

POPULARIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO ATRAVÉS DA CRIAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO E ACESSÍVEL PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

*Thiago Dias de Araújo e Silva /IFTO /Thiagod.a.s@terra.com.br
Hizadora Constanza Medina Dambros /UFT/ hizadoraconstanza@hotmail.com*

RESUMO

Para que qualquer obra respeite os requisitos mínimos de segurança e qualidade dos processos em desenvolvimento é necessário controle tecnológico dos materiais em utilização, porém questões financeiras impedem pequenas e médias empresas de executarem os ensaios pertinentes. Nesse contexto, a criação de um equipamento de baixo custo e acessível contribuirá para popularização da tecnologia do concreto facilitando a execução do controle tecnológico. Assim, esta pesquisa de caráter experimental objetivou a criação do equipamento de metodologia simplificada utilizando o ensaio de arrancamento de uma barra entalhada de ferro de 0,8 mm encapsulada em um molde de corpo de prova de garrafa PET descartável de 1,5 litros para obtenção do valor da resistência característica à compressão do concreto cujos resultados foram comparados com os obtidos pelo método dos corpos de prova cilíndricos. Foram estabelecidos padrões para confecção do molde do corpo de prova e dos procedimentos de concretagem com garrafa PET, porém os resultados não foram conclusivos quanto a correlação entre os resultados dos dois métodos de ensaio.

Palavras-chave: controle tecnológico; ensaio de arrancamento; equipamento de baixo custo e acessível

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vive acentuado crescimento e com ele desenvolveram-se e difundiram-se novas técnicas, produtos e procedimentos. Entretanto é preciso prudência na execução de atividades de forma eficiente e econômica para que a segurança da obra e o bem estar do usuário da edificação sejam garantidos de forma adequada.

Assim, a execução de um rigoroso controle tecnológico, entendido como procedimento técnico responsável pela verificação das propriedades características dos materiais, contribui sumariamente para qualidade da obra porque permite ao profissional aferir precisamente as características dos materiais em uso, realizando reparos ou reforços estruturais se necessário.

Os ensaios de controle tecnológico exigem um complexo tecnológico de máquinas e profissionais qualificados. Entretanto, o alto valor do investimento necessário, para a realização dos ensaios, impede a maior parte das empresas de pequeno e médio porte, com menores condições financeiras e logísticas, de realizar os ensaios dentro de suas empresas obrigando-as a delegar a atividade para grandes empresas prestadoras desses serviços.

Nesse contexto, faz-se necessário uma tecnologia de baixo custo e de metodologia acessível e simplificada para que as empresas possam cumprir as normas regulamentadoras e certificar a segurança da construção. Com esse intuito, esta pesquisa avaliou a utilização do ensaio de arrancamento em moldes de garrafa PET de 1,5 litros como ensaio alternativo para controle tecnológico de obras de pequeno porte para ser executado dentro do canteiro de obra. Comparando a resultados entre o método tradicional e o proposto buscou-se estabelecer um coeficiente de

correlação entre os dados.

A simplificação dos procedimentos de execução do ensaio com a criação de um equipamento para determinação da resistência à compressão do concreto utilizando os princípios supracitados também implicará na popularização da tecnologia de concreto entre aqueles que não podem executar ensaio de resistência à compressão com moldes cilíndricos metálicos, próprios do método tradicional.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O concreto é basicamente o resultado da mistura de água, pedra, areia (agregado graúdo e miúdo, respectivamente) e cimento, cuja hidratação forma uma pasta resistente aderida aos agregados. Para controle das propriedades do concreto diversos ensaios avaliam a qualidade dos seus insumos e o próprio concreto como produto final da concretagem.

Mas, segundo Ruduit (2011), sua principal característica física é resistência característica do concreto à compressão - f_{ck} , também chamada de resistência à compressão, pois outras características como durabilidade, permeabilidade e a resistência à tração são proporcionais a ela. Além disso, Helene (2006) apud Ruduit (2011) afirma que qualquer modificação na uniformidade, natureza e proporção dos materiais poderá ser indicada por uma variação na resistência à compressão, porque se trata de uma propriedade muito sensível e influenciada por vários fatores, entre eles, o material empregado (proporção, relação água/concreto), a idade e a cura.

Atualmente, a resistência à compressão é aferida através do ensaio de determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto, cujos procedimentos de ensaio são padronizados pela NBR 5738/94 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Ruduit (2011) também refere que eles podem ter diferentes dimensões desde que a altura seja igual ao dobro do diâmetro, geralmente são moldados em moldes metálicos. Devem ser confeccionados na dosagem correta e previamente determinada e em quantidade suficiente para a realização do ensaio de compressão nas idades necessárias, geralmente de 24h, sete dias, 14 dias, 21 dias e 90 dias.

Sucintamente, nesse ensaio, o concreto confeccionado deverá preencher o espaço interno do molde metálico e depois do desmolde (após 24 horas de concretagem) permanecer na estufa até a data do ensaio. Suas superfícies precisam ser capeadas por enxofre ou por máquina retificadora para depois ser submetido à prensa de compressão ou máquina universal onde será calculada sua resistência.

Observa-se a necessidade de ferramentas e maquinários específicos para execução do ensaio descrito acima, como os corpos de prova cilíndricos, estufa, máquina retificadora ou enxofre e capeador e máquina de ensaio, fatores que evidenciam a complexidade do preparo e execução do ensaio.

Um método alternativo para verificação da resistência à compressão é o ensaio de arrancamento (ensaio de “Pull-out test” ou ensaio de “Push-out test”) no qual se extrai uma barra de aço, geralmente posicionada no centro de um bloco de concreto. O valor do pico de resistência, ou seja, da força necessária para romper a ligação aço-concreto, permite calcular a tensão de cisalhamento última da ligação, denominada tensão de aderência pela divisão da força máxima aplicada pela superfície nominal de ancoragem.

Para este ensaio é necessária a preparação do molde de corpo de prova, incluindo corte, perfurações e ajustes. Após a colocação do concreto em seu interior, o corpo de prova deve permanecer em estufa até o momento do ensaio executado com auxílio de um equipamento com macaco hidráulico acoplado. O método de ensaio será descrito detalhadamente na metodologia.

Salienta-se que nesse método a reação das placas de apoio coloca o concreto sob compressão criando importantes restrições às deformações transversais do corpo de prova, o que pode superestimar as tensões de aderência no concreto, já que esse se encontra confinado em seu molde.

Portanto, os dois métodos de ensaio permitem a verificação da resistência à compressão do concreto, porém possuem diferenças sensíveis no preparo e execução dos ensaios que determinam a facilidade ou complexidade exigida para os ensaios. Tais diferenças contribuem de forma decisiva para popularização da tecnologia do concreto, pois, a menor necessidade de recursos humanos e materiais deve facilitar a execução do controle tecnológico.

3. METODOLOGIA

Nas concretagens foram utilizados moldes de garrafa PET e molde cilíndrico no padrão brasileiro (10x20mm) para comparação entre o resultado obtido pela análise do ensaio de arrancamento e aquele do método tradicional referente a mesma dosagem, concretagem e idade. Os ensaios foram realizados nas idades de sete, 14 e 21 dias para as resistências de 20 e 25 MPa.

Também foram padronizados o uso da barra entalhada de ferro de 8 mm de diâmetro e cimento CP II Z – 32 e agregado graúdos brita 1 e seixo 0 para serem ensaiados, pela maior utilização desses materiais em obras de pequeno e médio porte. A garrafa da marca *Coca-Cola* de 1,5 litros foi utilizada como molde de corpo de prova padrão devido a maior proximidade entre os resultados dessa e do método tradicional após observação comparativa entre garrafas de 1,5; 2,0; 2,5 litros. As dimensões da garrafa são apresentadas na Tabela 1.

Característica da garrafa	Dimensões (cm)
Comprimento da garrafa	31,40
Dimensões do corte superior	28,88 (largura) x 9,20 (altura)
Altura de concretagem	18,20
Comprimento da barra de aço	40,00

Tabela 1 – Dimensões do corpo de prova padrão

3.1. Caracterização dos materiais e determinação dos traços dos concretos

Por seguinte, foram realizados ensaios de caracterização dos materiais seguindo as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Foram executados ensaios de Massa unitária, Massa específica e Análise granulométrica, necessária para determinação dos traços do concreto para cada combinação de materiais, sendo referenciadas nas NBR – 5738/94, NBR – 9775/87, NBR – 7217/87, NBR – 7225/936 e DNER-ME 195/97 do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Material	Massa Unitária (kg/dm ³)	Massa Específica (g/cm ³)	Módulo de Finura	Diâmetro Máximo (mm)
Areia	1,510	2,67	2,40	2,40
Brita 1	1,651	2,63	0,85	19,00
Seixo 0	1,777	2,56	0,81	25,00

Tabela 2 – Característica dos agregados miúdo e graúdo

Assim, os traços dos concretos foram obtidos pelo método da *American Concrete Institute- ACI*, considerando abatimento mínimo de 25mm e máximo de 75mm e 2% de ar incorporado à mistura para brita como agregado graúdo e 1,5% de ar incorporado quando seixo for utilizado, que resultaram nos traços relacionados na Tabela 3.

Agregado graúdo	Resistência (MPa)	Traço
Brita	20	1: 2,81: 4,14, a/c 0,654
	25	1: 2: 3,25, a/c 0,513
Seixo	20	1: 2,25: 5,29, a/c 0,654
	25	1: 1,2: 4,1, a/c 0,513

Tabela 3 – Volumes de materiais para 1m³ de concreto e traço do concreto

3.2. Confeção do molde de corpo de prova

Inicialmente, com a garrafa limpa e auxiliado por tesoura e estilete fez-se uma abertura na parte lateral da garrafa de diâmetro suficiente para posterior entrada da colher com concreto. Também foi moldada uma abertura de diâmetro pouco maior que a barra de ferro 8mm na parte inferior e na tampa da garrafa. Primeiro os locais foram aquecidos e posteriormente os furos foram formatados com a perfuração da barra de ferro.

Primeiramente foi introduzido na barra de ferro a tampa furada da garrafa seguida do segmento de mangueira preenchida com pequena quantidade de algodão em sua parte mais inferior para que o concreto só tivesse contato com a barra de ferro na barra de ancoragem (mesmo local do rótulo da garrafa). A seguir foi colocada a garrafa de forma que a barra de ferro ligasse a boca da garrafa à abertura em sua base. Para finalizar, a garrafa foi posicionada de boca para baixo em um bloco de concreto que serviu como apoio para a garrafa, evitando desequilíbrios e perda de material.

É importante ressaltar que a barra de ferro possuía um reforço em sua extremidade próxima a boca da garrafa onde dois cilíndricos de 2 a 3 cm foram soldados um em cada lado para melhorar a estabilidade do corpo de prova durante o ensaio de arrancamento. Essa soldagem foi realizada por um profissional terceirizado.

3.3. Concretagens de corpos de prova e execução do ensaio de arrancamento

As concretagens foram realizadas no laboratório de Construção Civil no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO, campus de Palmas. O adensamento do concreto foi realizado em betoneira estacionária. Também foi executado o *Slamp test* em todas as concretagens. As concretagens dos corpos de prova foram padronizadas com as seguintes características:

- Número de camadas se concreto: 2 camadas;
- Número de vibrações por camada: 10 a 15 vibrações;
- Equipamento para vibração: barra de aço de 0,8mm de diâmetro.

Após os corpos de prova eram levados até a câmara úmida onde eram mantidos até o momento do ensaio de arrancamento que consiste em fazer extrair uma barra de armadura de aço posicionada no centro de um bloco de concreto. Uma vez rompida à ligação aço-concreto, a barra se desloca com maior ou menor facilidade dentro do bloco de concreto dependendo da rugosidade da superfície envolvida.

Assim, o equipamento desenvolvido para a realização do ensaio de arrancamento, consiste em um macaco hidráulico (10 toneladas, HIDRAUMON) com manômetro acoplado para a conferência da força resultante de aderência e vinculado com uma estrutura de aço. Após conferir o nivelamento da garrafa, a força é aplicada em intervalos de 10 segundos. A força que consegue romper a ligação aço-concreto é conferida pelo nanômetro.

O valor numérico da tensão de arrancamento é utilizado nas equações abaixo:

$$f_{bd} = \frac{R_s}{\pi \cdot \phi \cdot l_B} \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde: f_{bd} = resistência de aderência
 R_s = força atuante da barra
 ϕ = diâmetro da barra
 l_B = comprimento de ancoragem

A resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto é dada pela Equação 2 (NBR 6118, 2003, item 9.3.2.1).

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd} \quad [\text{Eq. 02}]$$

Onde: $\eta_1 = 1,0$ para barras lisas
 $\eta_1 = 1,4$ para barras entalhadas
 $\eta_1 = 2,25$ para barras nervuradas
 $\eta_2 = 1,0$ para situações de boa aderência
 $\eta_2 = 0,7$ para situações de má aderência
 $\eta_3 = 1,0$ para $\phi < 3,2\text{mm}$
 $\eta_3 = (132 - \phi)/100$, para $\phi \geq 32\text{mm}$

Essa pesquisa adotou os valores η_1 para barras entalhadas, η_2 para situações de boa aderência e η_3 para ϕ inferior a 3,2mm. O valor da resistência característica do concreto à compressão - f_{ctk} é dado pela Equação 3 (item 8.2.5 da NBR 6118, 2003).

$$f_{ctd} = 0,21 \cdot \frac{f_{ctk}^{2/3}}{\gamma_c} \quad [\text{Eq. 03}]$$

Dessa forma foram obtidos os valores da resistência característica do concreto a compressão dos corpos de prova analisados.

3.4. Concretagem de corpos de prova cilíndricos e execução do ensaio de resistência à compressão do concreto

Paralelamente a concretagem dos corpos de prova em molde de garrafa, foram moldados corpos de prova cilíndricos em molde metálico com as características abaixo:

- Número de camadas de concreto: 2 camadas;
- Número de vibrações por camada: 10 vibrações;
- Equipamento para vibrações manual: soquete de *Slump-test*.

Seguindo a Norma 5738/94, 24 horas após a moldagem os corpos de prova eram desmoldados e, até o momento do ensaio, permaneciam na câmara úmida (estufa) em processo de cura. Ao serem retirados da estufa para execução do ensaio, foi realizado tratamento e planificação de suas superfícies através do capeamento dos topos com mistura de enxofre.

O capeamento com enxofre “utiliza material moldável que forma uma cobertura livre de irregularidades nos topos dos CP, com espessura igual ou menor que três mm” (RUDUIT, 2011). O procedimento de capeamento foi executado no Laboratório de Química e Biologia do IFTO em Palmas.

A seguir os corpos de prova eram submetidos ao ensaio de resistência à compressão com cargas aplicadas continuamente na prensa de compressão do Laboratório de Construção Civil no IFTO. O valor numérico da resistência à compressão é obtido pela Equação 4.

$$R_t = \frac{C}{A}$$

[Eq. 04]

Onde: R_t = resistência à compressão individual (MPa)

C = carga ou força de ruptura (N)

A = área da seção transversal do corpo de prova (mm²)

Para obtenção de resultados homogêneos, ou seja, apresentando pequenas variações, a NBR 5738/94 determina a representação da resistência do concreto, em certa idade, através da média dos resultados de dois ou mais corpos de prova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios com corpo de prova cilíndrico e com garrafa PET são apresentados na Tabela 4.

AGREGADO	CONCRETAGEM (20MPa)	7 DIAS			14 DIAS			21 DIAS		
		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA	
		(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)
Brita 1	CI	12,6	1,2	32,97	19,3	1,4	35,64	19,98	1,5	38,1
Brita 1	CII	17,4	1,4	34,79	18,7	1,4	35,07	21,04	2,3	50,66
Brita 1	CIII	23,4	1,4	35,49	24,43	2,2	51,37	28,87	1,7	40,4
MÉDIA		15,00	1,30	33,88	19	1,40	35,36	20,51	1,90	44,38

AGREGADO	CONCRETAGEM (25MPa)	7 DIAS			14 DIAS			21 DIAS		
		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA	
		(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)
Brita 1	CI	31,30	1,60	37,88	31,21	1,50	36,86	25,898	2,00	44,30
Brita 1	CII	29,60	1,50	36,14	29,12	1,60	38,96	24,16	1,40	36,70
Brita 1	CIII	25,40	1,60	38,18	34,60	2,50	53,11	32,35	1,70	39,60
MÉDIA		30,45	1,55	37,01	30,16	1,55	37,91	25,03	1,70	40,50

AGREGADO	CONCRETAGEM (20MPa)	7 DIAS			14 DIAS			21 DIAS		
		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA	
		(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)
Seixo 0	CI	20,50	1,30	33,51	22,70	2,00	46,35	27,15	1,80	41,63
Seixo 0	CII	-----	-----	-----	22,80	1,70	41,07	26,56	2,50	52,03
Seixo 0	CIII	22,10	1,20	32,56	22,79	1,80	40,65	24,97	2,00	44,30
MÉDIA		21,30	1,30	33,51	22,75	1,85	43,71	26,86	2,15	46,83

AGREGADO	CONCRETAGEM (25MPa)	7 DIAS			14 DIAS			21 DIAS		
		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA		CILÍNDRICO	GARRAFA	
		(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)	(Mpa)	(ton)	(Mpa)
Seixo 0	CI	24,60	1,40	37,01	-----	-----	-----	27,15	1,80	41,63
Seixo 0	CII	21,10	1,20	32,03	-----	-----	-----	26,56	2,50	52,03
Seixo 0	CIII	22,60	1,70	40,23	25,41	1,50	37,94	28,38	1,50	37,01
MÉDIA		22,85	1,30	34,52	-----	-----	-----	26,86	2,15	46,83

Tabela 4 – Resultados dos ensaios de arrancamento (em toneladas) e valores para resistência característica do concreto à compressão dos corpos de prova cilíndricos e com garrafa

Durante as concretagens observou-se o comportamento adequado da garrafa enquanto corpo de prova mantendo-se estável durante sua utilização. Entretanto, recomenda-se cuidado na vibração manual para que não ocorra perda de material e deformação no corpo de prova uma vez tratar-se de material frágil e com espaço interno reduzido.

Na execução do ensaio de arrancamento o equipamento atingiu o funcionamento previsto ao arrancar a barra de ferro de forma contínua e estável garantindo a segurança ao usuário. Resultado atribuído ao reforço na extremidade da barra e a ancoragem do equipamento à barra. Além disso, o equipamento apresenta metodologia de ensaio simplificada, dimensões e peso reduzidos se comparados ao maquinário do ensaio tradicional.

Porém, a análise dos resultados não foi conclusiva quanto à correlação entre os resultados dos dois métodos de ensaios, pois, os valores encontrados não apresentaram tendência e por isso não puderam ser agrupados em modelos matemáticos nem estabelecidos coeficientes de relação entre os dados.

Acredita-se que os desvios numéricos relatados tenham sido ocasionados por pelo menos esses motivos: a) pela qualidade da soldagem empregada no reforço da extremidade da barra de ferro uma vez que o resultado desse procedimento não se mostrou padronizado; b) diferenças de distância entre a extremidade da barra reforçada e a boca da garrafa resultante da diferença de altura dos blocos de concreto de suporte do molde de corpo de prova de garrafa. Esses dois fatores podem ter interferido na resistência da barra durante o arrancamento alterado os valores encontrados.

Também se considera que o c) tipo de nanômetro possa ter interferido nas leituras durante os ensaios, uma vez que seus valores cresciam em intervalos de 0,5 toneladas o que dificultou as leituras intermediárias.

Além disso, parte dos ensaios de resistência a compressão dos moldes cilíndricos foram realizados graciosamente por uma empresa terceirizada nos momentos em que a prensa de compressão do Laboratório de Construção Civil não estava disponível para uso. Portanto, d) o inconveniente de transportar os corpos de prova cilíndricos para a empresa, exigindo a retirada da estufa e conseqüente interrupção do processo de cura em andamento pode ter interferido no rendimento dos resultados encontrados; e) podem ter ocorrido falhas na execução desses ensaios, já que não havia controle direto dos pesquisadores sob o processo nesses momentos.

3. CONCLUSÃO

Foi constatado que o equipamento possui estrutura relativamente simples composta por aço que é material de custo reduzido e uso comum na indústria da construção civil. Além disso, o equipamento apresenta metodologia de ensaio simplificada, dimensões e peso reduzidos. Esses fatores facilitam a aquisição do equipamento e sua utilização pelas pequenas e médias empresas, público alvo dessa pesquisa.

Assim, o equipamento executou o ensaio de arrancamento de forma adequada. Porém, aconselha-se a repetição dos ensaios para que as soldagens sejam mais cuidadosas, sejam implementadas modificações no equipamento, como modernização do nanômetro e alteração nos materiais de concretagem para menor diferenciação entre os comprimentos da extremidade da barra reforçada até a boca da garrafa, e padronização do local e da máquina para execução do ensaio de compressão a fim de estabelecer relação segura entre os valores de resistência a compressão do concreto obtidos no ensaio tradicional e pelo ensaio de arrancamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Modelagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://struturar.com.br/wiki/wp-content/uploads/2010/12/NBR-05738-1994-Modelagem-e-Curade-Corpos-de-Prova-Cil%C3%ADn.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.cct.uema.br/Normas/NBR6118_2003Corr%20-%20Projeto%20de%20estruturas%20de%20concreto%20-%20Procedimentos.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217**: Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<http://www.rsdata.com.br/forum/viewtopic.php?f=24&t=1108>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7225**: Materiais de pedra e agregados naturais. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://strutturar.com.br/wiki/wp-content/uploads/2010/12/NBR-07225-1993-Materiais-de-Pedra-e-Agregados-Naturais.pdf>>. Acesso: em 10 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7251**: Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 1982. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/24305090/827032273/name/NBR+7251-1982.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9775**: Agregados: Determinação da umidade superficial em agregados miúdos por meio do Frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/24305090/1072580123/name/NBR+-+9775-1987.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto – Preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/40173797/Normas-ABNT-NBR-12654-Control-Tecnologico-de-materiais-componentes-do-concreto>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. **ME 195**: Agregados: Determinação da absorção e da massa específica de agregado graúdo. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-ME195-97.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

PREFEITURA DO RECIFE. SECRETARIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS. **ME 52**: Determinação da consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone (slump-test). Recife, 2003. Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/servicospublicos/emlurb/cadernoencargos/PavimentaçãoDetermindaConsistenciadoConcretopeloAbatimentodoTroncodeCone.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

RUDUIT, F. R. **Resistência à compressão de amostras de concreto: comparação dos resultados entre a preparação de topos com capeamento de enxofre derretido e retificação**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/13188385/Comparacao-entre-capeamento-com-enxofre-e-retificacao-de-cp-de-concreto>>. Acesso em: 10 dez. 2011.