

## CONTROLO DE QUALIDADE DE BETÕES

**J. L. Barroso de Aguiar**  
Universidade do Minho, Idite - Minho

### 1 - INTRODUÇÃO

Abordaremos a qualidade dos betões, tal como é vista pela normalização portuguesa. Esta normalização é composta pelo Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos aprovado pelo Decreto-Lei nº 445/89 de 30 de Dezembro e pela NPENV 206 de 1993.

Dado que nesta data é possível utilizar qualquer dos documentos atrás referidos apresentaremos a forma como por eles é abordado o controlo de qualidade.

Há que referir que do primeiro documento para o segundo há uma significativa evolução quanto ao controlo de qualidade.

### 2 - A QUALIDADE SEGUNDO O RBLH

Em primeiro lugar há que distinguir entre qualidade de um betão e controlo de qualidade. Segundo o RBLH temos três qualidades de betões (Quadro 1)

#### QUADRO 1

#### Qualidade de betões

#### Valores máximos dos parâmetros definidores da qualidade

Qualidade do betão	Parâmetros definidores da Qualidade	Valor médio da tensão de rotura ( MPa )			
		Compressão		Flexão	
		≤ 35	> 35	≤ 5,0	> 5,0
1	Coefficiente de Variação (percentagem)	16	-	12	-
	Desvio padrão (MPa) .....	-	5,5	-	0,6
2	Coefficiente de Variação (percentagem)	20	-	16	-
	Desvio padrão (MPa) .....	-	7,0	-	0,8
3	Coefficiente de Variação (percentagem)	Sem especificação			
	Desvio padrão (MPa) .....	Sem especificação			

Este quadro que define as qualidades é importante para o que o RBLH chama de Fiscalização e Recepção.

Ainda quanto às qualidades o RBLH diz que os betões do tipo B devem ser das qualidades mínimas indicadas no Quadro 2.

QUADRO 2

Qualidades de betões do tipo B	
Classes de betões do tipo B	Qualidade mínima exigida
$\geq B30$ ou $\geq B4,5 f$	1
$> B15 e < B30$ ou $> B2,0 F e < B4,5 F$	2
$\leq B15$ ou $\leq B2,0 F$	3

### 2.1 - Recepção dos componentes

Em primeiro lugar é necessário proceder à recepção dos componentes para isso o RBLH apresenta os valores a exigir que constam dos Quadros 3, 4 e 5.

Estes quadros abrangem as características dos inertes, da água de amassadura e de todos os componentes. Em cada caso é indicado o valor ou resultado a satisfazer.

### 2.2 - Recepção dos betões do tipo B

Para a recepção dos betões do tipo B as verificações a efectuar incidirão, pelo menos sobre as seguintes características: desvio padrão ou coeficiente de variação da distribuição estatística das tensões de rotura e valor característico desta tensão.

O número mínimo de amostras a ensaiar para definir uma distribuição estatística deve ser de 20. Ora na maior parte dos casos é difícil tirar 20 amostras. Nesses casos o RBLH permite que se ensaiem só 3 e o betão poderá ser aceite se se verificarem simultaneamente as seguintes condições:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + k_1$$

$$f_{cl} \geq f_{ck} - k_2$$

## QUADRO 3

## Características dos inertes

Característica		Valor ou resultado a satisfazer
Tensão de rotura à compressão da rocha de que é obtido o inerte britado (a)		$\geq 50$ MPa
Resistência ao esmagamento (godo ou brita) (a) .....		$\leq 45$ %
Desgaste de Los Angeles (a).....		$\leq 50$ %
Índice volumétrico	Godos .....	$\geq 0,12$
	Brita .....	$\geq 0,15$
Absorção de água .....		$\leq 5,0$ %
Coeficiente de dilatação térmica linear .....		$\geq 0,4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ $< 2,0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Quantidade de matéria orgânica (b) .....		Não prejudicial
Reactividade potencial com os álcalis do ligante .....		Processo químico ..... Processo da barra de argamassa. Negativa (c) Extensões de alongamento dos provetes não superiores a $1,0 \times 10^{-3}$ ao fim de seis meses
Teor em partículas muito finas e matérias solúveis (d)	Areia natural .....	$\leq 3,0$ %
	Areia britada .....	$\leq 10,0$ %
	Godos .....	$\leq 2,0$ %
	Brita .....	$\leq 3,0$ %
Teor em partículas friáveis	Areia .....	$\leq 1,0$ %
	Godos ou brita.....	$\leq 0,25$ %
Teor em partículas moles (godo ou brita) .....		$\leq 5,0$ %
Teor em partículas de argila (dimensões inferiores a $2 \mu\text{m}$ ) referido à massa do ligante		$\leq 2,0$ %

(a) Estas características aferem a resistência mecânica dos inertes, bastando, em geral, determinar uma delas; note-se que a primeira característica não pode ser determinada no caso dos inertes naturais e a terceira não é significativa para inertes calcários.

(b) Esta característica só é, em geral, determinada para as areias. No caso de haver suspeitas de que os inertes grossos contém estas impurezas em quantidade prejudicial, haverá que tomar precauções especiais.

(c) Admite-se que este resultado seja positivo se o resultado do ensaio pelo processo da barra de argamassa satisfizer o valor especificado. O resultado negativo do ensaio químico dispensa a realização do ensaio pelo segundo processo.

(d) Os valores indicados podem não ser respeitados mediante justificação baseada no estudo da composição granulométrica do betão.

## QUADRO 4

## Quantidades máximas de impurezas na água de amassadura

Impurezas	Betão simples	Betão armado e betão pré-esforçado
Materiais em suspensão (resíduo suspenso) (a) .....	5	2
Sais dissolvidos (resíduo dissolvido) (a) .....	35	(c) 35
Matéria orgânica (consumo químico de oxigénio) (b) .....	(d) 500	(d) 500

(a) Quantidades expressas em gramas por decímetro cúbico de água.

(b) Quantidades expressas em miligramas de oxigénio consumido por decímetro cúbico de água.

(c) Nos casos de betão armado sujeito a fadiga e de betão pré-esforçado pré-tensionado ( e ainda de caldas e argamassas para injeção de bainhas de armaduras de betão pré-esforçado), este valor deve ser reduzido a  $10 \text{ g/dm}^3$ .

(d) Poderão aceitar-se valores superiores aos indicados desde que se proceda a ensaios comparativos de um betão fabricado com a água em causa e de um betão fabricado com água de características comprovadas, possuindo os dois betões a mesma composição : o valor médio da tensão de rotura por compressão ou por flexão aos 28 dias do betão fabricado com a água em causa não deve ser inferior a 90% do correspondente valor do betão que serve de padrão. Além disso, o tempo correspondente ao princípio de presa da pasta normal amassada com a água em estudo não deve ser superior a duas vezes o tempo correspondente ao princípio de presa da pasta normal em que se utilize água comprovada.

## QUADRO 5

## Quantidades máximas de halogenetos, sulfuretos, sulfatos e álcalis admissíveis no conjunto dos componentes (incluindo o ligante)

( Percentagens referidas na massa de ligante )

Betão	Cimento	Halogenetos ( expressos em $\text{Cl}^-$ )	Sulfuretos ( expressos em S )	Sulfatos ( expressos em $\text{SO}_2$ )	Álcalis ( expressos em $\text{Na}_2\text{O}$ )
Simples .....	Portland normal .....	-	0,2	3,5	0,6
	Portland de ferro Portland composto Alto-forno 60/80		2,0		
	Pozolânico .....		0,5	5,0	
Armado e pré-esforçado pós tensionado	Portland normal .....	1,3	0,2	3,5	0,6
	Portland de ferro Portland composto Alto-forno 60/80	2,0	2,0		
	Pozolânico .....	1,3	0,2	5,0	
Armado sujeito a fadiga e pré esforçado e pré-tensionado ( e ainda caldas e argamassas para injeção de bainhas de armaduras de betão pré-esforçado e pós tensionado )	Portland normal .....	0,0	0,0	3,5	0,6
	Portland de ferro .....			5,0	-
	Portland composto Alto-forno 60/80 Pozolânico .....				
	Portland e pozolana				

em que:

- $f_{cm}$  - média dos valores da tensão de rotura correspondentes às diversas amostras;
- $f_{cl}$  - menor dos valores obtidos;
- $f_{ck}$  - valor característico especificado,

tomando-se, no caso da resistência à compressão,  $k_1=5$  MPa e  $k_2=1$  MPa no início da produção do betão e  $k_1=k_2=3$  MPa desde que as condições de produção se encontrem estabilizadas.

O RBLH fala ainda da recepção dos betões do tipo BD que não mencionarei por serem menos frequentes. Também é referida a recepção dos betões fabricados em central industrial.

### **3 - A QUALIDADE SEGUNDO A NPENV 206 DE 1993**

#### **3.1 - Controlo da produção**

O controlo da produção compreende todas as medidas necessárias para manter a qualidade do betão em conformidade com as exigências especificadas.

Inclui inspecções e ensaios e a análise dos resultados dos ensaios no que respeita ao equipamento, materiais constituintes, betão fresco e betão endurecido. Compreende igualmente a inspecção antes da betonagem bem como as inspecções respeitantes ao transporte, colocação, compactação e cura do betão.

O controlo da produção deve ser efectuado pelo empreiteiro, sub-empreiteiro e fornecedores, cada um dentro do seu domínio específico, nos processos de fabrico, colocação e cura do betão.

##### **3.1.1 - Controlo do fabrico**

Os materiais constituintes, o equipamento, o processo de fabrico e o betão devem ser controlados a fim de verificar a sua conformidade com as especificações e as exigências.

O tipo e a frequência das inspecções ou ensaios dos materiais devem estar de acordo com o Quadro 6.

O controlo do equipamento deve assegurar que os meios disponíveis para a armazenagem, o equipamento de pesagem e medição, a betoneira e a aparelhagem de controlo (p. ex., para medição do teor de humidade dos inertes) estão em boas condições e de acordo com

## QUADRO 6

## Controle dos materiais

	Materiais	Inspecção/Ensaio	Finalidade	Frequência mínima
1	Cimentos (1)	Inspecção da guia de remessa	Assegurar que o fornecimento está conforme o pedido (2) e é de origem correcta	Cada entrega
2		Inspecção da guia de remessa	Assegurar que o fornecimento está conforme o pedido e é de origem correcta	Cada entrega
3		Inspecção do fornecimento	Comparação com a aparência habitual, relativamente à granulometria, forma e impurezas	Cada entrega
4	Inertes (3)	Ensaio de peneiração	Avaliar a conformidade com a granulometria normalizada ou outra acordada	i) Primeira entrega de nova origem ii) Em caso de dúvida após inspecção visual iii) Periodicamente em função das condições locais ou de entrega
5		Ensaio para detecção de impurezas	Determinar a presença e quantidade de impurezas	i) Primeira entrega de nova origem ii) Em caso de dúvida após inspecção visual iii) Periodicamente em função das condições locais ou de entrega
6		Ensaio conforme a ISO 6782 (*)	Medir a baridade	i) Primeira entrega de nova origem ii) Em caso de dúvida após inspecção visual iii) Periodicamente em função das condições locais ou de entrega
7	Adjuvantes (4)	Inspecção da guia de remessa e rótulo do recipiente	Assegurar que o fornecimento está conforme o pedido e devidamente referenciado	Cada entrega
8		Inspecção do adjuvante	Comparação com a aparência habitual	i) Cada entrega ii) Durante a utilização
9		Ensaio de massa volúmica	Comparação com a massa volúmica	Em caso de dúvida
10	Adições em pó (4)	Inspecção da guia de remessa	Assegurar que o fornecimento está conforme o pedido e é de origem correcta	Cada entrega
11	Adições em suspensão (4)	Inspecção da guia de remessa	Assegurar que o fornecimento está conforme o pedido e é de origem correcta	Cada entrega
12		Ensaio de massa volúmica	Assegurar a uniformidade	Cada entrega
13	Água	Ensaio de análise química	Assegurar que a água não contém constituintes nocivos	i) Quando da primeira utilização de uma origem, salvo se a água for de abastecimento público ii) Em caso de dúvida
14		Ensaio de provetes de betão ou argamasas executadas conforme ISO 2736 (*)	Comparar a presa e a resistência com a de provetes fabricados com água de qualidade reconhecida	i) Quando da primeira utilização de uma origem, salvo se a água for de abastecimento público ii) Em caso de dúvida

(1) Recomenda-se que as amostras sejam colhidas e armazenadas uma vez por semana e por cada tipo de cimento para ensaio em caso de dúvida. Para a amostragem ver NP EN 196. parte 7.

(2) Em cada entrega deve indicar-se na guia de remessa pelo menos o tipo, a origem e a classe de referência

(3) A guia de remessa convém também conter informação sobre o teor máximo de cloretos solúveis, a não ser que o teor de cloretos seja limitado pelas normas e regulamentos aplicáveis. A guia de remessa convém que indique a possível susceptibilidade à reacção álcalis-silica, quando relevante.

(4) Recomenda-se que se colham e armazenem amostras em cada entrega.

(\*) Ver anexo NA ( Anexo Nacional )

os requisitos desta norma. A frequência destas inspecções ou ensaios é indicada no Quadro 7.

## QUADRO 7

### Controle do equipamento

	Equipamento	Inspecção/Ensaio	Finalidade	Frequência mínima
1	Pilhas de armazenamento, tremonhas, etc.	Inspecção visual	Assegurar a conformidade com as exigências	Uma vez por semana
2	Equipamento de pesagem	Inspecção visual do funcionamento	Assegurar que o equipamento de pesagem está a funcionar correctamente	Diariamente
3		Ensaio de calibração	Assegurar que a precisão está de acordo com o quadro 10	i) Quando da instalação ii) Pelo menos uma vez por ano
4	Doseadores de adjuvantes	Inspecção visual do funcionamento	Assegurar que o doseador está limpo e funciona correctamente	Primeira amassadura do dia para cada adjuvante
5		Ensaio de calibração	Evitar dosagens erradas	i) Quando da instalação ii) Mensalmente após instalação iii) Em caso de dúvida
6	Contador de água	Comparação da quantidade real com a leitura no indicador	Assegurar a precisão de acordo com o quadro 10	i) Quando da instalação ii) Mensalmente após instalação iii) Em caso de dúvida
7	Equipamento para medição contínua do teor de água de areias	Comparação do teor real com a leitura no indicador	Assegurar a precisão	i) Quando da instalação ii) Mensalmente após instalação iii) Em caso de dúvida
8	Sistema de doseamento	Comparação da massa real dos constituintes na mistura com a massa pretendida por um método adequado dependente do sistema de dosagem	Assegurar a precisão do doseamento de acordo como quadro 11	i) Quando da instalação ii) Em caso de dúvida nas instalações subsequentes iii) Mensalmente após instalação
9		Inspecção visual	Assegurar que o sistema de doseamento está a funcionar correctamente	Diariamente
10	Equipamento de ensaio	Ensaio de acordo com as normas ou outras regulamentações	Verificar a conformidade	Regularmente, dependente do equipamento; pelo menos de dois em dois anos
11	Betoneira (incluindo camiões betoneira)	Inspecção visual	Verificar o desgaste do equipamento de amassadura	Mensalmente

As verificações para observar se o processo de fabrico é adequado e correctamente executado, e se o betão está conforme com as exigências desta norma, devem ser feitas como está indicado no Quadro 8.

O controlo do betão pelo empreiteiro quando se utiliza betão pronto deve ser feito conforme está estabelecido no Quadro 9

O fabricante de betão pronto ou a empresa de pré-fabricação deve efectuar as inspecções e ensaios estabelecidos nos Quadros 6, 7 e 8.

## QUADRO 8

## Controlo do processo de fabrico e das propriedades do betão

	Tipo de ensaio	Inspecção/Ensaio	Finalidade	Frequência mínima
1	Dosagens da composição especificada	Ensaio inicial	Demonstrar que as propriedades especificadas se verificam com uma margem adequada	Antes de utilizar uma nova composição se não existirem resultados de uma experiência a longo prazo
2	Teor de cloretos na amassadura	Determinação inicial ( ver 11.3.12 )	Assegurar que o teor máximo de cloretos não é excedido	Ensaio inicial e no caso de alteração do teor de cloretos dos constituintes
3	Teor de água dos inertes grossos	Ensaio de secagem ou equivalente	Determinar a água suplementar a adicionar	Se não for contínua, diariamente. Conforme as condições locais e meteorológicas, podem ser necessários ensaios com maior ou menor frequência
4	Teor de água das areias	Sistema de medição contínua, ensaio de secagem ou equivalente	Determinar a água suplementar a adicionar	Se não for contínua, diariamente. Conforme as condições locais e meteorológicas, podem ser necessários ensaios com maior ou menor frequência
5	Consistência do betão	Inspecção visual	Comparar com a aparência normal	Cada amassadura ou carga
6		Ensaio de consistência de acordo com ISO 4109 ou ISO 4110 ou ISO 4111 ou ISO 9812 (*)	Avaliar a conformidade com a classe de consistência requerida e verificar as variações possíveis da dosagem de água	i) Ao moldar provetes para ensaio do betão endurecido ii) Quando se determina teor de ar iii) Em caso de dúvida após inspecção visual
7	Massa volúmica do betão fresco, leve ou pesado	Ensaio de acordo com ISO 6276 (*)	Supervisar o controlo da amassadura e da massa específica do betão leve e do betão pesado	Igual à dos ensaios de resistência à compressão
8	Ensaio de resistência à compressão em provetes moldados de betão	Ensaio de acordo com ISO 4012 (*)	Avaliar as propriedades de resistência da composição	A necessária para o controlo da conformidade ( ver 11.3 ), mas não menos da que é indicada no quadro 18
9	Massa volúmica de betão endurecido leve ou pesado	Ensaio de acordo com ISO 4012 (*)	Avaliar a massa volúmica especificada	Igual à dos ensaios de resistência à compressão
10	Dosagem de água adicionada ao betão fresco	Registo da quantidade de água adicionada (1)	Fornecer informações para a razão água/cimento	Cada amassadura
11	Dosagem de cimento do betão fresco	Registo da quantidade de cimento adicionada (1)	Verificar a dosagem de cimento e fornecer informações para a razão água/cimento	Cada amassadura



Quadro 8 (continuação)

12	Dosagem de adições no betão fresco	Registo da quantidade de adições utilizadas (1)	Verificar a dosagem de adições	Cada amassadura
13	Razão água/cimento no betão fresco (2)	Dividindo (3) + (4) + (10) por (11) ou por meio de ensaios previamente acordados	Avaliar a razão água/cimento especificada	Diariamente ou mais frequentemente conforme requerido
14	Teor de ar do betão fresco para as composições com teor de ar especificado	Ensaio de acordo com ISO 4848 (*)	Avaliar a conformidade com o teor de ar introduzido que foi prescrito	Para misturas com teor de ar introduzido I) Pelo menos diariamente na primeira amassadura ii) Mais frequentemente dependendo das condições de produção e das influências ambientais
15	Uniformidade	Ensaio de comparação de propriedades de amostras colhidas em diferentes partes da amassadura	Avaliar a uniformidade da amassadura	Em caso de dúvida
16	Penetração de água	Ensaio de acordo com ISO 7031 (*)	Avaliar a resistência à penetração da água	Ensaio inicial, frequência subsequente a acordar
17	Outras características	De acordo com normas aplicáveis ou a acordar	Avaliar a conformidade com as características requeridas	A acordar

(1) Esta informação pode ser obtida recorrendo ao catálogo de composição de betão de acordo com 10.3.1 ou às instruções referente à amassadura de acordo com 9.2

(2) Veja-se a nota (2) do Quadro 3

(\*) Ver anexo NA ( Anexo Nacional )

## QUADRO 9

## Controle do betão pronto pelo empreiteiro

	Assunto	Inspecção/Ensaio	Finalidade	Frequência mínima
1	Guia de remessa	Inspecção visual	Assegurar que a entrega corresponde ao especificado (1)	Cada entrega
2	Consistência do betão	Inspecção visual	Comparar com a aparência normal	Cada entrega
3		Ensaio de consistência de acordo com a ISO 4109 ou ISO 4110 ou ISO 4111 ou ISO 9812 (*)	Avaliar a conformidade com a classe de consistência requerida	I) Ao moldar provetes para ensaio de betão endurecido ii) Em caso de dúvida após inspecção visual
4	Uniformidade do betão	Inspecção visual	Comparação com a aparência normal	Cada entrega
5		Ensaio de comparação de propriedades de amostras colhidas em partes diferentes da amassadura	Avaliar a uniformidade da amassadura	Em caso de dúvida, após inspecção visual
6	Aspecto geral do betão	Inspecção visual	Comparar com a aparência normal, p.ex., cor	Cada entrega
7	Controle de fabrico do fornecedor do betão	Verificação de que o fabrico está controlado através do certificado de um organismo de certificação; caso contrário, inspecção da central de betão pronto	Assegurar que o controle de fabrico é efectuado	I) Primeiro contrato com novo fornecedor ii) Em caso de dúvida
8	Resistência à compressão do betão amostrado na obra	Ensaio de acordo com ISO 4012 (*)	Avaliar a resistência à compressão da composição	Exigida pelo controle da conformidade. ver 11.3
9	Teor de ar do fresco para a composição com teor de ar especificado	Ensaio no local de acordo com ISO 4848 (*)	Avaliar a conformidade com o teor de ar requerido	I) Exigida pelo controlo da conformidade ii) Pelo menos diariamente ou com mais frequência dependendo das influências ambientais iii) Em caso de dúvida
10	Outras características	De acordo com as normas aplicáveis ou a acordar (*)	Avaliar a conformidade com as características requeridas	A acordar

(1) ver secção 8

(\*) Ver Anexo NA ( Anexo Nacional )

### 3.2 - Plano de amostragem e controlo da conformidade

O controlo da conformidade compreende a combinação de acções e decisões, tomadas de acordo com regras de conformidade previamente adoptadas, necessária para verificar a conformidade de um lote, previamente definido, com as especificações.

Apesar da norma se referir a várias propriedades e a várias situações de fabrico vamos aqui referir apenas os critérios de conformidade e o plano de amostragem para a resistência à compressão.

Para julgar a conformidade da resistência do betão, o volume de betão utilizado na estrutura, no elemento estrutural, etc., deve ser dividido em lotes nos quais é verificada a conformidade. O volume total de betão de um lote deve ser fabricado em condições consideradas uniformes.

A dimensão de um lote deve ser:

- o betão fornecido para cada andar de um edifício ou grupo de vigas/lajes ou colunas/paredes de um andar de um edifício, ou partes comparáveis de outras estruturas;
- sempre inferior a  $450 \text{ m}^3$  ou à produção de uma semana de betonagem (tomando-se o menor destes valores).

No caso de se utilizar betão fabricado no local por cada lote devem tomar-se pelo menos 6 amostras colhidas separadamente.

Quando se pretender julgar betões de classes de resistência não superiores a C20/25 e de pequenos lotes até  $150 \text{ m}^3$ , podem tomar-se 3 amostras colhidas separadamente.

Admite-se a conformidade se os resultados dos ensaios satisfizerem:

- o critério 1, adiante referido, no caso de 6 ou mais amostras;
- o critério 2, adiante referido no caso de 3 amostras.

É suficiente a declaração de conformidade pelo fabricante, prevista na EN 45014, quando o fabricante demonstrar ter um sistema de qualidade satisfazendo as exigências da ENV 206. O dono da obra deverá ter acesso ao controlo do fabrico e aos ensaios prévios e definir os lotes ou elementos de betão onde se poderá colocar o betão objecto daquela declaração. Para além disso é necessário que:

- exista um controlo de fabrico satisfazendo as exigências;
- os ensaios prévios tenham dado resultados satisfatórios;
- a classe de resistência especificada para o betão não seja superior a C20/25;
- os lotes sejam inferiores a  $150 \text{ m}^3$  ou os elementos de betão sejam de menor importância para a segurança da estrutura.

Os critérios de conformidade para a resistência à compressão são os seguintes:

### Critério 1

Este critério aplica-se quando a conformidade é verificada através da consideração de 6 ou mais amostras consecutivas, cujas resistências são  $x_1, x_2 \dots x_n$ .

A resistência de uma amostra deve ser o resultado do ensaio de um provete ou a média dos resultados quando se moldam dois ou mais provetes de uma amostra.

A resistência, em MPa, deve satisfazer as seguintes condições:

$$\bar{X}_n \geq f_{ck} + S_n$$

$$X_{\min} \geq f_{ck} - K$$

onde:

$X_{\min}$  é o menor valor individual do conjunto de amostras;

$\bar{X}_n$  é a resistência média do conjunto de amostras;

$S_n$  é o desvio padrão das resistências do conjunto de amostras;

$f_{ck}$  é a resistência característica especificada para o betão;

$\lambda$  e  $K$  são valores indicados no Quadro 10 de acordo com o número  $n$  de amostras do conjunto.

QUADRO 10

n	$\lambda$	K
6	1.87	3
7	1.77	3
8	1.72	3
9	1.67	3
10	1.62	4
11	1.58	4
12	1.55	4
13	1.52	4
14	1.50	4
15	1.48	4

## Critério 2

Este critério aplica-se quando a conformidade é verificada através da consideração de três amostras cujas resistências são  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ .

A resistência de uma amostra deve ser o resultado do ensaio de um provete ou a média dos resultados quando se moldam dois ou mais provetes de uma amostra.

A resistência, em MPa, deve satisfazer as seguintes condições:

$$\bar{X}_3 \geq f_{ck} + 5$$

$$X_{\min} \geq f_{ck} - 1$$

onde:

$\bar{X}_3$  é a resistência média das amostras.

## **4 - CONCLUSÃO**

Apresentámos o controlo de qualidade tal como está contemplado no RBLH de 1989 e a NPENV206 de 1993. As diferenças são significativas. A NPENV206 trata da qualidade enquadrando-a na legislação entretanto saída sobre controlo de qualidade. Esta norma apresenta de forma mais completa todo o controlo de qualidade do betão.

Pensamos que no início será de difícil aplicação prática. No entanto a crescente introdução dos procedimentos indicados trará mecanizações tornando natural o controlo de qualidade.