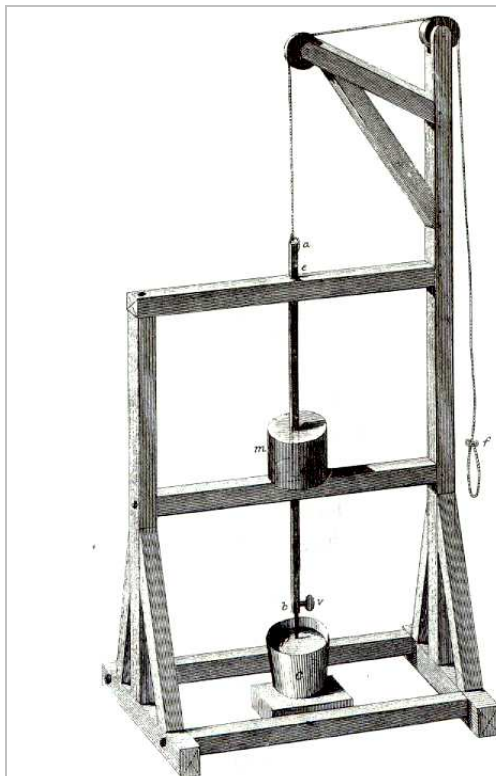




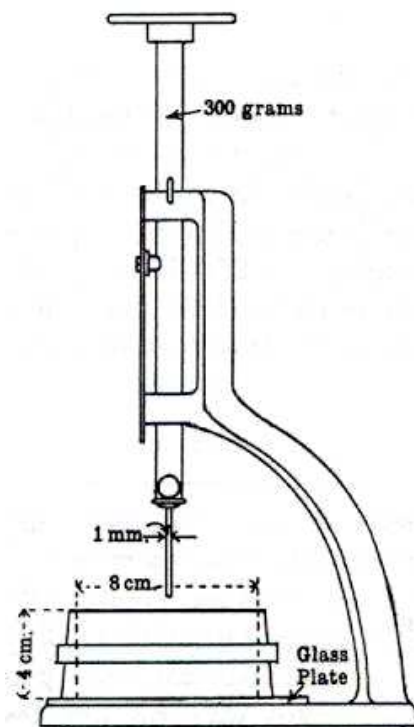
Solidificação e Endurecimento do Cimento

Ensaio criado por L. J. Vicat em 1818.

Pega do Cimento



L. J. Vicat :
Ano de implantação do ensaio = 1818



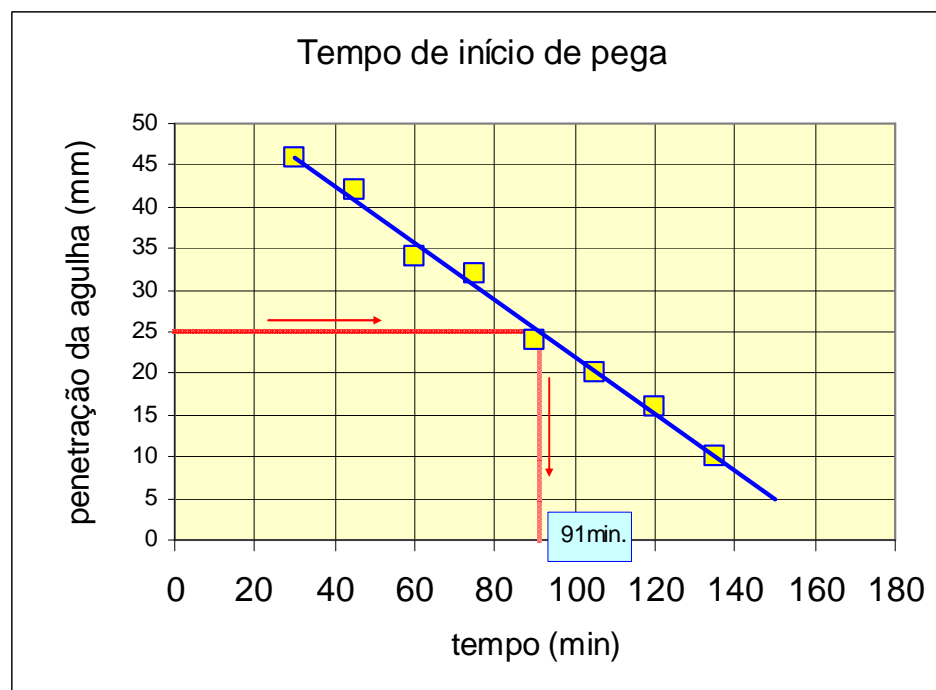
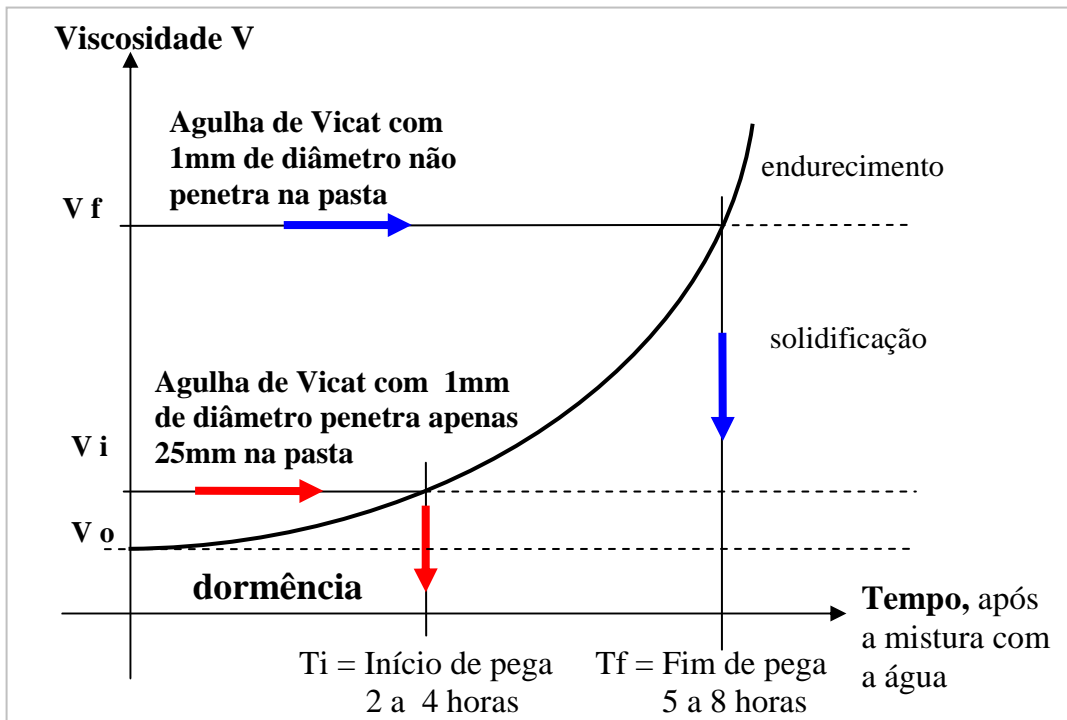
ASTM C191 -1992
e NBR 11581

Aparelhagem para ensaio de penetração da agulha de Vicat.

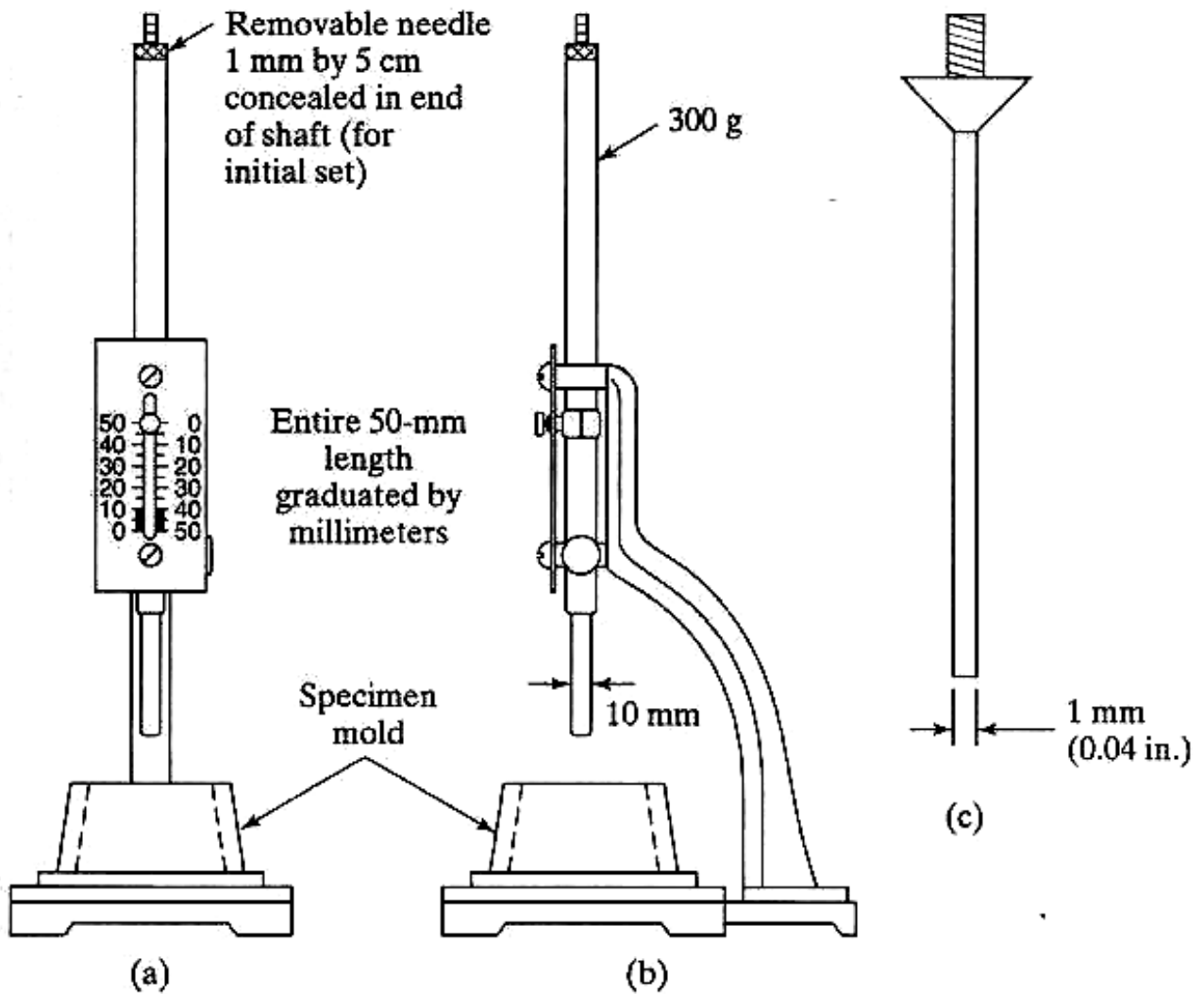


Solidificação e Endurecimento do Cimento

Pega do Cimento: Definição do Tempo de Início de Pega



Exemplo de um ensaio de penetração da agulha de Vicat, ao longo do tempo, em uma pasta de cimento. Tempo de Início de pega = 91 min.

**FIGURE 3.16**

Vicat apparatus: (a, b) front and side view, respectively, of apparatus setup for consistency tests; (c) enlarged view of needle used to determine final set. (Adapted from ASTM C 187 and C 191. Copyright ASTM INTERNATIONAL. Reprinted with permission.)

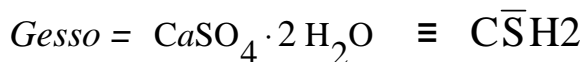
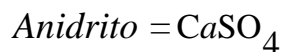
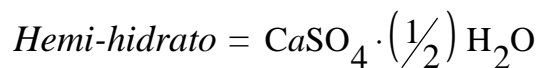
Aparelhagem para ensaio de penetração da agulha de Vicat.



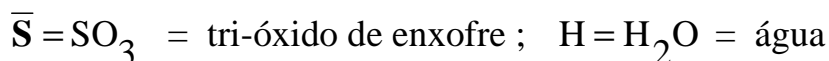
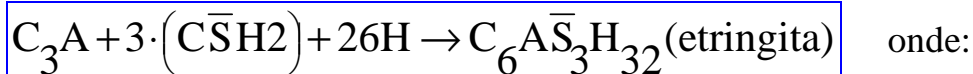
O retardamento do início de pega do cimento se deve à reação entre o C₃A do Clínquer do cimento com os sulfatos adicionados ao Clínquer, na presença da água, formando a etringita.

Para obter o maior tempo possível de início de pega, é necessário balancear as fontes de sulfato adicionadas ao clínquer do cimento.

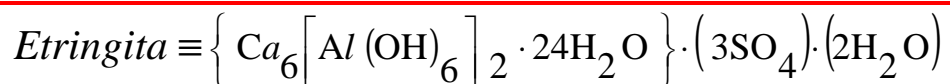
Essas fontes de sulfato são :



O sulfato de cálcio (gesso), que se dissolveu na água, reage nos primeiros minutos, com parte do C₃A do grão do cimento, formando a etringite, na superfície do grão.



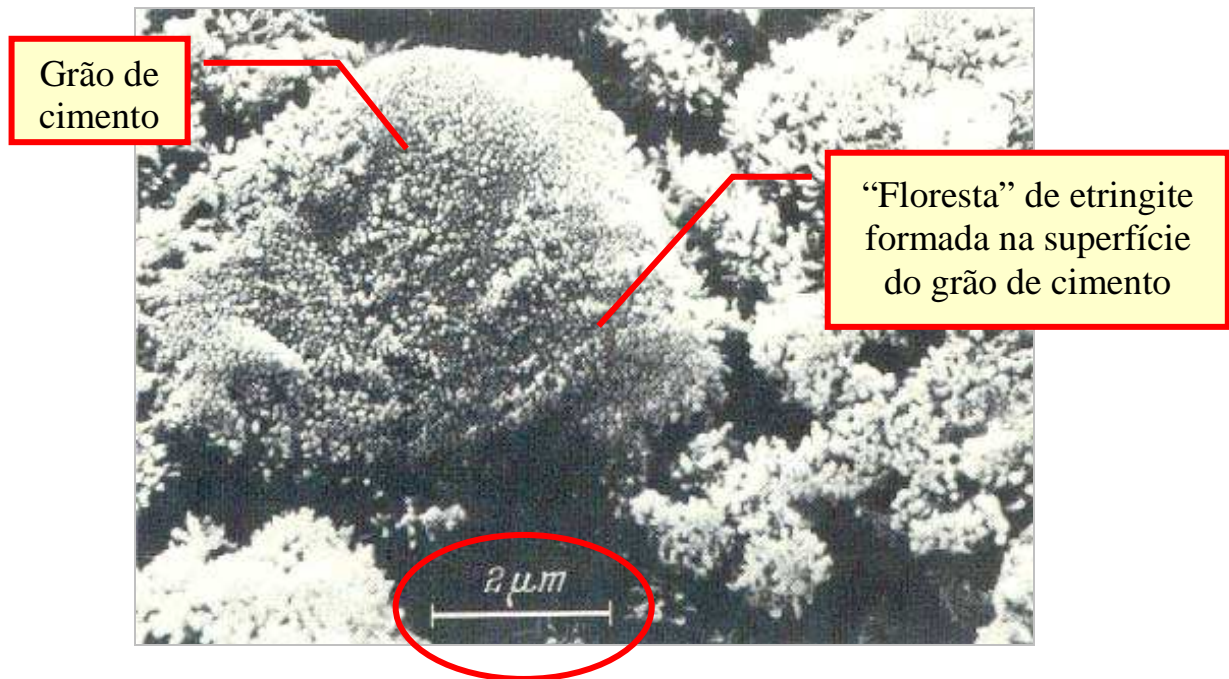
A expressão da etringite segundo a nomenclatura clássica da química seria :



- O grão de cimento fica totalmente coberto pela etringite.
- Isso impede, por 2 a 4 horas, a continuação da hidratação do grão de cimento.
- Além dos sulfatos é importante considerar a parcela do C₃A que se dissolve imediatamente na água, nos 2 primeiros minutos após a mistura cimento e água.
- *É o chamado período de dormência.*



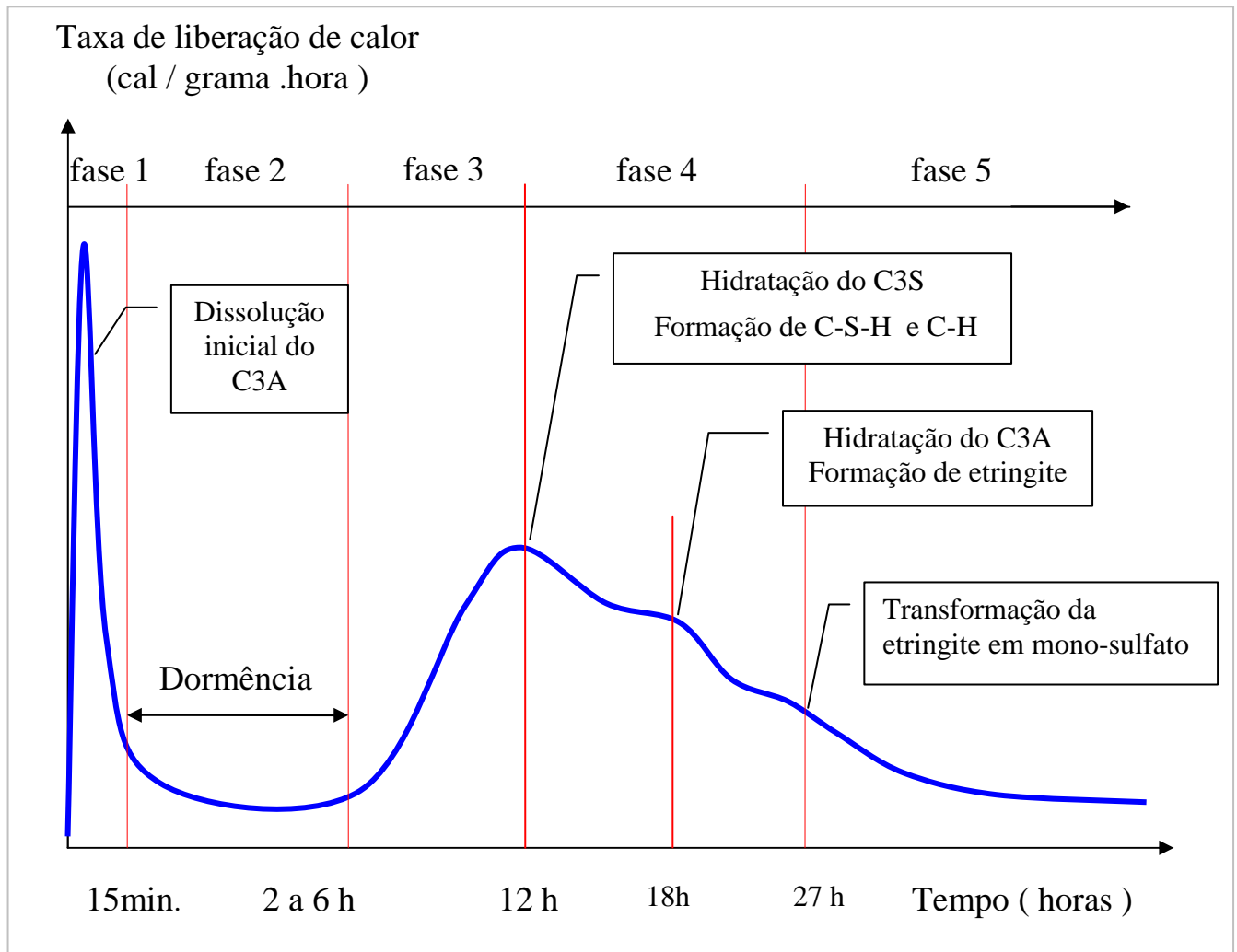
O teor ótimo de sulfato no cimento permite um prolongado
Período de dormência



- Cimento com quantidade ótima de sulfatos.
- Pasta de cimento, 30 minutos após a mistura do cimento com a água.
- Microscopia eletrônica de varredura
- A dimensão de 2 micrometros, mostrada na figura, é a espessura aproximada da película de água que molha cada grão de cimento.

**Liberação de calor durante a hidratação de um Cimento Portland Comum.**

Ver Lea's Chemistry of Cement [1].



Fase 1 : Hidrólise inicial – dissolução de íons na água.


Ao primeiro contato com a água, os íons Cálcio Ca^{++} , os íons alcalinos Na^+ e K^+ são rapidamente liberados da superfície dos grãos de cimento e/ou de gesso. O pH da água sobe rapidamente para 12, em poucos minutos. A solução fica fortemente alcalina. Quando a concentração de Cálcio e de hidróxidos alcança um valor crítico, os produtos de hidratação CH e C-S-H começam a cristalizar, a partir da solução aquosa.

Fase 2 : Período de dormência. Formação de etringite na superfície dos grãos de cimento.

Fase 3 : Retomada da hidratação. Formação dos produtos da hidratação C-H e C-S-H.

Fase 4 : Redução da taxa de hidratação. Difusão através dos grãos. Formação dos produtos da hidratação C-H e C-S-H.

Fase 5 : Hidratação lenta. Formação lenta dos produtos da hidratação C-H e C-S-H.

	<p>Pega do Cimento</p>	<p>Prof. Eduardo C. S. Thomaz Notas de aula</p>	<p>7 / 8</p>
---	------------------------	---	--------------

Referências :

- 1- Lea's Chemistry of Cement and Concrete Fourth Edition –
Editor: Peter C. Hewlett Editora Arnold - 1998
- 2- F.M.Lea – The Chemistry of Cement and Concrete - Third edition – Chemical
Publishing Co., Inc. 1971
- 3- Bogue, Robert Herman – The Chemistry of Portland Cement
Reinhold Publishing Corporation – 1955
- 4- Structure and Performance of Cements – second edition - 2002
Edited by J. Bensted and P. Barnes – SPON PRESS
- 5- Holdercim – José Eduardo Kattar – Nilton Jorge Almeida
Cimento Portland .- 1997
- 6- Dale P. Bentz - Building and Fire Research Laboratory- NIST
National Institute of Standards and Technology – J. Am. Ceram. Soc. 80 [1] 3-21
(1997)
- 7- V.S. Ramachandran & James J. Beaudoin – Noyes Publications – 2001
“TEM Studies of Cement Hydration ”
- 8- G.W.Groves - Oxford University - Materials Research Society
Volume 85 -1987 Microstructural Development During Hydration of Cement
- 9- Dale P. Bentz - Three- Dimensional Computer Simulation of Portland Cement
Hydration and Microstructure Development.- Building and Fire Research Laboratory -
NIST – National Institute of Standards and Technology
J. Am. Ceram. Soc. 80 [1] 3-21 (1997)
- 10-Ivan Odler - Special Inorganic Cements - Modern Concrete Technology Series
Library Binding - (June 2000)



11- H. F. W. Taylor - Cement Chemistry (2nd Edition)
Thomas Telford Publishing – 1998

12 - Shondeep L. Sarkar - Scanning Electron Microscopy, X-Ray Microanalysis of
Concretes - Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology
Principles, Techniques and Applications -
V.S. Ramachandran & James J. Beaudoin Noyes Publications – 2001

13 - Donald. A. St John, Alan W. Poole & Ian Sims
Concrete Petrography – A handbook of investigative techniques
John Wiley – 1998

14 - Geol. Silvia Vieira – ABCP

15 - L.J. Vicat - Mortiers et Ciments Calcaires – 1ª edição - 1818
2ª edição (tradução ao inglês) 1837 – reeditada em 1997