

# AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO NA DOSAGEM DE ÁGUA

Angélica Vinci do Nascimento Gimenes\*  
Carlos Roberto Mendonça Junior\*\*  
Gisele Hiromi Matsumoto de Freitas\*\*\*  
Priscila Josiane da Silva\*\*\*\*  
Thais Fernandes Ribeiro\*\*\*\*\*  
Judson Ricardo Ribeiro da Silva\*\*\*\*\*

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo analisar diferentes quantidades de água no concreto e apontar as consequências dessa dosagem. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizados ensaios de granulometria dos agregados, *slump-test*, também chamado de teste de abatimento do tronco de cone, ensaios de rompimento de corpos de prova para análise da resistência (conforme a idade do molde e a quantidade de água) e relatórios de amostragem de dados. Com a análise dos dados e resultados do *slump-test* e da resistência à compressão notou-se que diminuindo o fator água-cimento (*a/c*), tem-se um concreto com resistência maior, porém com um abatimento muito baixo, tornando-o difícil de manusear. Aumentando a quantidade de água (*a/c*), os resultados do teste de resistência diminuem, porém melhorando a trabalhabilidade. Concluiu-se que o traço tido como convencional, para um  $f_{ck}$  de 15 MPa e fator *a/c* igual a 0,755, baseado nos resultados, é o que apresenta a quantidade ideal de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto; Água; Dosagem Ideal.

## EVALUATION OF CONCRETE RESISTANCE AS A FUNCTION OF WATER DOSAGE VARIATION

**ABSTRACT:** Different amounts of water in concrete and the consequences of dosages were analyzed. Aggregate granulometry assays, slump tests and specimen disrupture assays were conducted for the analysis of resistance (according to mold aging and water quantity) coupled to data sampling reports. Data analysis and the result of slump test and compression resistance showed that a decrease in the water-cement (*w:c*) ratio produced a higher resistance concrete, although with very low reduction and difficult handling. If the water quantity is increased, resistance test results decrease but workability increases. Results show that the conventional factor for a 15 MPa  $f_{ck}$  and *w:c* ratio = 0.755 is the ideal water quantity.

**KEYWORDS:** Concrete; Water; Ideal Dose.

\* Discentes de Engenharia Civil no Centro Universitário de Maringá –UNICESUMAR; E-mail: angelicaavng@hotmail.com

\*\* Discentes de Engenharia Civil no Centro Universitário de Maringá –UNICESUMAR; E-mail: carlinhos\_junior13@hotmail.com

\*\*\* Discentes de Engenharia Civil no Centro Universitário de Maringá –UNICESUMAR; E-mail: gisele-hiromi@hotmail.com

\*\*\*\* Discentes de Engenharia Civil no Centro Universitário de Maringá –UNICESUMAR; E-mail: priscilajosiane@hotmail.com

\*\*\*\*\* Discentes de Engenharia Civil no Centro Universitário de Maringá –UNICESUMAR; E-mail: thaisfernandesribeiro@gmail.com

\*\*\*\*\* Docente no Departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR; Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Paraná – UFPR; E-mail: judson.ribeiro@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O concreto é um “material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, meta-caulim ou sílica ativa), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água)”. (ABNT NBR 12655, 2006, p. 2). O cimento utilizado no processo foi o cimento Portland.

Dos materiais que constituem o concreto a dosagem de água é subestimada em grau de importância, porém, “a água tem fundamental importância no concreto, visto que o cimento, quando hidratado, sofre uma reação química exotérmica (emite calor) que resulta no seu endurecimento. Entretanto quando existe na massa do concreto, mais água do que o cimento necessita para endurecer, este excesso não é absorvido na reação e “sobra” água no concreto.” (SILVA, 2012).

Quando o concreto ainda se encontra na fase plástica, concreto fresco, uma parte desse excedente de água migra do interior para a superfície da massa do concreto, formando canalículos no seu interior. Depois de endurecido e da perda de toda a água de amassamento por evaporação, o concreto apresenta vazios no formato de bolhas e canalículos, que são os responsáveis pela redução de resistência e impermeabilidade do concreto. (SILVA, 2012).

Ainda quanto ao erro na dosagem de água no concreto entra a questão do desperdício de materiais e a sobra de concreto, pois o que comumente se vê em canteiro de obras é a adição de mais materiais se a quantidade de água adicionada deixar o concreto “mole”.

Ao se fazer a análise das diferentes dosagens de água no concreto é possível identificar qual é a quantidade ideal a ser inserida.

Esse estudo será realizado no laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário de

Maringá (Unicesumar) onde serão feitos os ensaios de massa específica dos agregados, rompimentos de corpos de prova para análise de resistência (conforme a idade do molde e a quantidade de água), *slump-test* para análise de dosagem de água e elaborar relatórios de amostragem de dados.

O estudo justifica-se pelos ganhos obtidos com a dosagem correta de água no concreto. Com menor consumo de água, haverá menor consumo de materiais como, por exemplo, o cimento, reduzindo o gasto financeiro com materiais.

Com a dosagem correta são evitados problemas de atraso no cronograma da obra (maior quantidade de água, maior tempo de cura), além de evitar problemas estruturais, como perda de resistência e impermeabilidade do concreto, gerados pela dosagem incorreta.

Este trabalho também contempla o ganho na questão da sustentabilidade diminuindo a poluição pelo descarte das sobras do concreto preparado, pois com o excedente de água é necessário aumentar a dosagem de materiais que conseqüentemente aumenta a quantidade de concreto preparado, sendo que nem toda essa quantia será usada, havendo o descarte das sobras.

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, pois gera conhecimentos. Classifica-se como de abordagem quali-quantitativa e quantitativa, pois se utiliza de parâmetros estatísticos e é também qualitativa, pois a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa.

É uma pesquisa de cunho exploratório, do ponto de vista de seus objetivos, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.

E também é classificada como bibliográfica, pois é desenvolvida a partir de material já elaborado por diversos autores sobre determinado assunto, e experimental, pois será determinado um objeto de estudo, selecionando as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo e serão definidas as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produzirá no objeto.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 CONCRETO E SEUS COMPONENTES

Segundo a ABNT NBR 12655 (2006, p. 4) o cimento Portland é aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland, ao qual se adiciona, durante essa operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a essa mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonatados, nos teores indicados nas normas específicas.

Sendo clínquer Portland um “produto constituído em sua maior parte de silicatos de cálcio com propriedades hidráulicas” (ABNT, 1991, p. 2).

No concreto comumente utilizado, o meio aglomerante é formado por uma mistura de cimento Portland e água (pasta) e o agregado é o material granular, tal como areia (agregado miúdo) e pedra britada (agregado graúdo). (CAVALLI; DO-TAF, 2008, p. 23).

Ainda sobre o cimento Portland, este pode ser cimento Portland comum (designados pelas siglas CP I – Cimento Portland comum e CP I-S – Cimento Portland comum com adição), cimento Portland de alta resistência inicial (designado pela sigla CP V-ARI), cimento Portland de alto-forno, (designados pela sigla CP III), cimento Portland pozolânico (designados pela sigla CP IV), cimento Portland composto, o qual é designado, segundo a ABNT NBR 11578 (1991, p. 2-3), pelas siglas CP II-E – Cimento Portland composto com escória, CP II-Z – Cimento Portland composto com pozolana e CP II-F – Cimento Portland composto com filer, seguidos de suas classes de resistência.

Os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, duráveis e limpos e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possa afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura

contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto (ABNT, 2005, p. 8).

Quanto à classificação, os agregados podem ser classificados de acordo com sua origem (naturais ou artificiais), dimensão (miúdo ou graúdo), suas características físicas (forma das partículas e composição granulométrica) e características mecânicas.

A água é um componente fundamental do concreto, responsável pelas reações de endurecimento e usada na cura, chega representar 20% de seu volume. Portanto, se contiver substâncias danosas em teores acima dos estabelecidos por norma, pode influenciar no seu comportamento e propriedades. [...] Em resumo, para produção de um concreto durável, dentro dos mais elevados padrões de qualidade, deve-se utilizar água o mais limpa possível, sem sais, ácidos, óleos, materiais orgânicos (restos de vegetação, algas) sem cheiro ou sabor. (CIMENTO, 2010).

Segundo Helene (2009), a dosagem experimental parte de alguns parâmetros laboratoriais dos componentes, mas para chegar ao traço final dependem fundamentalmente de experimentos sobre amostras e corpos-de-prova do concreto. Há vários métodos para se determinar o traço do concreto, e o mais empregado atualmente é o do IPT. Para a dosagem necessita-se da determinação do traço que é a expressão das proporções dos diversos materiais que compõem o concreto, geralmente adotando-se a quantidade de cimento como unidade.

### 2.2 METODOLOGIA

O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total ensaiada. A norma NBR NM 248 descreve a forma como o procedimento ocorre.

O ensaio é realizado através do peneiramento de amostras. Para cada uma das amostras de ensaio, calcular a porcentagem retida, em massa, em cada peneira, com aproximação de 0,1%. As amostras devem apresentar necessariamente a mesma dimensão máxima e, nas demais peneiras, os valores de porcentagem retida não devem diferir mais que 4% entre si. Caso isso ocorra, repetir o peneiramento para outras amostras de ensaio até atender a esta exigência. (ABNT, 2001, p.10)

Conforme Assunção (2009), o *slump-test* ou teste de abatimento do tronco de cone, deve ser realizado utilizando-se como parâmetro a norma NBR NM 67, seguindo os procedimentos descritos:

- ✓ A amostra de concreto deve ser recolhida depois de descarregar 0,5 m<sup>3</sup> de concreto do caminhão;
- ✓ Preencher o cone com a amostra em 03 camadas iguais, aplicando com a haste metálica, 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada a fim de adensá-las;
- ✓ Após a compactação da última camada, retirar o excesso de concreto e alisar a superfície com uma régua metálica;
- ✓ Retirar o cone, içando-o com cuidado na direção vertical;
- ✓ Imediatamente após a retirada do cone, coloque-o invertido ao lado da massa abatida e com auxílio da haste como referência de altura é medida a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, expressando o resultado em centímetros. O valor obtido determina a consistência do concreto.

“Para o concreto comum, a medida ideal do abatimento é aproximadamente 80 ± 10 mm.” (ASSUNÇÃO, 2009, p. 2).

O método pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto é prescrito pela ABNT NBR 5739.

A aparelhagem necessária à execução do ensaio é especificada pela ABNT NBR NM ISO 7500-1. De acordo com a norma a máquina é definida como um instrumento destinado a medir forças; quando se trata de força de compressão pode ser denominado prensa.

Segundo a ABNT NBR 5739 (1994, p.1-3) a máquina ainda deve atender exigências quanto à estrutura de aplicação da carga, os pratos de compressão, o posicionamento do corpo-de-prova cilíndrico, o acionamento da máquina, a taxa de aplicação da carga, o sistema de medição de forças, entre outras especificações.

Até a idade de ensaio, os corpos-de-prova devem ser mantidos em processo de cura úmida ou saturados, nas condições preconizadas, conforme o caso, pelas NBR 5738, NBR 7680 e NBR 9479. (NBR 5739, 1994, p. 3).

Conforme a norma a cura deve ser dita úmida quando a superfície do corpo-de-prova for mantida permanentemente úmida. A cura deve ser dita saturada quando o corpo-de-prova for mantido permanentemente imerso em água saturada de cal.

Os corpos-de-prova devem ser ensaiados nas mesmas condições de sazonalidade em que se encontravam na câmara úmida. Assim sendo, recomenda-se que o ensaio seja realizado, tanto quanto possível, imediatamente após a remoção do corpo-de-prova do seu local de cura. (ABNT, 1994, p. 3).

A resistência à compressão deve ser obtida dividindo-se a carga da ruptura pela área da seção transversal do corpo-de-prova, devendo o resultado ser expresso com aproximação de 0,1 MPa.

### 2.3 EXPERIMENTAL

Foram realizados em laboratório os procedimentos de análise granulométrica dos agregados, cálculo do traço, preparo do concreto, *slump-test*, moldagem dos corpos-de-prova e os ensaios de resistência à compressão.

Com o ensaio de granulometria dos agregados obtivemos os seguintes resultados descritos na Tabela 1, 2, 3.

**Tabela 1.** Granulometria do agregado miúdo para uma amostra de 500 g

PENEIRAS		
<b>1,18 mm</b>	0,3 mm	menor que 0,3 mm
<b>14,8 g (2,96 %)</b>	385,4 g (77,08 %)	97,9 g (19,58 %)

Fonte: Dados da Pesquisa

Pelas porcentagens obtidas trata-se de uma areia fina.

**Tabela 2.** Granulometria do agregado graúdo tipo 1 para uma amostra de 500g

PENEIRAS			
<b>4,75 mm</b>	1,18 mm	0,3 mm	> 0,3 mm
<b>328,4 g (65,64 %)</b>	161,9g (32,38 %)	1,9g (0,38 %)	7,9g (1,58 %)

Fonte: Dados da Pesquisa

Concluiu-se que o agregado graúdo tipo 1 trata-se de uma brita tipo 0.

**Tabela 3.** Granulometria do agregado graúdo tipo 2 para uma amostra de 500g

PENEIRAS			
<b>9,5 mm</b>	4,75 mm	1,18 mm	> 0,3 mm
			0,3g (0,06 %)

Fonte: Dados da Pesquisa

Concluiu-se que o agregado graúdo tipo 2 trata-se de uma brita tipo 1.

A próxima etapa foi calcular o traço. Para fazer o traço do concreto foi utilizado, para um  $f_{ck} = 15$  Mpa e desvio padrão ( $S_d = 7$ ), as fórmulas a seguir:

$$f_{cc28} = f_{ck} + 1,65 * S_d \quad (1)$$

$$f_{cc28} = 15 + 1,65 * 7 = 24,075 \text{ MPa} \quad (2)$$

$$f_{cc28} = 24,075 \text{ MPa} \quad (3)$$

Através do  $f_{cc28}$  calculado e da Curva de Abrams estipulou-se um valor de  $x = 0,63$  onde  $x$  é a relação  $a/c$ .

$$x = \frac{P_{ag}}{P_c} \quad (4)$$

$$0,63 = \frac{P_{ag}}{50} \quad (5)$$

$$P_{ag} = 31,5 \text{ Kg (31,5 litros)} \quad (6)$$

Com o peso da água e sabendo que se trata de um adensamento manual, ou seja,  $A (\%) = 9 \%$ , utilizou-se da fórmula abaixo para obtenção do peso dos agregados  $P_m$ .

$$A\% = \frac{P_{ag}}{P_c + P_m} \quad (7)$$

$$0,09\% = \frac{31,5}{50 + P_m} \quad (8)$$

$$P_m = 300 \text{ kg} \quad (9)$$

Para saber a relação de areia e de brita utilizou-se uma tabela com os valores correspondentes às porcentagens de cada uma. Para o uso de brita como agregado graúdo utiliza-se 45% de areia e como o adensamento é manual acrescenta 4% a esse valor utilizando 49%.

$$P_a = 0,49 * P_m = 0,49 * 300 \quad (10)$$

$$P_a = 147 \text{ kg} \quad (11)$$

E o restante corresponde ao peso da brita o qual foi dividido exatamente ao meio a proporção de brita 0 e 1.

$$P_b = 300 - 147 = 153 \text{ kg} \quad (12)$$

Com tais valores obteve-se o seguinte traço em peso: 50: 147: 153 e 31,5 litros de água ou 1: 2,94: 3,06 e 0,63 litros de água.

Para o preparo do concreto utilizou-se a betoneira, onde primeiramente houve a pesagem e

separação dos agregados. Foi utilizado no preparo 4 kg de cimento, 11,76 kg de areia, 12,24 kg de brita e 2,52 litros de água.

Foram feitos o preparo de três traços, um ideal e os traços “seco” e “aguado” mantendo a quantidade de agregado e alterando a relação a/c. O preparo foi realizado na betoneira e para a colocação dos componentes foi obedecida uma ordem, que é:

- a) Parte da água (80%);
- b) Cimento;
- c) Agregado graúdo;
- d) Agregado miúdo;
- e) Restante da água.

O primeiro traço misturado foi ideal e apresentou a necessidade de adição de mais água (500 ml) e adotamos essa adição como padrão para todos os traços.

Após cada preparo de traço foi realizado o *slump-test*, que é realizado para verificar a trabalhabilidade do concreto em seu estado “plástico” buscando medir sua consistência. Esta trabalhabilidade deve ser adequada em cada situação de concretagem sendo fundamental para a obtenção de um produto final de qualidade. O procedimento deste teste procedeu conforme a norma ABNT NBR NM 67:1998 determina e estão descritos na tabela 4.

**Tabela 4.** Resultados do *slump-test*

SECO	TRAÇOS	
	IDEAL	AGUADO
1 cm	3 cm	acima de 20 cm

Fonte: Dados da Pesquisa

Para a moldagem dos corpos de prova, o procedimento baseou-se NBR 5738, que determina moldagem e cura de corpos de prova. Para os efeitos deste método é adotada a seguinte definição para dimensão básica dos corpos-de-prova medida expressa em milímetros, utilizada como referência para os corpos-de-prova, sendo empregado o diâmetro. Os moldes devem ser untados internamente com uma

fina camada de óleo diesel. O concreto deve ser colocado no molde, com o emprego de concha, em camadas de altura aproximadamente iguais.

Os corpos-de-prova devem permanecer nas fôrmas, nas condições de cura inicial durante o tempo a seguir definido por norma, desde que as condições de endurecimento do concreto permitam a desforma sem causar danos ao corpo-de-prova, no caso da forma cilíndrica o prazo mínimo é de 24 horas.

O último ensaio realizado foi o de rompimento dos corpos-de-prova, que até o início do ensaio devem ser conservados imersos em água ou permanecer em câmara úmida que apresente, no mínimo, 95% de umidade relativa do ar, atingindo toda a sua superfície livre, ou ficar enterrados em areia completamente saturada em água. Em qualquer dos casos, a temperatura deve ser de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  até o instante do ensaio, conforme a NBR 9479.

No procedimento realizado no laboratório foram executados nove rompimentos aos sete dias, nove aos quinze (devido ao feriado) e nove aos vinte e oito dias. Para todos os corpos de prova o processo de rompimento ocorreu da mesma maneira, através da prensa hidráulica do Laboratório da Unicesumar.

Os resultados do ensaio seguem nas tabelas 5, 6 e 7.

**Tabela 5.** Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 7 dias (07/08/2012)

	Nº do corpo-de-prova	Diâmetro 1ª medição (mm)	Diâmetro 2ª medição (mm)	Diâmetro 3ª medição (mm)	Média diâmetro (mm)	Força (KN)	Tensão (MPa)
SECO	1	100,63	100,54	100,63	100,6	72,6	9,13
	2	101,21	101,04	100,75	101	52,29	6,64
	3	100,16	100,07	100,01	100,08	61,4	7,694
IDEAL	1	101,39	100,43	100,28	100,7	60,85	7,64
	2	100,74	100,73	100,33	100,6	57,6	7,247
	3	100,36	101	100,44	100,6	41,23	5,187
AGUADO	1	100,8	101,59	100,01	100,8	35,04	4,391
	2	100,77	100,31	100,72	100,6	46,06	5,795
	3	100,1	100,2	100	100,1	41,05	5,216

Fonte: Dados da Pesquisa

**Tabela 6.** Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 15 dias (15/08/2012)

	Nº do corpo-de-prova	Diâmetro 1ª medição (mm)	Diâmetro 2ª medição (mm)	Diâmetro 3ª medição (mm)	Média diâmetro (mm)	Força (KN)	Tensão (MPa)
SECO	1	100,66	101,61	100,28	100,85	41,736	5,224
	2	104,9	100,97	99,79	101,89	54,105	6,798
	3	100,64	100,08	101,28	100,67	70,15	8,813
IDEAL	1	100,43	101,5	99,93	100,62	77,34	9,726
	2	99,9	100,76	99,36	100,01	71,39	9,088
	3	101	100,31	101,06	100,79	68,79	8,622
AGUADO	1	100,3	101,29	101,57	101,05	66,46	8,209
	2	100,07	100,079	100,82	100,32	66,23	8,378
	3	100,1	99,83	100,1	100,01	66,3	8,44

Fonte: Dados da Pesquisa

**Tabela 7.** Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias (29/08/2012)

	Nº do corpo-de-prova	Diâmetro 1ª medição (mm)	Diâmetro 2ª medição (mm)	Diâmetro 3ª medição (mm)	Média diâmetro (mm)	Força (KN)	Tensão (MPa)
SECO	1	100,29	100,52	100,08	100,3	139,06	17,6
	2	100,25	100,07	99,97	100,1	136,12	17,3
	3	101,13	100,67	99,78	100,53	120,68	15,21
IDEAL	1	100,21	100,61	99,82	100,21	90,7	11,5
	2	100,66	100,14	100,42	100,41	102,3	12,92
	3	100,17	100,45	100,17	100,26	93,22	11,81
AGUADO	1	100,22	100,67	99,91	100,27	86,72	10,98
	2	99,86	99,94	101,05	100,28	85,61	10,84
	3	99,69	100,67	99,85	100,07	86,1	10,95

Fonte: Dados da Pesquisa

Os resultados obtidos nos ensaios de rompimento estão descritos nos gráficos a seguir, a fim de melhor visualização:

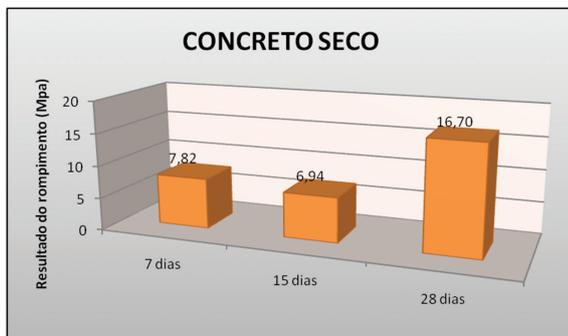


Gráfico 1. Resultado do rompimento do Concreto Seco

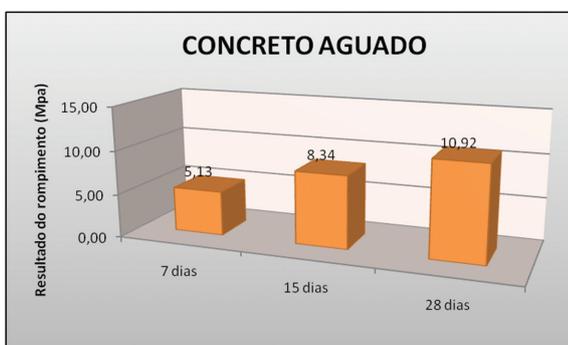


Gráfico 2. Resultado do rompimento do Concreto Aguado

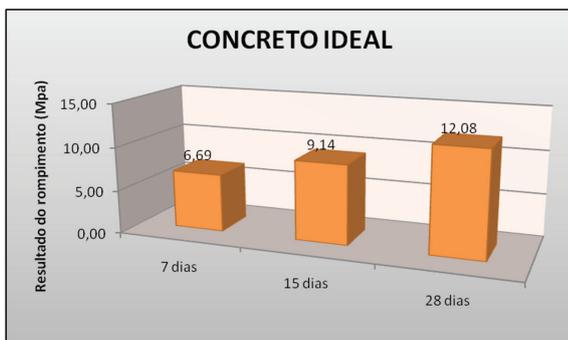


Gráfico 3. Resultado do rompimento do Concreto Ideal

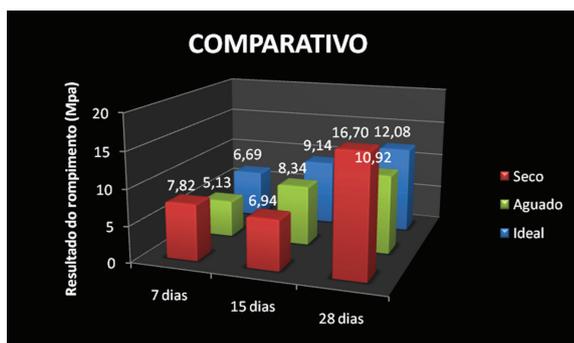


Gráfico 4. Comparativo dos rompimentos

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o desenvolvimento da pesquisa teve-se como objetivo encontrar o fator de água cimento ideal para um concreto com uma determinada resistência à compressão, porém devido à questão da trabalhabilidade foi necessária adicionar água nos traços, o que diminui a resistência à compressão obtida.

Como critério de comparação foi calculado um traço convencional, citado durante o projeto como ideal, cujo fator a/c (água/cimento) obtido na curva de Abrans seria 0,63, porém com as adições de água passou a ser 0,755.

Dois outros tipos de traços foram elaborados alterando o fator a/c. O traço dito aguado teve o fator 0,68 alterado para 0,805 e o dito seco de 0,58 para 0,705.

Com os resultados do *slump-test* e da resistência à compressão notou-se que diminuindo o fator água cimento, porém mantendo a quantidade de cimento tem-se um concreto com resistência maior, porém um abatimento muito baixo tornando-o difícil de manusear. Aumentando a quantidade de água (fator a/c), os resultados do teste de resistência diminuem, porém melhorando o manuseio.

Portando o traço convencional, para um fck de 15 Mpa e fator a/c igual a 0,755, baseado nos resultados, é o que apresenta a quantidade certa de água, pois é um concreto trabalhável e de resistência à compressão aceitável.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5732**: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de Compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro, 2005.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 9479**: Argamassa e concreto – Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 11578**: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR NM ISO 7500-1** Materiais metálicos – Calibração de máquinas de ensaio estático uniaxial Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão – Calibração do sistema de medição da força. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSUNÇÃO, J. W. **DOSAGEM RACIONAL DO CONCRETO**. Maringá: Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAeGYAH/dosagem-concreto>>. Acesso em: 6 de junho de 2012.
- CAVALLI, A. F.; DOTAF, T. S. **Avaliação da degradação do concreto devido à contaminação das águas por esgoto doméstico**. 2008. 125f. Monografia (Pós Graduação em Patologia nas Obras Civas) – Universidade Tuiuti do Paraná, Faculdade de Ciências Exatas, Curitiba, 2008.
- CIMENTO.ORG. **Efeito da qualidade da água no concreto**. 2010. Disponível em: <[http://www.cimento.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47:efeito-da-qualidade-da-agua-no-concreto&catid=35:qualidade&Itemid=27](http://www.cimento.org/index.php?option=com_content&view=article&id=47:efeito-da-qualidade-da-agua-no-concreto&catid=35:qualidade&Itemid=27)>. Acesso em: 21 de maio de 2012.
- HELENE, P. **Dosagem dos concretos de cimento Portland**. 2009. Disponível em: <[www.concretophd.com.br/imgs/files/DosagemCap12Concreto2011.pdf](http://www.concretophd.com.br/imgs/files/DosagemCap12Concreto2011.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2012.
- SILVA, L. C. T. **Dicas de construção**: prejudicial. Portal do Construtor. 2012. Disponível em: <<http://www.sintengenharia.com.br/diversosprejudicial.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

*Enviado em: 15 de abril de 2013*

*Aceito em: 12 de junho de 2013*