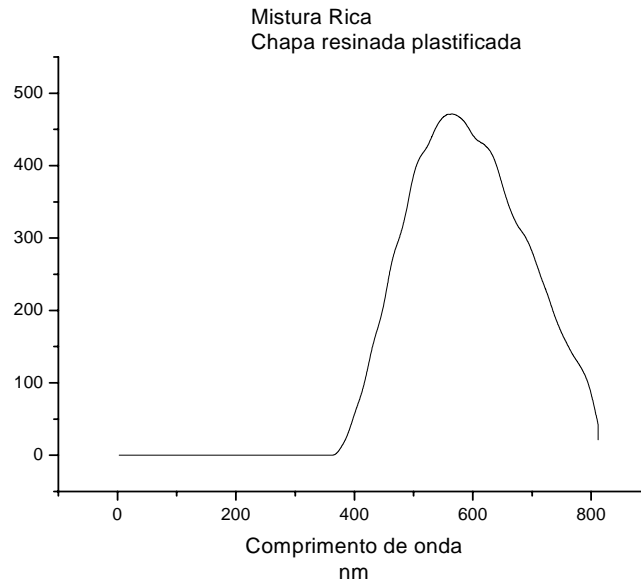


Figura 17 - Avaliação com espectrofotômetro.



Figura 18 - Avaliação estética dos CP's produzidos.



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008
Setembro / 2008
ISBN 978-85-98576-13-8
© 2008 - IBRACON



5 Conclusões

O calcário dolomítico britado em frações graúdas e miúdas, utilizado nas misturas produzidas, mostrou-se eficiente e uma alternativa sustentável para fornecimento de agregados para concretos brancos na região de Curitiba.

Quanto ao desempenho mecânico as misturas mostraram elevados resultados de resistência nas idades iniciais provavelmente pela finura do cimento. Aos 28 dias apresentaram resistências desde 30 a 55 MPa.

Em baixas idades, o desempenho com relação à absorção por capilaridade das misturas foi similar, mas houve um melhor desempenho geral das misturas Ricas em cimento, porém, os dados desse ensaio são insuficientes para avaliar a durabilidade dos concretos produzidos.

Em relação ao aspecto visual, principal característica a ser desempenhada pelas misturas com os agregados estudados, os resultados foram significativos em todos os traços sendo possível à visualização de peças brancas e com um acabamento diretamente ligado a escolha das fôrmas utilizadas.

Durante o desenvolvimento dos concretos ficou claro que a uniformidade e manutenção da cor são dependentes de um processo de seleção de materiais constituintes, mistura, adensamento, cura; enfim todo o processo de produção do concreto é de extrema importância para o resultado final do produto.

O trabalho sugere um desenvolvimento mais cauteloso na produção das fôrmas a fim de melhorar a superfície de acabamento, desenvolvimento de ensaios que permitam avaliar a durabilidade do concreto produzido em longo prazo, utilização de aditivos para reduzir consumo de cimento e otimizar custos e um estudo mais aprofundado sobre a forma de ação dos agregados dolomíticos no concreto.

6 Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738** – Modelagem e cura de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5739**: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 9779**: Absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ALMEIDA, S.L.M. e Sampaio, J.A. **Obtenção de Areia Artificial com base em finos de pedreiras**. Revista Areia & Brita, out/dez 2002.



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008
Setembro / 2008
ISBN 978-85-98576-13-8
© 2008 - IBRACON



CARRER, Helaine et al. **Roteiro de aulas práticas** - Colorimetria e espectrofotometria. São Paulo, 2007.

HELENE, Paulo R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini, 1993. 349p

KIRCHHEIM, Ana Paula et al. Concreto branco. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1ª edição. São Paulo: IBRACON, 2005. Volume 2, página 1453-1491.

KIRCHHEIM, Ana Paula et al. **Durabilidade do concreto branco: Estudos realizados**. In: II SEMINÁRIO DE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES., 2004, Porto Alegre. Anais.

KIRCHHEIM, Ana Paula et al. **Proposta de modelagem da carbonatação de concretos de cimento portland branco**. Revista Ambiente construído, Porto alegre, v.3, n.3, p.95

MELO, Washington Luiz de Barros et al. **Reflectômetro por fibra ótica**. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 925-926.

MINEROPAR. **Rochas Carbonáticas - Calcárias** – Disponível no site (12/01/2008).URL: <http://www.mineropar.pr.gov.br>. Consultado em 12 de janeiro de 2008.

PASSUELO, Alexandra. **Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco**. 2004. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio grande do Sul.

7 Agradecimentos

Ao DACOC/UTFPR, pelo Curso Superior de Tecnologia em Concreto e pela disponibilização do laboratório de materiais para realização dos ensaios de caracterização e de dosagens dos concretos.

A ENGEMIX, na figura do Eng. Maurício Bianchini, pelo fornecimento do cimento Portland branco estrutural e das instalações do laboratório para realização do ensaio de resistência à compressão axial.