

## REGULAMENTO DO 13º CONCURSO

### CONCREBOL 2016

#### 1 OBJETIVO

**1.1** Este Concurso tem por objetivo testar a habilidade dos competidores no desenvolvimento de métodos construtivos e na produção de concretos leves homogêneos com parâmetros de resistência otimizados.

**1.2** O desafio proposto é o de conceber uma esfera (BOLA) de concreto leve, com os materiais e as dimensões estabelecidos neste Regulamento, que seja capaz de desenvolver uma trajetória retilínea.

**1.3** Este Regulamento estabelece os requisitos a serem atendidos para participação neste Concurso, para confecção da BOLA e para a realização dos ensaios, além de informar sobre a premiação oferecida pelo IBRACON às equipes vencedoras deste desafio.

#### 2 PARTICIPAÇÃO

**2.1** Para participar deste Concurso devem ser formadas equipes compostas por estudantes dos cursos de tecnologia ou graduação em arquitetura e engenharia civil, de qualquer estado do Brasil ou de outros países, desde que os alunos estejam matriculados no ano letivo em curso autorizado pelo Ministério da Educação (MEC) ou respectivos organismos de educação superior dos países estrangeiros.

**2.2** Cada equipe deve ser composta por alunos de uma única instituição de ensino, e **é obrigatório que todos os integrantes da equipe que comparecerão na Arena dos Concursos estejam inscritos no 58º Congresso Brasileiro do Concreto 2016 (R\$ 500,00 para alunos sócios e R\$600,00 para alunos não sócios, já incluso convite do Jantar de Confraternização).**

**2.3** Não há limitação quanto ao número de participantes em cada equipe.

**2.4** A equipe deve eleger um de seus alunos para representá-la como capitão, o qual deverá ser associado ao IBRACON.

**2.5** É permitida a inscrição de **APENAS 1 BOLA** por instituição de ensino.

**2.6** Não é permitida a participação de qualquer membro em mais de uma equipe.

**2.7** Cada equipe deve ser orientada por um Professor da respectiva instituição de ensino. Esse Professor deve ser associado ao IBRACON e assegurar a conformidade da equipe com as regras estabelecidas no presente Regulamento e assinar o Termo de Responsabilidade (Anexo 3) para participação da equipe na competição.

### **3 INSCRIÇÃO DAS EQUIPES**

**3.1** Para a efetivação da inscrição, cada equipe deve encaminhar a **Ficha de Inscrição (Anexo 1)**, o **Relatório Técnico (Anexo 2)** e o **Termo de Responsabilidade (Anexo 3)** devidamente preenchidos até o dia **22 de agosto de 2016**.

**3.2** Os documentos acima descritos devem ser enviados dentro do prazo estipulado para o e-mail **concrebol@ibracon.org.br**.

### **4 ENTREGA DA BOLA**

**4.1** A bola deve ser entregue na Arena dos Concursos do Minascentro, onde será realizado o 58º Congresso Brasileiro do Concreto.

**4.2** **A entrega deve ser feita no dia 11.10.2016, das 17h às 20:30h.**

**4.3** No ato do recebimento, a Comissão Organizadora deve verificar se a BOLA atende aos requisitos dimensionais, de forma e de massa estabelecidos em 5.2.1. A realização destes procedimentos deve ser acompanhada por um membro de cada equipe. O não cumprimento destes requisitos desclassifica a equipe.

**4.4** Se a BOLA for aceita por cumprir com os requisitos de 4.3, a equipe receberá da Comissão Organizadora uma ficha de identificação, que confirma sua participação no Concurso e a BOLA será retida pela Comissão até o momento da realização dos ensaios.

**4.5** Não será aceita BOLA entregue por terceiros ou após o prazo estabelecido.

**4.6** Não serão permitidas alterações na BOLA após o momento de seu recebimento.

**4.7** O ensaio será realizado no dia **13.10.2016** a partir das **14h**.

### **5 CONFECÇÃO DA BOLA**

#### **5.1 Materiais**

##### *5.1.1 Cimento Portland e adições*

Para preparação do concreto deve ser usado qualquer tipo de cimento Portland atualmente comercializado, normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 5737, ABNT NBR 9831, ABNT NBR 11578, ABNT NBR 12989 ou ABNT NBR 13116) ou pela ASTM C 150.



**IBRACON**

É permitido o uso de adições minerais normalizadas pela ABNT, como sílica ativa (ABNT NBR 13956), metacaulim (ABNT NBR 15894) e outros materiais pozzolânicos (ABNT NBR 12653). No caso de equipes de instituições de países estrangeiros, o uso de adições deve se restringir as similares das normalizadas no Brasil, sendo informada sua caracterização e respectiva Norma Técnica.

**Não é permitido o uso de aglomerantes como colas de origem orgânica e polímeros, bem como de pigmentos de qualquer origem.**

NOTA Amostras do concreto dos primeiros classificados poderão ser submetidas a ensaios específicos para verificação do uso de materiais não previstos neste Regulamento.

### 5.1.2 Agregados

Os agregados utilizados devem ser de natureza pétreo, conforme a ABNT NBR 7211. É vedado o uso de agregados de outras origens (metálicos, pérolas de vidro etc) com exceção de dos agregados leves previstos na ABNT NBR 7213 e pérolas de EPS (poliestireno expandido).

### 5.1.3 Fibras

Não é permitido o uso de fibras.

A verificação da presença de quaisquer tipos de fibras no concreto (minerais, vegetais, metálicas, de polipropileno, de polietileno ou outra) é motivo para desclassificação da equipe.

### 5.1.4 Aditivos químicos

Podem ser utilizados aditivos de acordo com a ABNT NBR 11768.

No caso de equipes de instituições de países estrangeiros, o uso de aditivos químicos deve se restringir a produtos similares dos normalizados no Brasil, sendo informada sua caracterização e respectiva Norma Técnica.

## 5.2 Procedimento Executivo

### 5.2.1 Características da BOLA

A BOLA deve ter formato esférico, diâmetro compreendido no intervalo entre 210mm e 240mm e massa menor ou igual a 9 500g (ver 6.2 e 6.3).

### 5.2.2 Cura

O processo de cura pode ser escolhido pelas equipes, sendo permitida cura úmida à temperatura ambiente, cura termo controlada e outros procedimentos, desde que descritos no Relatório Técnico.

### 5.2.3 Procedimentos de laboratório

Os procedimentos laboratoriais devem seguir as prescrições das Normas Técnicas Brasileiras (ABNT), sempre que pertinentes.

### 5.2.4 Marcações

É permitido identificar a BOLA com a colocação do logotipo ou do nome da instituição de ensino à qual a equipe pertence. Caso esta identificação seja através de material adesivo, este deverá ser de fácil remoção. A Comissão Organizadora poderá solicitar da equipe a retirada e/ou o reposicionamento desse material adesivo na bola.

### 5.2.5 Homogeneidade e acabamento

A BOLA deve ser homogênea, com a mesma composição em toda a sua massa. A BOLA não pode conter núcleos ou películas especiais e superfícies planas; também não pode ser pintada, sob pena de desclassificação da equipe.

## 6 ENSAIO

### 6.1 Etapas

A realização do ensaio consiste em quatro etapas, sendo descritas em detalhe de 6.2 a 6.5:

- **Etapa 1:** diâmetro e volume da BOLA;
- **Etapa 2:** massa da BOLA e massa específica do concreto;
- **Etapa 3:** uniformidade da BOLA;
- **Etapa 4:** resistência do concreto.

### 6.2 Etapa 1: diâmetro e volume da BOLA

Devem ser realizadas três determinações do diâmetro de cada BOLA, sendo as medidas tomadas pela Comissão Organizadora em diferentes planos ortogonais.

O diâmetro médio ( $d$ ) da BOLA deve estar compreendido no intervalo de 210mm a 240mm e corresponde à média das três medidas, realizadas com exatidão de 0,01mm. Esse valor será utilizado no cálculo do volume ( $V$ ), conforme equação 1, e posteriormente utilizado no cálculo da pontuação final para classificação das equipes.

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \frac{d^3}{8} \quad (\text{eq. 1})$$

Ainda, será avaliada a dispersão entre as medidas do diâmetro da BOLA, de acordo

com a equação 2, que será considerada no cálculo da pontuação final para classificação das equipes.

$$F = \frac{13,33 - DM}{13,33} \quad (\text{eq. 2})$$

onde:

$F$  é o fator atribuído ao diâmetro da bola;

$DM$  é desvio médio das 3 medidas de diâmetro realizadas, calculado pela equação 3:

$$DM = \frac{\sum_{i=1}^3 |x_i - \bar{x}|}{3} \quad (\text{eq. 3})$$

### 6.3 Etapa 2: massa da BOLA de concreto

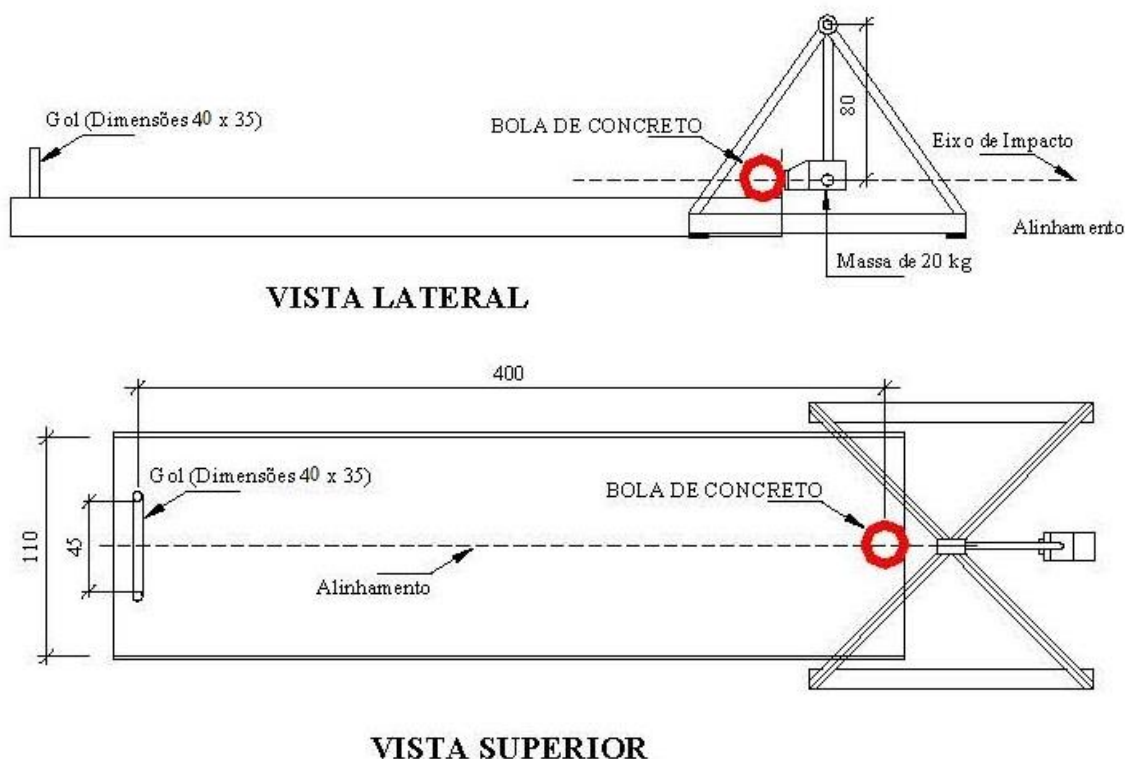
A massa da BOLA deve ser determinada em balança com resolução de 1g, e deve ser menor ou igual a 9 500g. Esse valor será utilizado no cálculo da pontuação final para classificação das equipes.

Calcular a massa específica do concreto utilizado para confeccionar a BOLA, a partir da massa e do volume da BOLA (o volume é aquele calculado na Etapa 1). O valor da massa específica será utilizado no caso da necessidade de desempate entre equipes (7.2).

### 6.4 Etapa 3: uniformidade da BOLA

Nesta Etapa, a uniformidade da BOLA será avaliada em função de sua capacidade de rolar, descrevendo uma trajetória retilínea (por uma pista) e converter esse movimento em "Gol", tendo sido impulsionada pela aplicação de uma força inicial.

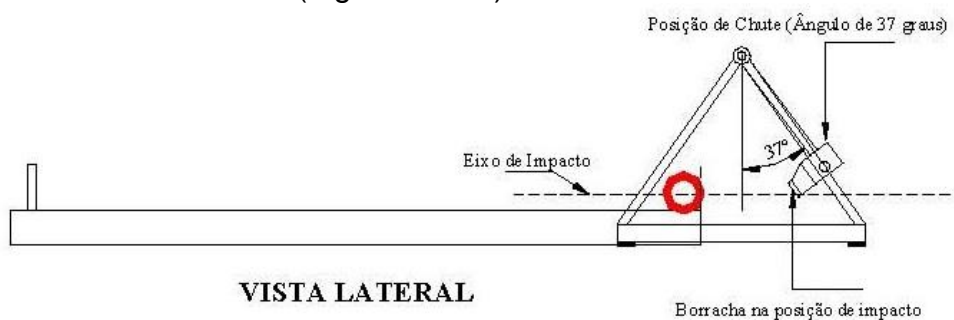
Com o objetivo de proporcionar um mesmo impulso à BOLA, será utilizado o equipamento mostrado na Figura 1, que consiste num pêndulo de 20kg de massa, com braço de alavanca de 80cm, liberado segundo um ângulo de 37° (trinta e sete graus).



**FIGURA 1** – Equipamento de impulso, Pista de rolamento e Gol

A BOLA de concreto deve ser posicionada sobre a marca do pênalti (inscrita na pista de rolamento) e, no momento do ensaio, ser impulsionada como mostra a Figura 2.

Para obter a maior pontuação, a BOLA deve percorrer a pista plana de 4m de comprimento e entrar no Gol (Figuras 1 e 2).



**FIGURA 2** – Equipamento na posição de impulsionar a BOLA

As Figuras 1 e 2 mostram as dimensões da pista e do gol, bem com seu alinhamento segundo o eixo do ponto de impacto sobre a BOLA.

Para cada BOLA, a equipe terá apenas uma chance para tentar marcar o Gol.

Ao sucesso ou não do chute, será atribuído um coeficiente  $C_1$ , conforme a Tabela 1,

que fará parte da pontuação final, para eleger a equipe vencedora do Concurso.

**Tabela 1 – Valores do coeficiente  $C_1$  em função do Gol**

Evento	$C_1$
O chute é convertido em gol	1,00
O chute não é convertido em gol	0,60

Será considerado Gol, quando mais da metade da BOLA ultrapassar a linha que limita a pista da área do Gol.

Cada equipe deve indicar um de seus membros para ser o Capitão e este será o responsável pelo posicionamento da BOLA na marca do pênalti, sendo proibido apoiar-se sobre a pista durante o posicionamento.

#### **6.5 Etapa 4: resistência do concreto**

Após a realização das Etapas 1 a 3, a BOLA será rompida por compressão em prensa de prato superior oscilante, com capacidade máxima de 200t, sob a velocidade de carregamento de  $(0,90 \pm 0,15)$  MPa/s, sendo registrada a máxima carga de ruptura ( $F$ ) obtida, em quilonewtons (kN), com três casas decimais.

Esse valor será considerado no cálculo da pontuação final para classificação das equipes.

#### **6.6 Pontuação final**

O cálculo da pontuação final ( $PF$ ) de cada BOLA deve ser realizado pela equação 3 a seguir:

$$PF = \frac{2 \cdot P}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \times \frac{V}{m} \times C_1 \times F \quad (\text{eq. 3})$$

onde:

$PF$  é o valor da pontuação final;

$P$  é a máxima carga registrada no ensaio de resistência à compressão, em quilonewtons (kN);

$r$  é o raio da BOLA, calculado como a metade do diâmetro médio obtido na Etapa 1 (ver 6.2), em metros (m);

$V$  é o volume da BOLA, calculado conforme a equação 1, em metros cúbicos ( $m^3$ );

$m$  é a massa da bola, determinada em 6.3, em quilogramas (kg);

$C_1$  é o coeficiente de uniformidade, determinado pela capacidade de converter em Gol o movimento da BOLA sobre o dispositivo previsto neste Regulamento (Tabela 1);

$F$  é o fator atribuído ao diâmetro da bola, calculado conforme a equação 2.

O valor da pontuação final será apresentado com precisão de quatro casas decimais.

## **7 CLASSIFICAÇÃO DAS EQUIPES**

### **7.1 Classificação Crescente por Resultados**

A classificação das equipes será feita em função da pontuação final obtida para a BOLA ensaiada, em ordem decrescente.

Será considerada vencedora a equipe cuja BOLA tenha obtido a maior pontuação final. Os segundo e terceiro lugares serão das equipes com BOLAS classificadas nessa sequência.

O descumprimento deste Regulamento desclassifica a equipe, mesmo após o término do Congresso e as BOLAS das cinco equipes melhor classificadas poderão ser recolhidas para verificação quanto ao seu cumprimento.

**Equipes desclassificadas terão seus procedimentos avaliados pela Comissão Julgadora e poderão ser impedidas de participar por uma ou duas edições deste Concurso.**

### **7.2 Critério de Desempate**

Caso haja empate na pontuação final, a equipe vencedora será aquela que tiver apresentado a BOLA com menor massa específica. Durante a realização do evento a massa de cada BOLA será do conhecimento apenas da equipe que a elaborou e da Comissão Organizadora.

## **8 COMISSÃO ORGANIZADORA**

A Comissão Organizadora é formada por membros do IBRACON que representam a região do evento e a Coordenação Nacional. Os membros da Comissão Organizadora serão divulgados durante o 58º Congresso Brasileiro do Concreto 2016.

A Comissão Organizadora é responsável por receber e verificar as BOLAS, realizar os ensaios e avaliar o cumprimento deste Regulamento.

A divulgação dos resultados será feita pela Diretoria do IBRACON no evento de premiação do 58º. Congresso Brasileiro do Concreto.

Dúvidas e solicitações de esclarecimentos podem ser encaminhados à Comissão Organizadora pelo e-mail [concrebol@ibracon.org.br](mailto:concrebol@ibracon.org.br).



## **9 PRÊMIOS**

A equipe que conquistar o primeiro lugar será agraciada com um prêmio em dinheiro (cujo valor será divulgado a partir de 30/08, no site dos concursos). As três equipes melhor pontuadas receberão também, durante o evento de premiação do 58º Congresso Brasileiro do Concreto, as placas alusivas ao resultado alcançado neste Concurso.

**ANEXO 1  
FICHA DE INSCRIÇÃO****13º CONCURSO CONCREBOL  
BELO HORIZONTE/MG – 2016**

<b>Instituição de Ensino</b>				
<b>Membros da Equipe</b>	<b>Nome</b>	<b>E-mail</b>	<b>Nº matrícula</b>	<b>Nº sócio IBRACON</b>
<b>Orientador</b>			--	
<b>Capitão da Equipe</b>				

Observação: Enviar o arquivo digital da logomarca/brasão da instituição/universidade/faculdade e da foto da equipe.

**ANEXO 2  
RELATÓRIO TÉCNICO  
13º CONCURSO CONCREBOL  
BELO HORIZONTE/MG – 2016**

<b>Instituição de ensino:</b>						
<b>Características dos materiais componentes do concreto</b>						
Material	Identificação/ tipo/marca	Procedência/ fabricante	Massa específica kg/m <sup>3</sup>	Dimensão máxima característica do agregado mm	Módulo de finura do agregado	Observações
Cimento						
Água						
Agregado 1						
Agregado 2						
Agregado 3						
Adições 1						
Adições 2						
Aditivo 1						
Aditivo 2						
<b>Anexar a ficha técnica do cimento utilizado</b>						
<b>Composição do concreto</b>		<b>Propriedades do concreto</b>				
Material	Quantidade kg/m <sup>3</sup>	Determinação	Método utilizado (Norma Técnica)	Valor	Unidade	
Cimento		Abatimento/flow			mm	
Água		Resistência à compressão			MPa	
Ar incorporado						
Agregado 1						
Agregado 2						
Agregado 3						
Adições 1						
Adições 2						
Aditivo 1						
Aditivo 2						
<b>Informações sobre o processo de construção da BOLA</b>						
Data da moldagem				(dia/mês/ano)		
Temperatura e processo de cura				°C		
Detalhar a preparação da fôrma, do concreto, a pesagem dos materiais, etc e incluir fotos de todas as etapas.						

\_\_\_\_\_  
Assinatura do orientador da equipe

**ANEXO 3**  
**TERMO DE RESPONSABILIDADE**

**13º CONCURSO CONCREBOL**  
**BELO HORIZONTE/MG – 2016**

**AO**  
**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
**A/C: COMISSÃO ORGANIZADORA DO 13º. CONCREBOL**

**TERMO DE RESPONSABILIDADE**

Eu, ..... (Nome do professor Orientador), RG ....., (CI, CREA ou CAU)....., Professor Orientador da Equipe....., da Instituição.....(Nome da instituição de ensino)....., encaminho à Comissão Organizadora do 13º Concurso Técnico IBRACON – CONCREBOL 2016, este Termo de Responsabilidade sob o qual declaro que a BOLA inscrita neste Concurso está em conformidade com o respectivo Regulamento.

Atesto que todos os alunos inscritos na equipe são estudantes de graduação de engenharia, arquitetura ou tecnologia desta instituição de ensino.

Declaro, ainda, estar ciente de que qualquer não observação ao Regulamento desclassificará a equipe, que terão seus procedimentos avaliados pela Comissão Julgadora e poderá ser impedida de participar por uma ou duas edições deste Concurso.

....., ..... de ..... de 2016.  
(Nome completo e assinatura do proponente orientador a próprio punho)  
(Indicação do número de matrícula junto à instituição de Ensino)