



## REGULAMENTO DO 16º CONCURSO

### CONCREBOL 2019

#### 1 OBJETIVO

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

**1.2** O desafio proposto é o de conceber uma esfera (BOLA) de concreto, 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 materiais, química ou de produção, 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 regularmente inscritos no 61º Congresso Brasileiro do Concreto 2019.**

**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.** Este será o único responsável por todas as comunicações da equipe.

**2.5** É permitida a inscrição de **APENAS 1 BOLA** por instituição de ensino, salvo as considerações de 2.6.

**2.6** A equipe que preparar um cartaz de acordo com o estabelecido no item 8,



terá direito a inscrever mais **DUAS BOLAS** na competição além da permitida pelo item 2.5, visto que uma destas bolas, a ser definida pela equipe, será retida como amostra penhor, caso ocorra algum imprevisto identificado pela Comissão Julgadora durante o ensaio. Todas as bolas inscritas deverão cumprir com os requisitos deste Regulamento para serem aceitas.

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

**2.8** Cada equipe deve ser orientada por um ou mais Professores da respectiva Instituição de Ensino. Esse(s) Professor(es) deve(m) ser associado(s) ao IBRACON e assegurar a conformidade da equipe com as regras estabelecidas no presente Regulamento e assinar o Termo de Responsabilidade para participação da equipe na competição. É permitida a coorientação feita por alunos de pós-graduação, sendo limitado a um número de, no máximo, 2 coorientadores.

### **3 INSCRIÇÃO DAS EQUIPES**

**3.1** Cada equipe deverá realizar sua inscrição até às 23h59 do dia **06 de setembro de 2019** através do preenchimento eletrônico do formulário de inscrição a ser disponibilizado juntamente com os arquivos padrão anexados na página dos concursos do 61ºCBC. Ao final do preenchimento do formulário, o capitão da equipe receberá por e-mail uma confirmação automática da inscrição da equipe.

**3.2** As equipes receberão um parecer da Comissão até o dia 18 de setembro de 2019 (aprovada ou necessidade de correção), onde as correções deverão ser enviadas até às 23h59 do dia **27 de setembro de 2019** para a efetivação da inscrição da equipe

**NOTA: É obrigatório que o capitão de cada equipe tenha uma conta GMAIL e de suma importância acessar o formulário de inscrição com antecedência para a verificação dos dados solicitados, pois grande parte dos campos é de preenchimento obrigatório para a efetivação do processo de inscrição (nº de sócio do capitão e do orientador etc).**

**3.2** Nenhuma inscrição ou dado será aceito via e-mail e após o prazo estabelecido.

**3.3** Todas as dúvidas e solicitações de esclarecimentos devem ser encaminhadas à Comissão Organizadora pelo e-mail [concrebol@ibracon.org.br](mailto:concrebol@ibracon.org.br) até o dia **30 de agosto de 2019**. Após essa data, a comissão não se compromete com a resposta de nenhuma correspondência relacionada com este concurso, salvo as questões de pendências do item 3.2.



## 4 ENTREGA DAS BOLAS

4.1 As bolas devem ser entregues na Arena dos Concursos, onde será realizado o 61º Congresso Brasileiro do Concreto.

4.2 **A entrega deve ser feita no dia 15.10.2019, das 17h00 às 20h30.**

4.3 No ato do recebimento, a Comissão Organizadora deve verificar se as BOLAS atendem aos requisitos dimensionais e de forma estabelecidos em 5.2.1. **A realização destes procedimentos deve ser acompanhada pelo capitão e por mais um membro da equipe, apenas.** O não cumprimento destes requisitos desclassifica a equipe.

4.4 Se as BOLAS forem aceitas 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 as BOLAS serão retidas pela Comissão até o momento da realização dos ensaios.

4.5 Não serão aceitas BOLAS entregues por terceiros ou após o prazo estabelecido.

4.6 Não serão permitidas alterações nas BOLAS após o momento de seu recebimento (para todos os efeitos, o momento do recebimento é considerado a partir do instante que a equipe se apresenta para a comissão organizadora para a entrega dos materiais).

4.7 O ensaio será realizado no dia **16.10.2019** a partir das **10 h**.

## 5 CONFECÇÃO DAS BOLAS

### 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.

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 qualquer natureza, sendo **vetada apenas a utilização de pérolas de vidro, pérolas de EPS (poliestireno expandido) e argila expandida.**

### 5.1.3 Fibras

É permitida a utilização de fibras, desde que seu comprimento seja inferior a 60 mm e seu diâmetro inferior a 0,5 mm.

É obrigatório que as mesmas estejam dispostas de forma homogênea e aleatória no concreto (não concentradas num ponto ou organizadas em forma de malha, alinhadas em uma direção etc.), sendo que esta premissa será verificada após a realização do ensaio.

### 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.

**É vetada a utilização de aditivos incorporadores de ar. No caso do ar aprisionado durante a mistura, este deverá ser inferior a 4%, devendo o valor obtido no ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR 9833:2008 Versão Corrigida:2009 ser informado no momento da inscrição da equipe, inclusive com fotos do ensaio.**

## 5.2 Procedimento Executivo

### 5.2.1 Características das BOLAS

As BOLAS devem ter formato esférico, diâmetro compreendido no intervalo entre 210mm e 240mm (ver 6.2).

### 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 na ficha de inscrição.

### 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 as BOLAS 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 nas bolas.

### 5.2.5 Homogeneidade e acabamento

As BOLAS devem ser homogêneas, com a mesma composição em toda a sua massa. As BOLAS não podem conter núcleos ou películas especiais e superfícies planas; também não podem ser pintadas, 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 das BOLAS;
- **Etapa 2:** massa das BOLAS e massa específica do concreto;
- **Etapa 3:** uniformidade da BOLA;
- **Etapa 4:** resistência do concreto.

### 6.2 Etapa 1: diâmetro e volume das BOLAS

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

O diâmetro médio ( $d$ ) das BOLAS 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 das BOLAS, 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 1 g e deve ser menor ou igual a **9 000g**. 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

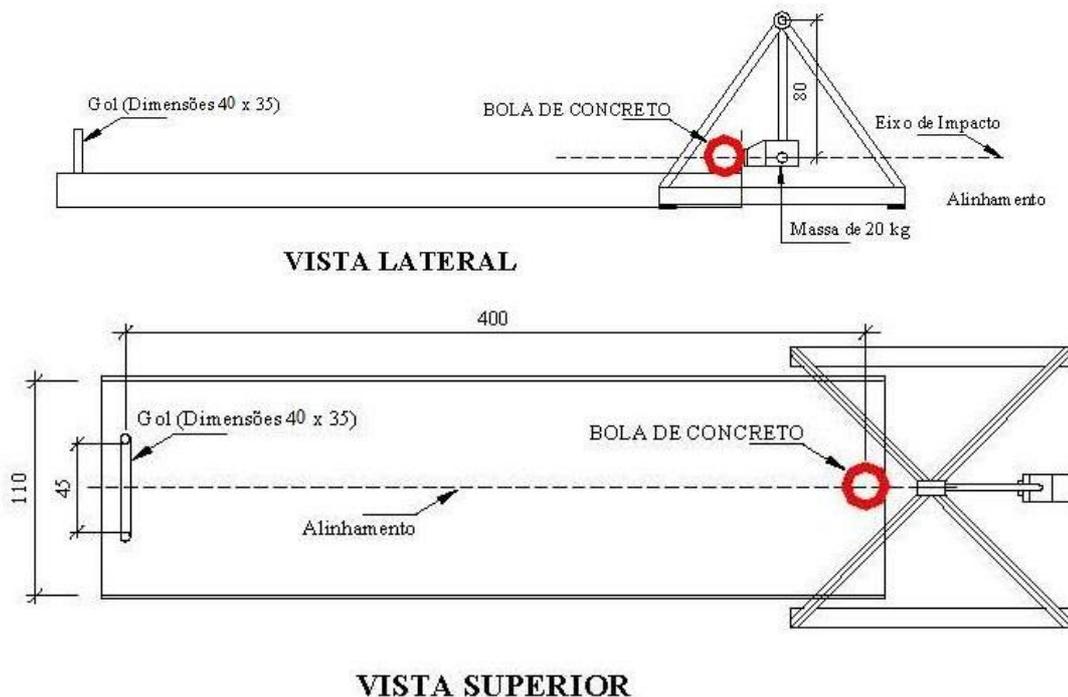
Nesta Etapa, a uniformidade da BOLA será avaliada em função de sua capacidade de rolar, descrevendo uma trajetória retilínea (por uma pista) e converter esse movimento em “Gol”, tendo sido impulsionada pela aplicação de uma força inicial.

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).

As Figuras 1 e 2 mostram as dimensões da pista e do gol, bem com seu



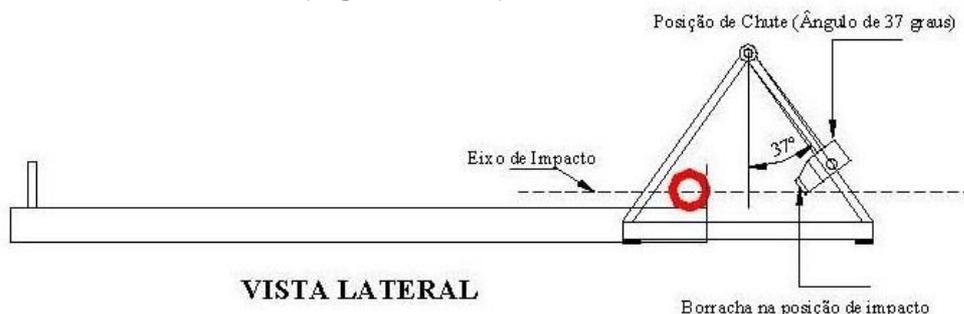
alinhamento segundo o eixo do ponto de impacto sobre a BOLA.



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

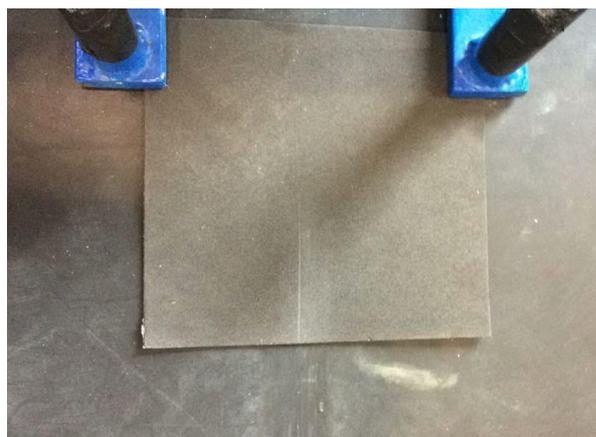
A BOLA de concreto deve ser posicionada sobre a marca do pênalti (inscrita na pista de rolamento), onde a equipe terá 10s para realizar o posicionamento e, no momento do ensaio, ser impulsionada como mostra a Figura 2. Para auxiliar o posicionamento das bolas, será disponibilizado às equipes uma placa de EVA de 15x15cm com 2mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 3.

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



**FIGURA 3** – Locação da placa de EVA para auxiliar no posicionamento das bolas.

OBS: A utilização da placa de EVA não interfere no percurso da bola durante o ensaio, conforme testes realizados pela comissão.

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 200 t, sob a velocidade de carregamento de  $9,0 \pm 1,5$  kN/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:

$$PF = \frac{2 \cdot P}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \times \frac{V}{m} \times C_1 \times F \times \frac{5,0}{m} \quad (\text{eq. 3})$$

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 Decrescente por Resultados

A classificação das equipes será feita em função da maior pontuação final obtida para cada 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.

### 7.2 Critério de Desempate



Caso haja empate na pontuação final (ou a BOLA atinja a capacidade máxima de carga da prensa), a equipe vencedora será aquela que tiver apresentado a BOLA com menor massa específica.

## 8 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

8.1 Para participar com o número de bolas definido em 2.6, a equipe deverá apresentar apenas 1 (um) cartaz com todas as informações contidas no modelo disponibilizado (arquivo "Cartaz Concrebol.docx"). Nenhuma informação poderá ser suprimida para o aceite do cartaz.

8.2 Cada cartaz deve ser apresentado à comissão organizadora juntamente com as bolas. Os cartazes deverão ser **fixados no local indicado pela comissão até às 09h do dia 16.10, os banners fixados após esse horário não terão direito à participação com mais 2 bolas prevista no item 2.6**, e deverão ser retirados ao final da competição (após a ruptura de todas as bolas da competição).

8.3. As equipes que dispõem o cartaz na competição aceitam a exposição das informações deste em futuras publicações do IBRACON.

## 9 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 61º Congresso Brasileiro do Concreto 2019.

A Comissão Organizadora é responsável por receber e verificar os corpos de prova, realizar o ensaio de resistência e avaliar o cumprimento deste Regulamento.

A divulgação dos resultados será feita pela Diretoria do IBRACON no evento de premiação do 61º. Congresso Brasileiro do Concreto.

São princípios do IBRACON a ética e o respeito mútuo entre os profissionais que o congregam. Tais princípios se estendem a todos que participam dos eventos do IBRACON. Desta forma, qualquer falta de ética ou respeito dos integrantes da equipe e seus orientadores/professores com a comissão julgadora e organizadora será passível de desclassificação da equipe do concurso.

## 10 PRÊMIOS

A equipe que conquistar o primeiro lugar será agraciada com um prêmio em dinheiro. As três equipes melhor pontuadas receberão também, durante o evento de premiação do 61º. Congresso Brasileiro do Concreto, as placas alusivas ao



resultado alcançado neste Concurso.