



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

## **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CP V-ARI EM UMA DOSAGEM DE CONCRETO: RESISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE<sup>1</sup>**

**Thiana Dias Herrmann<sup>2</sup>, Cândida Bernardi<sup>3</sup>, Boris Casanova Sokolovicz<sup>4</sup>, Gustavo Martins Cantarelli<sup>5</sup>,  
Tamile Kelm<sup>6</sup>, Tiago Bohn<sup>7</sup>.**

<sup>1</sup> Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Ciência Exatas e Engenharias pertencente ao Grupo de Pesquisa PET

<sup>2</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil da UNIJUI e bolsista PET. E-mail: thianadh@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Mestre do Departamento de Ciência Exatas e Engenharias, Orientador. E-mail: gustavo.cantarelli@unijui.edu.br

<sup>4</sup> Professor Especialista do Departamento de Ciência Exatas e Engenharias, Orientador. E-mail: bsokolovicz@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Professor Orientador do curso de Engenharia Civil da UNIJUI

<sup>6</sup> Bolsista PET, aluna do curso de Engenharia Civil da UNIJUI

<sup>7</sup> Bolsista PET, aluno do curso de Engenharia Civil da UNIJUI

### Resumo

O concreto é um elemento vital na construção civil, utilizado desde a época romana, tem passado por um enorme progresso. Com o surgimento de estruturas mais complexas viu-se a necessidade do desenvolvimento de novos métodos de dosagem de concreto, que se adequa-se aos esforços que o concreto fosse submetido. Em 1992 Helene e Terzian desenvolveram uma metodologia de dosagem do concreto, obtendo o traço que seja o mais econômico possível e que atenda às características de resistência e durabilidade estabelecida no projeto para a obra ou elemento estrutural. Neste contexto esta pesquisa buscou avaliar a dosagem de concretos com a utilização do CP V-ARI através de sua trabalhabilidade e resistências mecânicas. Encontrando teor ideal de argamassa de 56%, e resistências às idades de rupturas que se adequam ao cimento utilizado. A partir disto será possível desenvolver pesquisas que avalie por uma resistência definida em projeto ou por uma relação água/cimento, o comportamento deste cimento em combinações com adições minerais.

Palavras-chave: traço; construção civil; argamassa

### Introdução

O concreto é utilizado como material da construção civil desde a época dos romanos, onde era utilizado como aglomerante uma mistura de cal e cinza vulcânica, este material possibilitou o desenvolvimento de grandes obras de engenharias.

Com o surgimento do Cimento *Portland*, o concreto se tornou ainda mais versátil, com uma maior facilidade de moldagem nas diferentes formas de arquitetura. O cimento pertence à classe dos materiais classificados como *aglomerantes hidráulicos*, esse tipo de material em



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

contato com a água entra em processo físico-químico, tornando-se um elemento sólido com grande resistência à compressão e resistente à água e a sulfatos. É um material em forma de pó, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio. Este cimento resulta da moagem do clínquer, obtido através de uma mistura de calcário (aproximadamente 80%) e argila (aproximadamente 20%), convenientemente dosada e homogeneizada, aquecida até a fusão (cerca de 1450 °C). Após esta queima, adiciona-se sulfato de cálcio (gesso), em teor que varia de 2% a 4%, a fim de regularizar o tempo de início das reações químicas do cimento.

Dentre os variados tipos de cimento, existe o *cimento portland de alta resistência inicial* (CP V-ARI), conhecido por atingir alta resistência logo nos primeiros dias, esta característica se dá a mistura de calcário e argila na produção do clínquer, bem como pela moagem mais fina do cimento, de modo que, ao reagir com a água, ele adquira elevadas resistências, com maior velocidade. O CPV-ARI não contém adições, e possui alto teor de C<sub>3</sub>S, apresentando o inconveniente de liberar muito calor de hidratação e maior quantidade de cal. É recomendado o seu uso, em obras onde seja necessário a desforma rápida de peças de concreto armado.

Com o progresso das técnicas dos cálculos estruturais, do conhecimento do comportamento do concreto e do aço, surgiram estruturas mais complexas, e então viu-se a necessidade do desenvolvimento de um método de dosagem que se adequasse às tensões que o concreto fosse submetido. A dosagem nada mais do que o proporcionamento mais adequado e econômico dos materiais: agregado graúdo, agregado miúdo, cimento, água, aditivo, e busca obter características de trabalhabilidade durante o estado fresco, e de resistência e durabilidade no estado endurecido.

Em 1992 Helene e Terzian desenvolveram pelo Instituto de Pesquisas – IPT uma metodologia clara e precisa de dosagem do concreto, obtendo de forma mais rápida, prática e racional o traço que seja o mais econômico possível e que atenda às características de resistência e durabilidade estabelecida no projeto para a obra ou elemento estrutural.

Portanto, esta pesquisa busca analisar o comportamento do cimento CP V-ARI em concretos, através da trabalhabilidade e suas resistências mecânicas, utilizando o método de dosagem proposto por Helene e Terzian.

## Metodologia

Numa dosagem de concreto é fundamental o conhecimento das características de cada material utilizado. Neste estudo vamos utilizar cimento CP V-ARI, areia média e brita 1. Para obter o diagrama de dosagem, é necessário no mínimo três pontos que correlaciona a resistência à compressão, a relação água/cimento (a/c), o traço e o consumo de cimento. Será utilizado o traço 1:5 (na proporção cimento:agregados secos, 1:m) como intermediário, 1:4 como traço rico, 1:6 como traço pobre e 1:7 como traço muito pobre.

Definidos os traços que serão utilizados, parte-se para o estudo experimental com mistura em betoneira. Será realizado a trabalhabilidade, pois a mesma é a propriedade do concreto no estado fresco que define a capacidade do material se moldar nas fôrmas, sendo facilmente transportado, lançado e adensado sem perder sua homogeneidade. Composta por



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

pelo menos dois componentes, a coesão que descreve a resistência à exudação ou à segregação, e a fluidez que descreve a facilidade de mobilidade do concreto. Inicialmente encontrando o teor ideal de argamassa.

Um concreto com pouca argamassa possui pouca coesão, acarreta segregação, porosidade, impedindo assim que alcance seu desempenho, e um concreto com muita argamassa tem uma melhor aparência, mas eleva o custo por metro cúbico e corre risco de fissuração por origem térmica ou por retração de secagem. Por isso é tão importante determinar o teor ideal de argamassa, com adições dos materiais em proporções, através do Abatimento do Tronco de Cone de acordo com a NBR NM 67, devendo para esta pesquisa atingir *slump*  $\pm 0,08$  m. Também por observações práticas como passar a colher de pedreiro sobre a superfície do concreto verificando se a argamassa esta envolvendo todo agregado, retirar uma amostra de concreto com a colher de pedreiro e analisar se há desprendimento de agregado gráudo da massa, soltar a amostra e verificar se ele cai compacto e homogêneo. Adicionar água em pequenas quantidades, determinando a relação a/c.

Efetuada a trabalhabilidade será possível encontrar os traços auxiliares (1:a:p) para cada traço (1:m), encontrando a quantidade de material para a moldagem de 16 corpos-de-prova cilíndricos com dimensões de 0,01 m de diâmetro e 0,02 m de altura, de acordo com a NBR 5738 para as idades de ruptura de 7, 14, 28, 91, 180 e 360 dias. Os traços auxiliares devem manter fixo o teor de argamassa e o abatimento do tronco de cone encontrado no traço, e são definidos pelas equações:

Eq. (1)

$$p = m - a$$

Eq. (2)

onde,

$\alpha$ : teor de argamassa ideal

m: valor do traço

a: quantidade de areia

p: quantidade de brita

A quantidade de material necessário para a moldagem de cada traço auxiliar é encontrado pela equação abaixo, definindo-se primeiramente a quantidade de cimento, e multiplicando-a pelo valor de a (areia) e p (brita) de cada traço auxiliar.

Eq. (3)

onde,

C: quantidade de cimento necessário

m: valor do traço unitário

massa de concreto total: quantidade necessária para moldar todos os corpos-de-prova

Para cada traço auxiliar encontrado será feito ensaio em betoneira, realizando a moldagem dos corpos-de-prova, sendo desmoldados logo no dia seguinte e levados à câmara úmida para o processo de cura, até o dia de ruptura de cada corpo-de-prova.

Resultados e Discussões

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Na trabalhabilidade para os traços 1:4, 1:5, 1:6 e 1:7 o teor ideal de argamassa encontrado foi de 56%, o abatimento do tronco de cone e a relação a/c encontrados para cada traço está apresentado na Tabela 1:

Tabela 1: Abatimento do Tronco de Cone

Traço	Abatimento do Tronco de Cone	a/c
1:4	0,085 m	0,44
1:5	0,078 m	0,51
1:6	0,076 m	0,59
1:7	0,080 m	0,72

Os traços auxiliares foram encontrados a partir do teor ideal de argamassa de 56% dos traços 1:m de acordo com as Equações 1 e 2, e apresentados a seguir na Tabela 2:

Tabela 2: Traços auxiliares

Traço	Traço Auxiliar (1:a:p)
1:4	1:1,8:2,2
1:5	1:2,36:2,64
1:6	1:2,92:3,08
1:7	1:3,48:3,52

E posteriormente foi possível determinar a quantidade de material necessário para a moldagem dos 16 corpos-de-prova para cada traço auxiliar pela Equação 3, e os resultados obtidos estão na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade de material para moldar 16 corpos-de-prova

Traço	Traço Auxiliar	Cimento (kg)	Areia(Kg)	Brita(Kg)	Água (Kg)
1:4	1:1,8:2,2	19	34,2	41,8	8,46
1:5	1:2,36:2,64	15,83	37,36	41,8	8,105
1:6	1:2,92:3,08	13,57	39,62	41,8	8,025
1:7	1:3,48:3,52	11,88	41,33	41,8	8,075

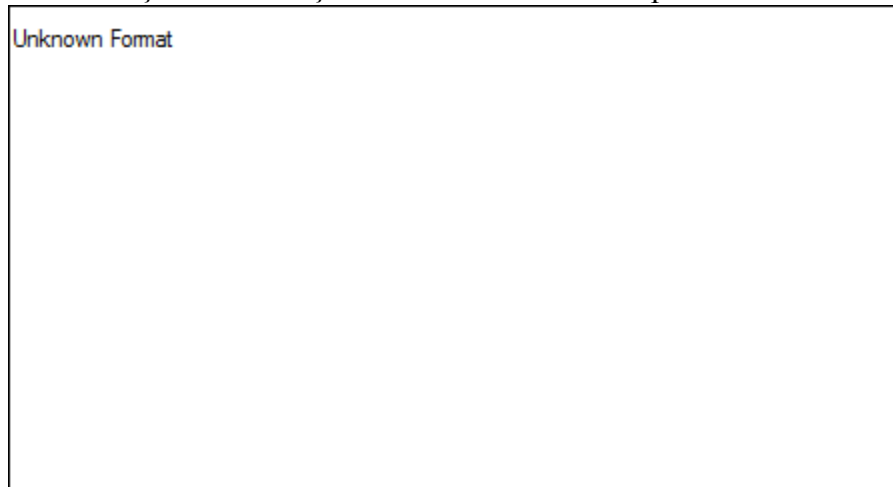
E então imediatamente foram moldados os 16 corpos-de-prova, deixando-os posteriormente em cura úmida até a idade de ruptura, definindo a resistência a compressão de cada traço auxiliar. Destes 16 corpos-de-prova, foram moldados 2 para a idade de ruptura de 7 dias, 2 para a idade de 14 dias, 3 para a idade de 28 dias, 3 para 91 dias, 3 para 180 dias e 3 para 360 dias. Sendo que destes, já foram rompidos até a idade de 28 dias, obtendo os resultados apresentados na Tabela 4 e Figura 1.

Tabela 4: Resistência a compressão

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Traço	Traço Auxiliar	Idade	Resistência Média (Mpa)	a/c
1:4	1:1,8:2,2	7	46,27	0,44
1:5	1:2,36:2,64	7	37,34	0,51
1:6	1:2,92:3,08	7	27,04	0,59
1:7	1:3,48:3,52	7	19,17	0,72
1:4	1:1,8:2,2	14	49,04	0,44
1:5	1:2,36:2,64	14	43,87	0,51
1:6	1:2,92:3,08	14	35,01	0,59
1:7	1:3,48:3,52	14	22,27	0,72
1:4	1:1,8:2,2	28	56,78	0,44
1:5	1:2,36:2,64	28	48,23	0,51
1:6	1:2,92:3,08	28	37,22	0,59
1:7	1:3,48:3,52	28	25,16	0,72

Figura 1: Correlação entre relação a/c e resistência à compressão: Curva de Abrams



**Conclusões**

O estudo mostrou as características do cimento CP V-ARI como satisfatórias. E a partir dos resultados obtidos será possível realizar pesquisas futuras, que adotem uma resistência ou uma relação a/c, sendo assim possível montar o Diagrama de Dosagem, definindo o traço definitivo. Podendo utilizar adições minerais, em combinação com o cimento em várias proporções, analisando seu comportamento para os parâmetros de propriedades mecânicas, durabilidade e microestrutura.

**Agradecimentos**





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Ao MEC/SESU pela bolsa PET, ao LEC (Laboratório de Engenharia Civil), a SUPERTEX pela doação de cimento e a Pedreira TABILLE pela doação dos agregados, que proporcionaram o desenvolvimento desta pesquisa.

#### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67:** Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone. Rio de Janeiro, 1998. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:** Moldagem e Cura de Corpos-de-prova Cilíndricos ou Prismáticos de Concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 1994. 9p.

**HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo.** Manual de dosagem e Controle do Concreto. São Paulo: PINI; 1992. 349 p.

**RODRIGUES, Públio Penna Firme.** Parâmetros de dosagem do concreto. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland; 2005. 36 p.

---

**Projeto:** Análise do comportamento do CP V-ARI em uma dosagem de concreto: resistência e trabalhabilidade.