



Artigo: "Mistakes and Misconceptions"

<http://www.concreteconstruction.net/concrete-construction/mistakes-and-misconceptions.aspx>

Autor : Richard W. Burrows

Revista : Concrete Construction 2009

"Erros e falsos conceitos"

Existe um falso conceito de que um concreto de alta resistência significa boa durabilidade.

Isso é verdade até que a resistência alcance um certo valor, a partir do qual o concreto torna-se frágil (quebradiço) e propenso a fissuras.

O concreto nos U.S.A. ultrapassou de muito esse ponto. Devido a esse conceito errado, cometeram-se inúmeros erros, em detrimento da durabilidade do concreto.

A especificação ASTM C150 foi formulada em 1940 por P.H.Bates, que designou o cimento comum como Tipo I, com uma resistência aos 7 dias de 2800 psi, (19,5MPa), em média.

P.H.Bates queria um cimento com uma maior resistência à fissuração, por isso ele criou o cimento Tipo II com uma menor resistência aos 7 dias, 2100psi (14,7MPa).

Essa vantagem foi logo perdida porque os donos das obras queriam um cimento mais "rápido" e os fabricantes de cimento, competindo por parcela no mercado, moíam os cimentos cada vez mais finos. Como resultado, as resistências aos sete dias, cresceram quase 300% ao longo dos anos.

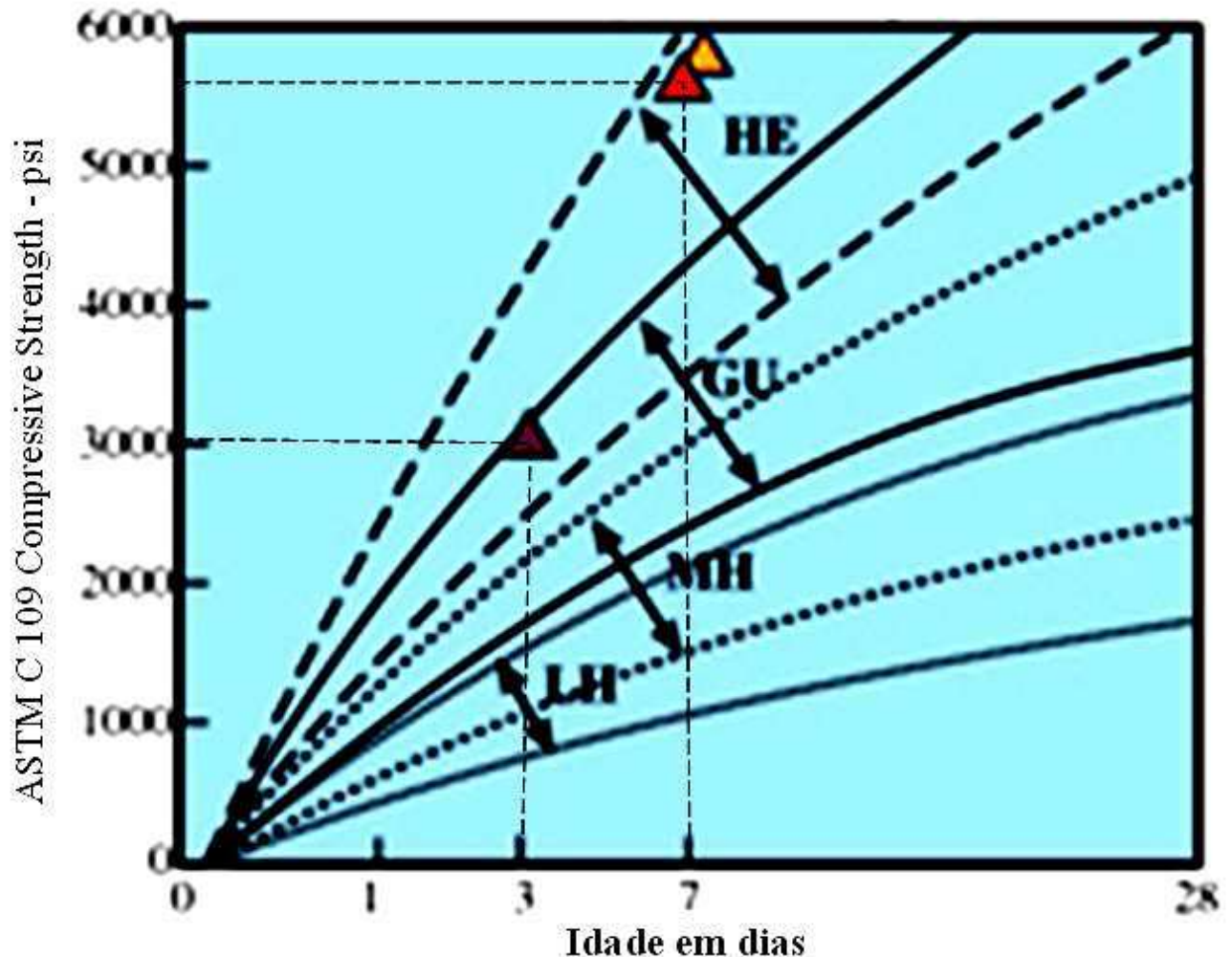
No que concerne à resistência do cimento à fissuração, o primeiro erro ocorreu em 1960 quando o limite obrigatório de 50% para o teor do silicato tricalcico (C3S) foi eliminado.

O segundo erro aconteceu em 1965, quando o "National Bureau of Standards" enviou o Eng. Bryant Mather à Alemanha, para observar as práticas do concreto.

Bryant Mather escreveu : *"Eles tinham classes de resistência em todos os tipos de cimento e já tinham essas classes havia muitos anos. Todas as resistências tinham limite superior e limite inferior. Eu retornei aos U.S.A. e advoguei essa idéia. Riram de mim."*



Em 1979 foi cometido o terceiro erro . Jack R. Benjamin e Leslie D. Long recomendaram que cimentos Tipo II, com resistência aos 3 dias maior que 3000psi, (21MPa), fossem designados como Tipo III (A.R.I. = Alta Resistência Inicial) . Sua sugestão foi ignorada. Desse modo em 1995, 132 dos 147 cimentos Tipo II excediam os 3000psi (2,1MPa)



Na figura, as quatro classes (*não mais existentes*) de resistência na norma ASTM C1157, designadas como LH=Cimento de Baixo Calor, MH=Cimento de Médio Calor, GU=Cimento de Uso Geral e HE=Cimento de Alta Resistência Inicial

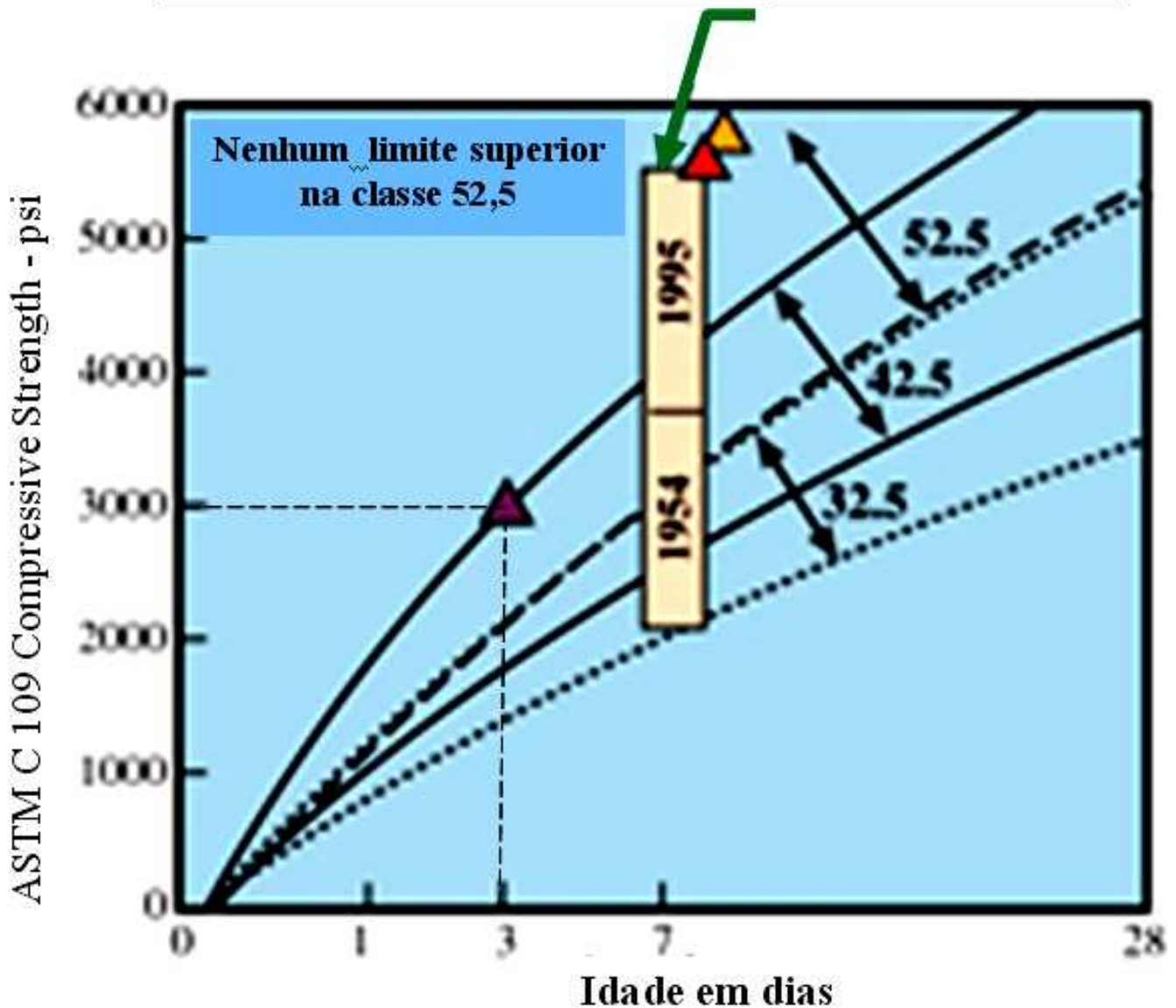
= Cimento Tipo II usado no Aeroporto Internacional de Denver, Colorado, onde foram gastos 22 milhões de dólares, só no ano de 2008, substituindo painéis fissurados da pista de concreto.

= Cimento Tipo II usado no projeto T-REX de 1,2 Bilhões de dólares, em Denver, Colorado, onde 15 pontes começaram a trincar antes mesmo da conclusão da obra. O concreto teve que ser removido. Anos 2004 a 2006.



▲ = Sugestão de Jack R. Benjamin e Leslie D. Long em 1979 : Idade = 3 dias ,
Resistência < 3000 psi (21 MPa).

Faixa de resistência dos cimentos Tipo II em 1954 e 1995



Norma Européia ENV 197

Observe que os cimentos, ▲ e ▲ , comercializados como Tipo II, eram na realidade Cimentos de Alta Resistência Inicial (A.R.I.). Eles causaram fissuração intensa.

Cimentos obedecendo às exigências para os cimentos Classe 32,5 e para os cimentos Classe MH teriam sido ideais.



Mais tarde, Geoffrey Frohnsdorff, Ron Gebhardt, e Karl Hauser, do Comitê ASTM do Cimento, finalmente trataram do assunto.

Eles cuidaram para que na nova especificação por performance, ASTM C1157 (emitida em 1992) os cimentos fossem classificados por classe de resistência com limites máximos e mínimos.

Eles modelaram sua abordagem segundo a especificação européia do cimento ENV197.

Nesse ponto dois novos erros ocorreram.

Primeiro, o comitê não concordou com o limite proposto para a resistência máxima e insistiram para que ele fosse aumentado.

Segundo, esse limite foi feito opcional.

Finalmente, em 2008, o erro final foi feito.

Após a morte de Frohnsdorff e de Gebhardt e após a aposentadoria de Hauser, o limite da resistência foi eliminado da C 1157 de modo a tornar a especificação mais ***“amigável ao usuário”***.

Na realidade isso fez a especificação mais “amigável” para os fabricantes de cimento. Atualmente não há distinção entre o cimento para uso geral (Tipo GU) e o cimento de alta resistência inicial (Tipo HE = A.R.I.)

Cada cimento Portland nos U.S.A. pode hoje ser vendido indiscriminadamente como sendo de qualquer um dos tipos de cimento.

Karl Hauser escreveu : “ A durabilidade a longo prazo do concreto era uma consideração prioritária, quando Eu, Geoff Frohnsdorf, e Ron Gebhardt, lutamos pelas faixas de resistência na especificação C 1157 ”.

Sem esses limites existe pouca necessidade dessa especificação de desempenho, que se torna quase completamente inútil. “Agora que os limites foram eliminados, “would” tornou-se “has”.



Por que classificar cimentos pela resistência.

ASTM C 1157 e ENV 197 classificavam os cimentos pela resistência porque o risco de fissuração aumenta com a resistência inicial (nos primeiros dias).

Algumas aplicações do concreto são propensas à fissuração e portanto necessita-se de cimentos de hidratação mais lenta.

Se isso não fosse verdade poderíamos ter apenas uma classe de resistência – todos os cimentos seriam de alta resistência inicial.

Assim é, na essência, a nossa realidade atual.

Soluções a curto prazo e a longo prazo

Levou 35 anos para William Lerch mudar o sulfato na C150.

Levou 15 anos para que Frohnsdorf, Gebhardt, e Hauser produzissem a C1157.

Se a ASTM for modificar a C150 e a C1157, de modo a prover cimentos resistentes a fissuração, isso tomará anos – durante os quais serão produzidos os cimentos Tipo II, propensos à fissuração (na realidade são Tipo III)

A deterioração do concreto aumentará enquanto a resistência inicial continuar a crescer devido ao aumento da finura e do C3S.

Uma solução rápida, a curto prazo, precisa ser implementada imediatamente.

Solução a curto prazo

Eu acho que a única solução possível é um decreto governamental limitando as resistências aos sete dias, do cimento Tipo II (C-150) a 4000psi (28MPa), e do cimento Tipo GU (C1157) a 4350 psi (30,5MPa) .

O valor 4350 psi (30,5MPa) era o limite superior para o cimento Tipo GU na C1157 e o valor 4000psi (28MPa) era o limite originalmente preferido por Frohnsdorff, Gebhardt, and Hauser.

Eu mostrei a um fabricante de cimento que um tal decreto, na verdade, poderia ser benéfico. Poderia moer o clínquer mais grosso – economizando tempo e energia. Poderia vender esse cimento de custo mais barato pelo mesmo preço e ganhar mais dinheiro.



Além disso, poderia ser mais sustentável, e se ficaria livre do “jogo” de ter que aumentar cada vez mais a finura do cimento e o teor de C3S.

Se o construtor reclamasse que o cimento estava muito “lento”, o fabricante de cimento poderia sugerir que ele usasse o cimento Tipo III (A.R.I.), se ele necessitasse realmente de um cimento “rápido”.

Soluções possíveis a longo prazo para a ASTM C1157

- **Mudar a ASTM C1157**

Os limites de resistência deveriam ser restabelecidos e tornados obrigatórios.

A razão pela qual os limites de resistência foram suprimidos foi a de que ninguém, estava usando essa opção.

Uma triste realidade é a de que os “especificadores” de concreto não têm muitos conhecimentos a respeito da durabilidade do concreto.

Esse problema desapareceria se os limites fossem tornados obrigatórios, o que, segundo Hauser, era o objetivo principal da C1157.

Deveria se pensar seriamente em incluir os testes de desempenho contra fissuração, tais como o novo teste de retração química (ASTM C 1608) e o novo teste de retração em anel (ASTM C 1581)

- **Cancelar a ASTM C1157**

Se não se quiserem restabelecer os limites de resistência, então a especificação deve ser cancelada porque qualquer cimento na América pode ser vendido hoje como Tipo GU ou Tipo HE indiscriminadamente.

- **Substituir a ASTM C1157 pela ENV187**

A especificação ENV 197 é uma especificação tanto para cimentos misturados como para cimentos não misturados e os limites de resistência fazem dela uma especificação “por performance”.



Possíveis soluções a longo prazo para a ASTM C150

- **Adicionar limites de resistência máxima para cimentos Tipo I, II, IV e V.**
- **Aprovar o cimento Tipo VI proposto.**

Em 1999 começou um esforço para incluir um cimento altamente resistente à fissuração na ASTM C 150.

Esse cimento tinha os seguintes limites máximos:

- 300m²/kg para a finura Blaine
- 50% para o teor de C3S
- 5% para o teor de C3A
- 0,6% de Na eq. (Sódio equivalente).

Essa abordagem, no momento está morta.

Os votos favoráveis eram 45% em 2003, 61% em 2004, e 78% em 2005, mas apenas 67% em 2008.

O lobby dos fabricantes de cimento tornou-se mais bem organizado e o assunto perdeu terreno em 2008.

Seu futuro não é promissor.

- **Mudar a proposta do cimento Tipo VI já proposto**, tirando os limites para C3A e C3S, mantendo os limites máximos apenas para a finura e para a resistência aos 3 dias.
- **O atual limite opcional para os álcalis tem que se tornar obrigatório**, por causa do efeito muito forte dos álcalis tanto na fissuração devida à contração térmica quanto na fissuração devida à retração por secagem.

Recomendação

Espera-se que o grupo tarefa do Comitê de Cimento do ASTM considere essas e outras opções e que desenvolva uma estratégia que seja consistente, e que faça uma abordagem para melhorar as especificações C150 e C1157, **provendo cimentos para concretos mais duráveis e mais resistentes à fissuração.**

Richard W. Burrows, graduado na *Colorado School of Mines*, começou seus estudos do concreto em 1946 no *U. S. Bureau of Reclamation*.

Recebeu a medalha Wason do *American Concrete Institute* pelo melhor trabalho sobre concreto em 1958 e novamente em 2001.



Fissuração dos concretos
Resistência nos primeiros dias
Finura e teor de C3S dos cimentos.
Richard Burrows - 2009

Prof.. Eduardo C. S.
Thomaz
Notas de aula

pág. 8/8

Ver também do mesmo autor :

1. *“Building Durable Structures in the 21st Century”*

Autores : P. Kumar Mehta and Richard W. Burrows

Revista: Concrete International – March 1, 2001

2. Livro : *“The Visible and Invisible Cracking of Concrete”*

Autor : Richard W. Burrows.

Editora : American Concrete Institute – December 1998

3. *“The Life and Death of Type II Cement”*

Autor : Richard W. Burrows.

Revista : “Concrete Construction” – Janeiro 2007

<http://www.concreteconstruction.net/concrete-construction/the-life-and-death-of-type-ii-cement.aspx>

4. *“Three simple tests for selecting low-crack cement”*

Autores : R.W. Burrows , W.F. Kepler , D. Hurcomb , J. Schaffer, J.G. Sellers

Cement & Concrete Composites 26 (2004) 509–519

www.elsevier.com/locate/cemconcomp

+ + +