

UTILIZAÇÃO DA SÍLICA DA CASCA DE ARROZ NA PRODUÇÃO DE CONCRETO USINADO EM CENTRAL

Use of silica from rice husks in ready mixed concrete production

Collatto, Décio (1); Viecili, Fábio A. (2); Arndt, Josué A. (3); Jesus, Ronan T. (4).

(1) Eng. Civil, Mestre em Eng. Materiais, Professor do Curso de Engenharia Civil da ULBRA - RS.

(2) Eng. Civil, Mestre em Eng. Civil, Assistente Técnico Comercial da Logustec Ltda.

(3) Eng. Civil, Mestrando em Eng. Civil - UFRGS, Coordenador Tecnologia Votorantim Cimentos SA.

(4) Graduando, Eng. Civil - UNISINOS.

Rua Ângelo Dourado, 345 - Bairro Anchieta - Porto Alegre/RS. CEP 90200-060. Tel.:51- 3371-2267. e-mail:d.collatto@uol.com.br

Resumo

A sílica de casca de arroz, proveniente da combustão controlada em caldeira com leito fluidizado se apresenta como um material com propriedades aglomerantes possíveis de serem utilizadas na produção de concreto.

O frequente acréscimo no consumo de cimento aquecido pela alta demanda de concreto na construção civil, além do constante aumento de exigências na qualidade e durabilidade, faz com que surja a necessidade de alternativas viáveis que absorvam e resolvam tais solicitações.

O desafio que se impôs consiste em viabilizar de forma operacional o uso deste insumo na produção de concreto. Para tanto, buscou-se desenvolver uma metodologia de análise que viabilizasse esta aplicação.

Considerando que em 1m³ de concreto produzido em central o cimento representa aproximadamente 70% do custo total do material, é possível reduzir este custo incorporando outro material com propriedades iguais ou melhores que o aglomerante usual, sendo possível obter ganhos também no aspecto tecnológico.

O presente trabalho apresenta um estudo de dosagem onde se buscou a substituição de uma quantidade fixa de cimento por adições parciais de sílica de casca de arroz de forma a viabilizar técnica, econômica e operacionalmente o seu uso em uma central de concreto.

Os resultados obtidos no âmbito de laboratório foram reproduzidos em escala industrial confirmando com dados consistentes a viabilidade do seu uso.

Palavra-Chave: Concreto, dosagem de concreto, sílica de casca de arroz, adição mineral.

Abstract

Silica from rice husk, original from the controlled combustion in fluidized bed boiler, presents itself as a material with properties likely to be binders used in concrete production.

The frequent increase in cement consumption accelerated by high demand for concrete in construction, in addition to the constantly increasing demands on quality and durability, motives the need for viable alternatives to absorb and resolve such requests.

The challenge is to operationally enable the use of this material in concrete production. In order to do so, it was develop a methodology analysis that would allow its application.

Considering that in 1m³ of concrete produced in a ready mix plant, the cement contend accounts for approximately 70% of the total material cost, it is possible to reduce this cost by incorporating other materials with equal or better properties than the usual binder, gains could be achieved also in the technological aspect.

The results obtained in laboratory were reproduced on an industrial scale with consistent data confirming the feasibility of its use.

Keywords: Concrete, concrete mix design, silica from rice husks, supplementary cementitious material.

1 Introdução

O frequente aumento no consumo de cimento, aquecido pela alta demanda de concreto na construção civil, além do constante aumento de exigências na qualidade e durabilidade, faz com que surja a necessidade de alternativas viáveis que minimizem tais impactos.

Visando a busca destas alternativas, avaliou-se a possibilidade do uso da sílica da casca de arroz como substituição parcial do cimento, devido ao surgimento recente de diversas empresas oferecendo este produto no mercado do RS.

Segundo FOLETTO et. al. (2005), a casca de arroz representa 20 % da produção anual de arroz no RS e deste montante de casca, se toda ela for queimada, será gerada cerca de 18% do peso da casca como cinza de casca de arroz (CCA).

Considerando que a safra 2010/2011 de arroz no RS foi de 8.953.136 t, segundo o IRGA-RS (2011), temos uma produção estimada de 322.313 t de sílica de casca de arroz no RS, viabilizando o início do estudo deste trabalho por ter-se garantias de fornecimento regular do material.

Tendo definido a capacidade de fornecimento, partiu-se para a análise da qualidade do produto através do desenvolvimento de curvas de dosagem em laboratório com substituição parcial do cimento por 2, 4 e 6% de sílica de casca de arroz.

Este trabalho teve como objetivo principal determinar o teor ideal de substituição, a viabilidade do uso e posterior reprodução industrial em central de concreto usinado.

2 Materiais e métodos

Para o estudo de dosagem do concreto foi utilizado o método IPT/EPUSP, onde se utilizou os seguintes materiais:

- Cimento CP II Z 32 RS;
- Sílica de casca de arroz – SILCCA NOBRE;
- Areia média;
- Areia fina;
- Brita basáltica 9,25/25
- Brita basáltica 4,75/12,5
- Aditivo plastificante multifuncional de pega normal.

2.1 Caracterização da sílica de casca de arroz

A sílica de casca de arroz, utilizada neste ensaio é proveniente da combustão controlada em caldeira com leito fluidizado na Geradora de Energia Elétrica Alegrete (GEEA), sendo os dados abaixo descritos disponibilizados pelo fornecedor. A composição química foi obtida a partir do ensaio descrito pela NBR 13957/1997, a determinação de metais por espectrometria de absorção atômica com utilização de chama e determinação de anidrido fosfórico. Os dados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da sílica de casca de arroz.

Composição Química	Teor em Massa (%)
Perda ao fogo	3,00
Dióxido de silício	93,77
Óxido de alumínio	0,19
Óxido de ferro	0,20
Óxido de cálcio	0,78
Óxido de magnésio	0,25
Óxido de sódio	0,08
Óxido de potássio	1,35
Trióxido de enxofre	0,03
Pentóxido de fósforo	0,36
Óxido de manganês	0,25
Dióxido de titânio	nd

A análise granulométrica foi obtida por difração a laser, através do equipamento MALVERN. Na figura 1 é apresentada a distribuição granulométrica e a curva acumulada.

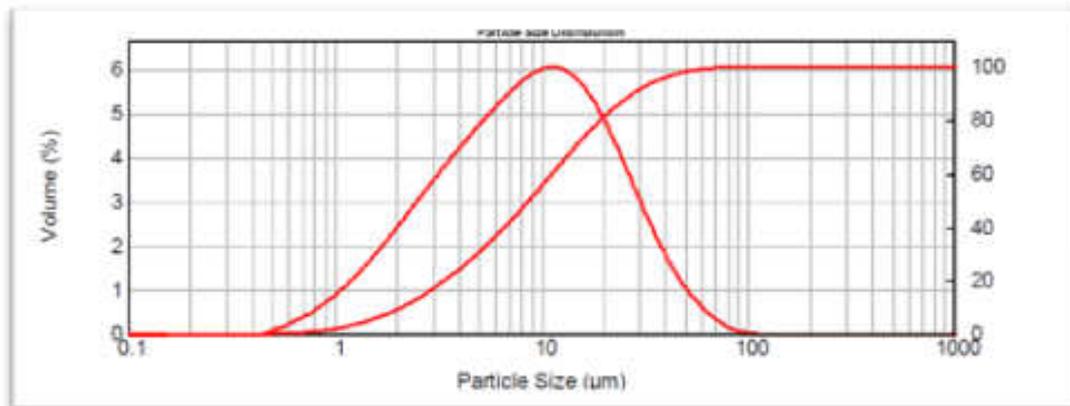


Figura 1 – Análise granulométrica.

A determinação do teor de material amorfo foi obtida pela técnica da difração de raio x e o resultado é mostrado na figura 2.

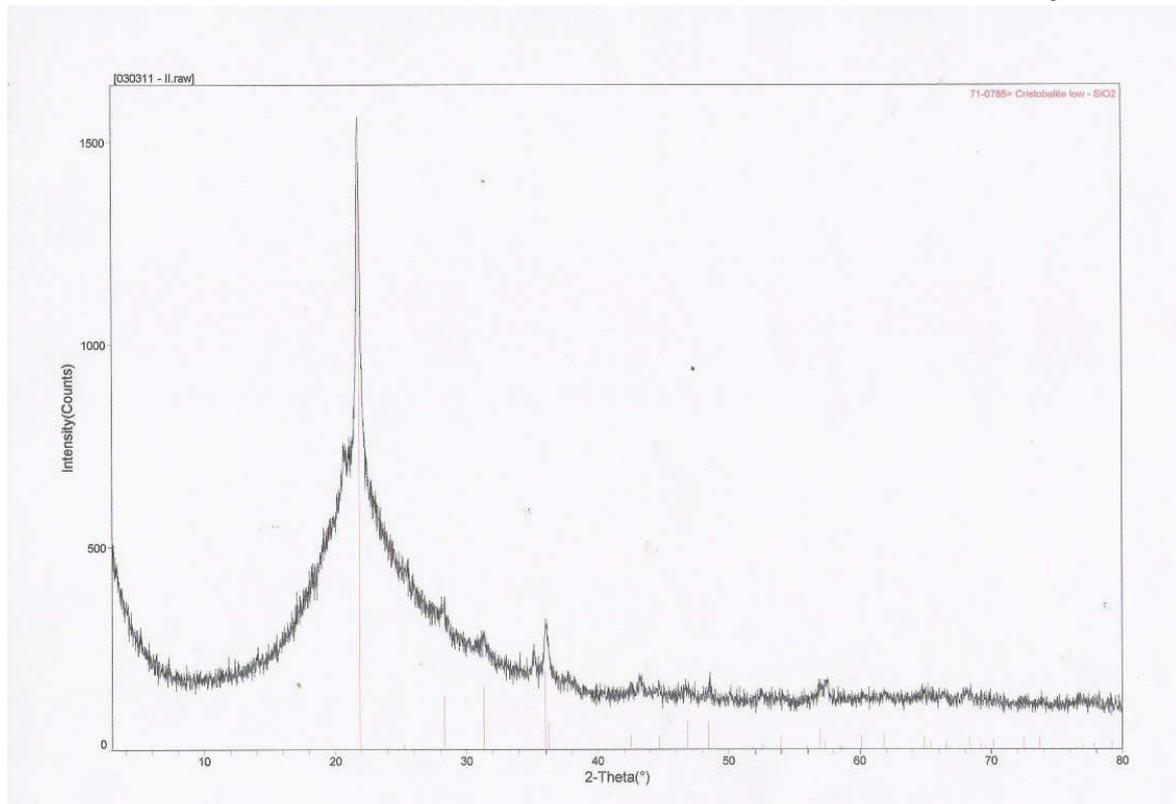


Figura 2 – Difração de raio X.

A partir da caracterização física e do estudo de proporcionamento ideal dos agregados, foram desenvolvidos três traços com diferentes consumos de cimento classificando-os em traço rico, intermediário e pobre como referência e com base nestes traços foi realizado a dosagem de sílica de casca de arroz nos teores de 2, 4 e 6% como substituição parcial do cimento pelo método da adição equivalente.

A tabela 2 apresenta os traços reproduzidos em laboratório para o estudo de dosagem.

Tabela 2 – Traços reproduzidos para o estudo de dosagem.

Identificação	Traço	Traços desenvolvidos			
		Cimento (kg)	SCA (kg)	a/c	Aditivo (%)
REF 1	1:5,48	350	-	0,537	0,8
REF 2	1:6,55	300	-	0,628	0,8
REF 3	1:8,04	250	-	0,771	0,8
SILCCA 1-2	1:6,18	315	6,3	0,59	0,8
SILCCA 2-2	1:7,35	270	5,4	0,69	0,8
SILCCA 3-2	1:9	225	4,5	0,867	0,8
SILCCA 1-4	1:6,18	315	12,6	0,539	0,8
SILCCA 2-4	1:7,35	270	10,8	0,693	0,8
SILCCA 3-4	1:9	225	9,0	0,846	0,8
SILCCA 1-6	1:6,18	315	18,9	0,554	0,8
SILCCA 2-6	1:7,35	270	16,2	0,658	0,8
SILCCA 3-6	1:9	225	13,5	0,839	0,8

Todos os traços foram reproduzidos com ensaio de perda de abatimento de 30 minutos e para um abatimento final de 120+-20 mm. Foram moldados corpos-de-prova para ensaio nas idades 3, 7 e 28 dias.

3 Resultados

Na tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios de compressão dos corpos-de-prova de concreto em todas as idades.

Tabela 3 – Resultados de resistência à compressão

Identificação	Resultados (MPa)		
	3 dias	7 dias	28 dias
REF 1	19,5	23,7	32,5
REF 2	14,4	19,4	25,8
REF 3	8,8	12,6	17,4
SILCCA 1-2	16,2	22,4	28,3
SILCCA 2-2	11,1	16,2	19,0
SILCCA 3-2	6,0	10,1	15,1
SILCCA 1-4	19,8	23,6	31,2
SILCCA 2-4	14,6	16,7	23,6
SILCCA 3-4	9,1	10,8	16,2
SILCCA 1-6	21,0	23,7	30,8
SILCCA 2-6	15,5	17,9	26,3
SILCCA 3-6	9,8	11,7	17,6

Com base nos resultados obtidos traçaram-se os diagramas de dosagem dos traços reproduzidos em laboratório.

Na Figura 3 é representado o diagrama de dosagem do traço Referência.

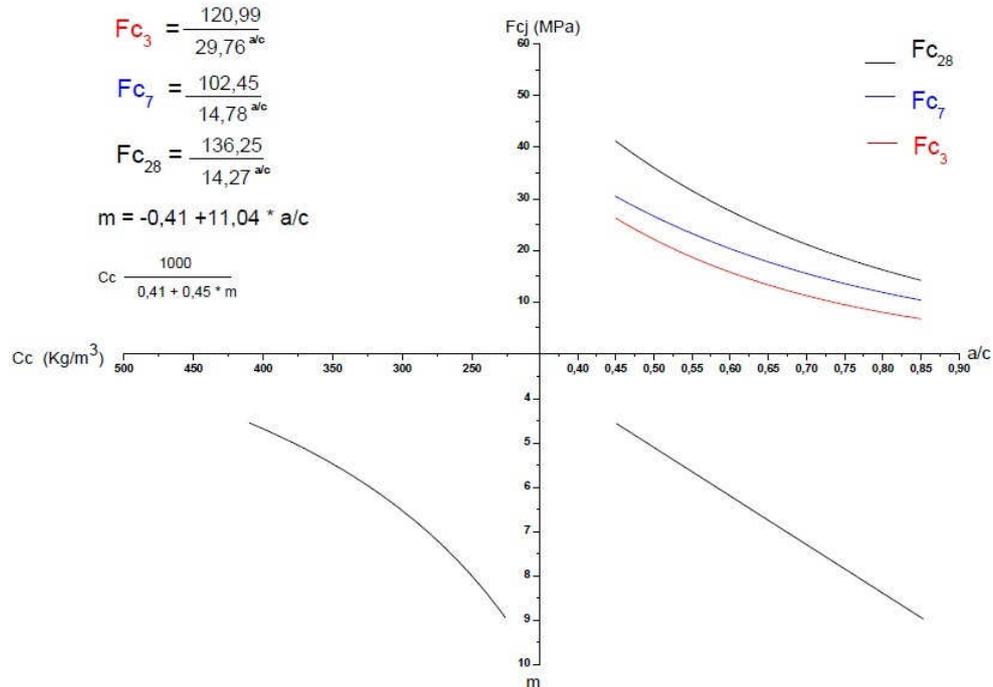


Figura 3 – Diagrama de dosagem – Traço Referência.

Na Figura 4 é representado o diagrama de dosagem do traço Silcca 2%.

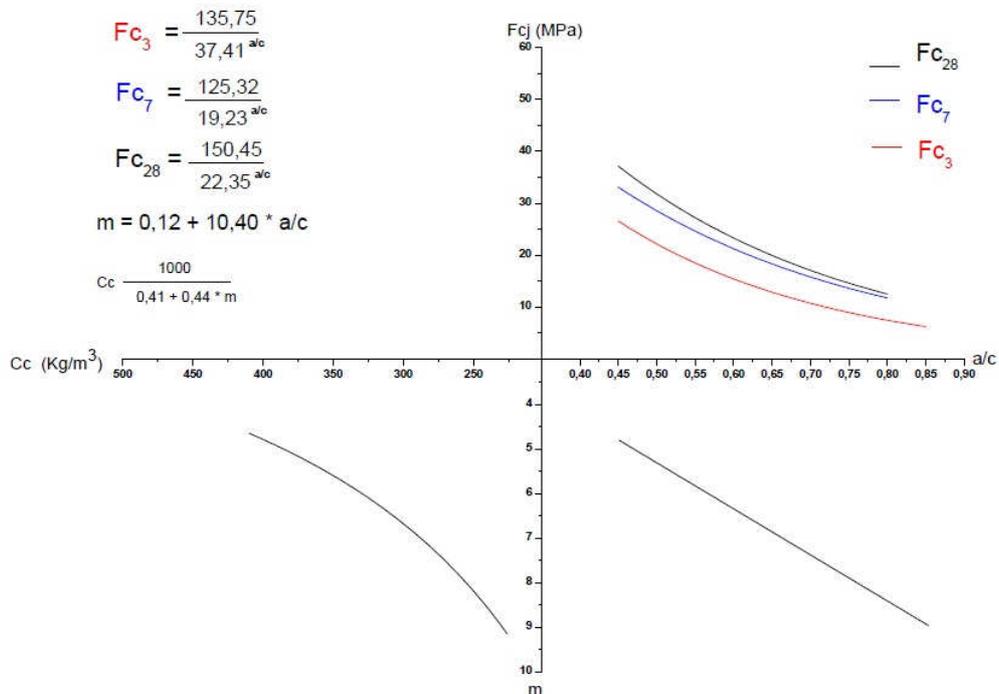


Figura 4 – Diagrama de dosagem – Traço SILCCA 2%.

Na Figura 5 é representado o diagrama de dosagem do traço Silcca 4%.
ANAIS DO 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2011 – 53CBC

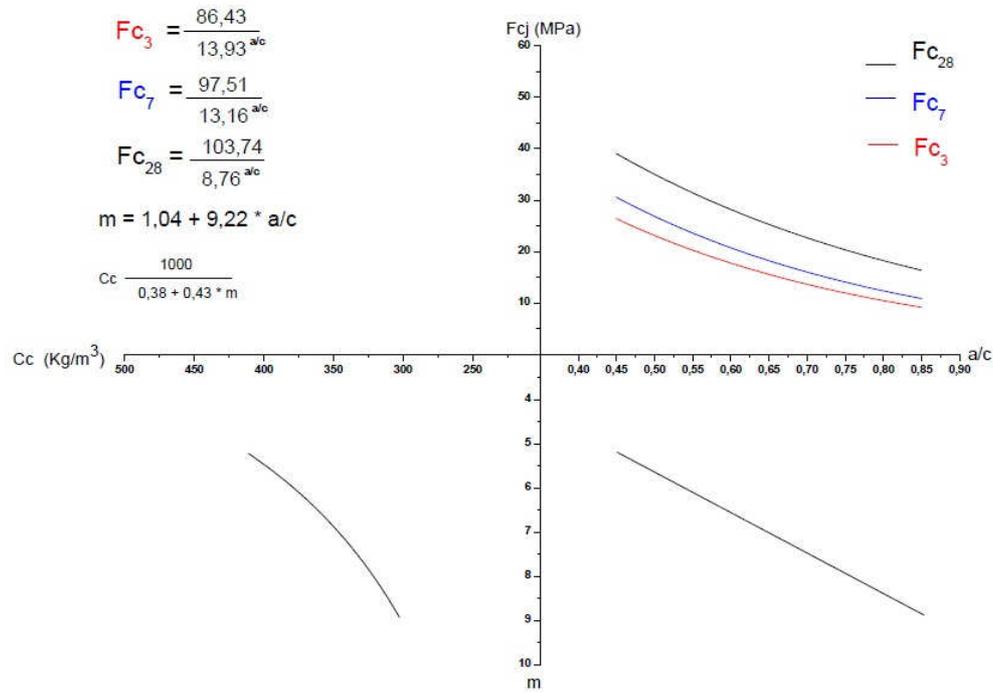


Figura 5 – Diagrama de dosagem – Traço SILCCA 4%.

Na Figura 6 é representado o diagrama de dosagem do traço Silcca 6%.

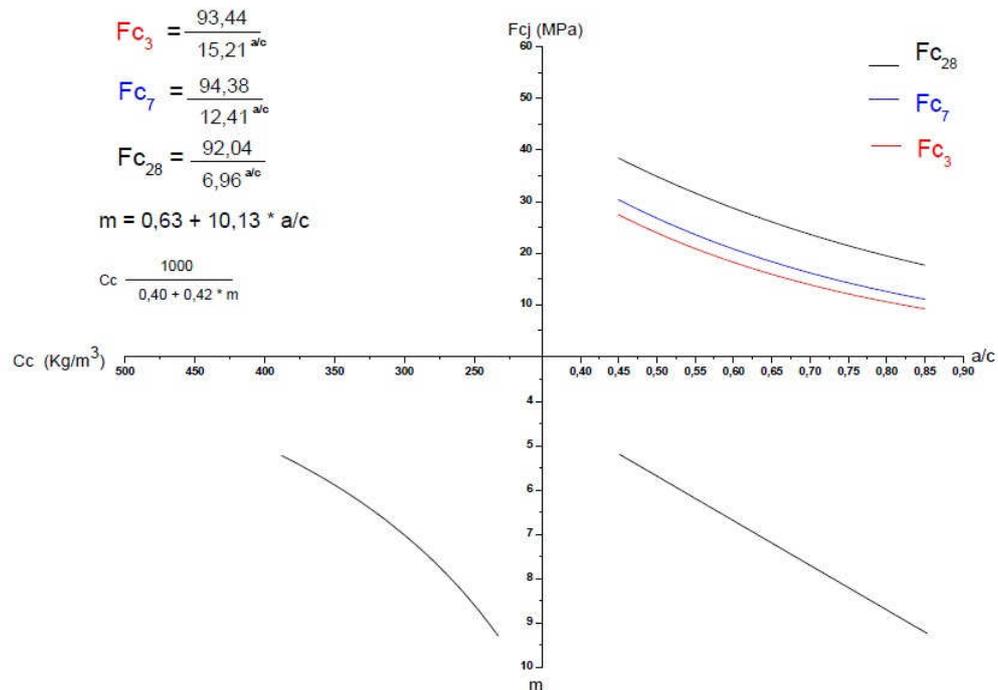


Figura 6 – Diagrama de dosagem – Traço SILCCA 6%.

A partir da análise dos diagramas pode-se observar que para consumos de aglomerante igual ou inferior a 350 kg/m³ o desempenho do traço com adição de 4% e 6% de SCA, foram maiores que a referência. Para consumos superiores, não se confirmou o mesmo crescimento, sendo que serão necessários maiores estudos para compreender comportamento do concreto com adição nos consumos a partir de 350 kg/m³.

Com base nestes dados fica evidenciado que, para atingir-se aproximadamente o mesmo desempenho da referência, a dosagem de SCA ideal fica no intervalo de 2 a 4% para consumos até 350 kg/m³ de aglomerante, que no caso deste estudo foi estabelecido em 3%, que é um valor intermediário e que ao mesmo tempo possibilita não só redução do consumo de cimento como também uma redução significativa no custo do concreto, conforme se evidencia através da tabela 4.

Tabela 4 – Estimativas de custo para um FCK 30 MPa.

Referência				
Matéria-prima	Quantidade	Unidade	R\$/m ³	TOTAL R\$/m ³
CIMENTO CP II Z 32 RS	318	KG	104,94	154,60
BRITA 9,25/25	553	KG	13,27	
BRITA 4,75/12,5	371	KG	8,90	
AREIA ARTIFICIAL	576	KG	13,82	
AREIA FINA	248	KG	7,94	
ADITIVO PLASTIFICANTE	2,86	KG	5,29	
AGUA	193	L	0,44	
SILCCA 3%				
Matéria-prima	Quantidade	Unidade	R\$/m ³	TOTAL R\$/m ³
CIMENTO CP II Z 32 RS	291	KG	96,03	152,71
BRITA 9,25/25	672	KG	16,13	
BRITA 4,75/12,5	288	KG	6,91	
AREIA ARTIFICIAL	571	KG	13,70	
AREIA FINA	245	KG	7,84	
ADITIVO PLASTIFICANTE	2,76	KG	5,11	
SÍLICA CASCA DE ARROZ	8,73	KG	6,55	
AGUA	193	L	0,44	
DIFERENÇA				1,89

Estabelecida a dosagem ideal e definido o traço de maior consumo da central de concreto que iria-se desenvolver o teste industrial, que neste caso foi o Fck 30 MPa com abatimento de 120±20 mm, foi realizada a substituição e após analisado o desempenho comparando o traço original com maior consumo de cimento e o traço com a substituição equivalente, obtendo-se os resultados demonstrados nas figuras 7 e 8.

Devido a questões de segurança, solicitadas pela empresa da central de concreto, foi definido que neste primeiro momento seria reduzido 8,5% do consumo de cimento e não

10% e que posteriormente com os resultados em mãos haveria uma readequação de acordo com o resultado obtido.

Na figura 7 é demonstrado o desempenho do mês de dezembro de 2010 da central de concreto em questão do traço sem adição da sílica de casca de arroz.

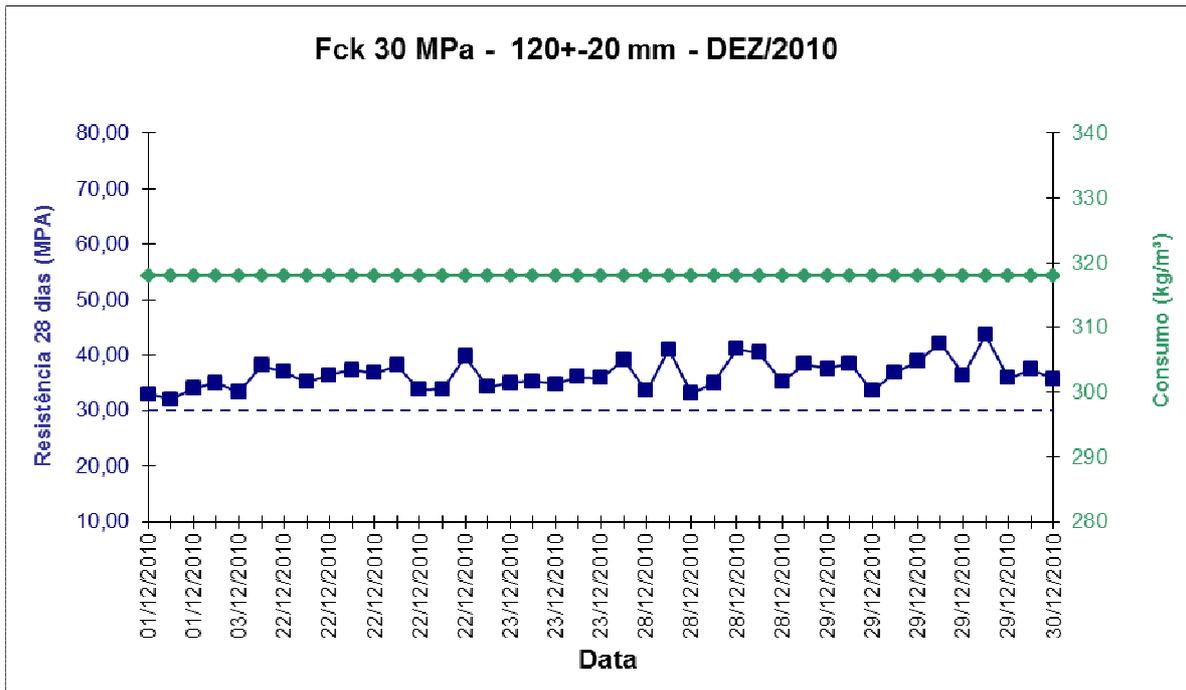


Figura 7 – Desempenho do traço Fck 30 MPa no mês de dezembro de 2010.

Na figura 8 é demonstrado o desempenho do mês de abril de 2011 da central de concreto em questão do traço com substituição equivalente de 3% da sílica de casca de arroz.

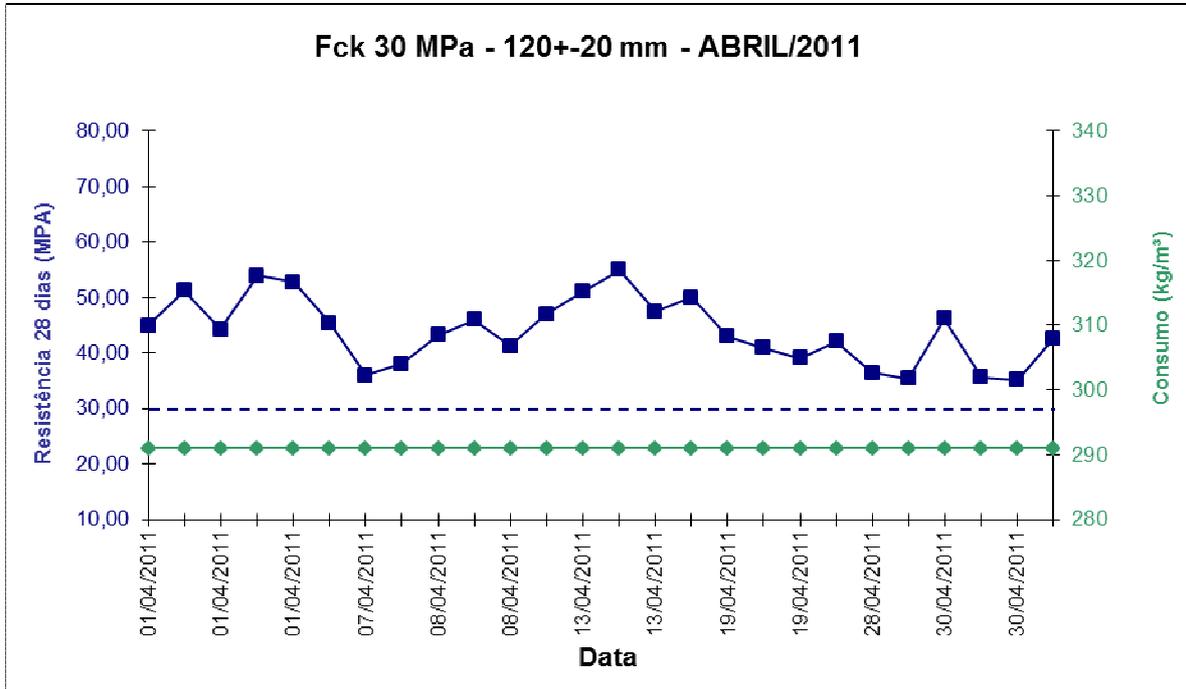


Figura 8 – Desempenho do traço Fck 30 MPa no mês de abril de 2011.

4 Conclusões

Ficou confirmado através do teste operacional que a dosagem ideal de 3%, não só absorveu a redução de 8,5% no consumo de cimento como também sinalizou ainda uma possibilidade de uma redução maior que os 10% estabelecido no início dos estudos.

Fica evidenciado que a sílica de casca de arroz – SILCCA NOBRE possibilita uma redução do consumo de cimento das centrais dosadoras sem prejudicar o desempenho dos concretos que foi o objetivo principal deste estudo, colaborando assim com o impacto que o consumo excessivo de cimento tem causado no mercado da construção, sinalizando muitas vezes com a falta do produto no mercado por falta de capacidade de fornecimento pelas cimenteiras em algumas localidades.

Para consumos acima de 350 kg/m^3 , o aumento da coesão do concreto interferiu no consumo de água do traço não proporcionando o mesmo rendimento atingido nos traços de consumo inferior. Novos estudos estão em andamento para avaliar ajustes na dosagem do concreto, como a redução do teor de argamassa, para compensar o aumento de coesão sem interferir no desempenho técnico do material assim como na operação com estes novos parâmetros.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova:** NBR 5738. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – Ensaio de compressão em corpos-de-prova:** NBR 5739. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – Perda de abatimento:** NBR 10342. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Preparação de concreto em laboratório – Procedimento:** NBR 12821. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sílica ativa para uso em cimento Portland, concreto, argamassa e pasta de cimento Portland - Métodos de ensaio:** NBR 13957. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone:** NM 67. Rio de Janeiro, 1996.

CONSALES, L. E. S. **Estudo de dosagem de concreto convencional feito com CP II F-32 e agregados de Rio Branco – Acre e utilização de uma argila calcinada como pozolana na substituição parcial do cimento.** São Paulo, 2009, 164f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais) Curso de Pós-graduação em Engenharia de Materiais – Universidade Presbiteriana Mackenzie.

FOLETTO E. L. et al. **Aplicabilidade das cinzas de casca de arroz.** Química Nova, Vol. 28, nº 6, pag. 1055-1060. Agosto, 2005.

POUEY, M.T. F. **Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico.** Porto Alegre, 2006, 345f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SANTOS, S. **Produção e avaliação do uso de pozolana com baixo teor de carbono obtida da cinza de casca de arroz residual para concreto de alto desempenho.** Florianópolis, 2006, 267f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.

<http://www.irga.rs.gov.br>, acessada em junho 2011.