

# FALHAS DE EXECUÇÃO QUE AFETAM A VIDA ÚTIL

Prof. Bernardo F Tutikian  
Presidente da Alconpat - Brasil

[btutikian@terra.com.br](mailto:btutikian@terra.com.br)

bftutikian@unisinoss.br



# Procedimento e normas

- Para termos garantia de atingir o desempenho esperado da estrutura de concreto armado ou protendido é de grande importância seguir procedimentos rígidos de concretagem;
- E sem dúvida, seguir as normas técnicas

# Normas

- **NBR 12655:2006** - recebimento
- NBR 7212:2012 - centrais
- NBR 15575:2013 - desempenho
- NBR 14931:2004 - execução
- NBR 6118:2007 – projeto
- NBR NM 67:1996 - abatimento
- NBR 5738:2003 – cura e moldagem
- NBR 5739:2003 – rompimento
- NBR 15823:2010 - CAA

# Procedimento

## 1) OS DADOS DA NOTA FISCAL DEVEM ESTAR DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO, ESPECIFICADAS DE ACORDO COM O PROJETO ESTRUTURAL

- 1.1. f<sub>ck</sub>: resistência característica à compressão de projeto do concreto;
- 1.2. Relação água/cimento máxima;
- 1.3. Teor de argamassa do concreto;
- 1.4. Traço;
- 1.5. Módulo de elasticidade do concreto;
- 1.6. Tipos de aditivos (se usado);
- 1.7. Diâmetro máximo do agregado graúdo;
- 1.8. Slump (determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone);
- 1.9. Consumo de cimento por m<sup>3</sup>;
- 1.10. Especificação do tipo de cimento utilizado (ex.: CPIV, CPV-ARI,...).

# Procedimento

## 2) TEMPO DE MISTURA

2.1. Tempo de mistura máximo da central de dosagem (hora de início da mistura, primeira adição de água) até a hora de iniciar a concretagem (retirar o lacre do caminhão betoneira), não pode exceder 90 minutos. ( $T < 90\text{min}$  (CHEGADA NA OBRA));

2.2. Tempo limite total, incluindo o transporte do concreto até obra e o fim do descarregamento, não deve exceder 150 minutos ( $T < 150\text{min}$  (FIM DA DESCARGA)).

# Procedimento

## Temperatura:

- A temperatura ambiente para o lançamento do concreto deve estar entre 5 e 30°C.
- Fora destes limites devem ser tomados cuidados especiais...

?????

# Procedimento

## 3) ENSAIO DE ABATIMENTO (SLUMP) – NM 67:96

Os ensaios devem ser realizados a cada betonada (caminhão betoneira). Coletar diretamente da calha do caminhão uma amostra de aproximadamente 30 litros de concreto.

### PROCEDIMENTOS:

- umedecer o molde e a placa base;
- posicionar o molde no centro e fixar com os pés as abas, de forma a mantê-lo estável;
- moldar 3 camadas com 25 golpes para adensar cada camada;
- adensar a camada junto à base, de forma que a haste de socamento penetre em toda a espessura. No adensamento das camadas restantes, a haste deve penetrar até ser atingida a camada inferior adjacente;
- retirar o excesso de concreto e alisar a superfície com uma régua metálica, após a compactação da última camada;
- limpar a placa base e retirar o molde em 5 a 10 segundo em um único movimento uniforme e retilíneo;
- colocar a haste sobre o cone invertido e meça a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, expressando o resultado em milímetros.

# Procedimento



1 - Complete o interior do cone com concreto em 3 camadas, cada camada deve ser adensada com 25 golpes.



2 - Retire o cone, meça com a ajuda do mesmo qual é o abatimento do concreto.

ABESC, 2007

Classe	Abatimento (mm)	Tolerâncias
S10	$10 \leq A < 50$	+/- 10 mm
S50	$50 \leq A < 100$	+/- 20 mm
S100	$100 \leq A < 160$	+/- 30 mm
S160	$160 \leq A < 220$	
S220	$A \geq 220$	



# Procedimento

## 4) ADIÇÃO SUPLEMENTAR DE ÁGUA PARA CORREÇÃO DE ABATIMENTO DEVIDO A EVAPORAÇÃO (SE NECESSÁRIO):

Somente se admite adição suplementar de água para correção de abatimento, devido à evaporação, antes do início da descarga, desde que:

- esta correção não aumente o abatimento em mais de 25 mm;
- o abatimento após a correção não seja superior ao limite máximo especificado;
- deve-se misturar o concreto por 15 minutos após a adição de água;
- a adição é de responsabilidade do motorista;

**NÃO É MAIS PERMITIDO!!!!**

# Procedimento

## 5) PROCEDIMENTO PARA MOLDAGEM E CURA DE CORPOS-DE-PROVA – NBR 5738

Depois de o concreto ser aceito por meio do ensaio de abatimento, deve-se coletar uma amostra que seja representativa para o ensaio de resistência.

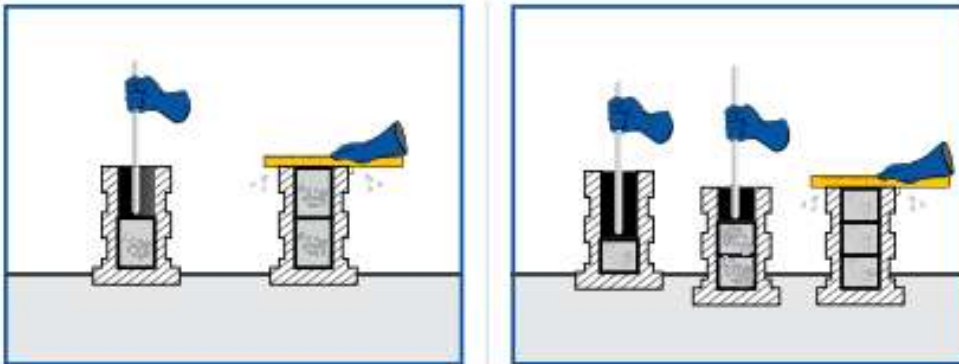
### PROCEDIMENTOS:

- a amostra deve ser colhida no terço médio do caminhão-betoneira;
- nos corpos de prova de 100 mm x 200 mm são aplicados 12 golpes em cada camada, totalizando duas camadas iguais e sucessivas;
- deixe os corpos-de-prova nos moldes, sem sofrer perturbações e em temperatura ambiente por 24 horas;

OBS.: Para cada corpo de prova moldado, deve-se identificá-los com uma etiqueta, colocada no fundo da fôrma constando os seguintes dados:

- hora da moldagem;
- data da moldagem;
- número da nota fiscal;
- valor do abatimento;
- rastreabilidade; localização do concreto na estrutura.

# Procedimento



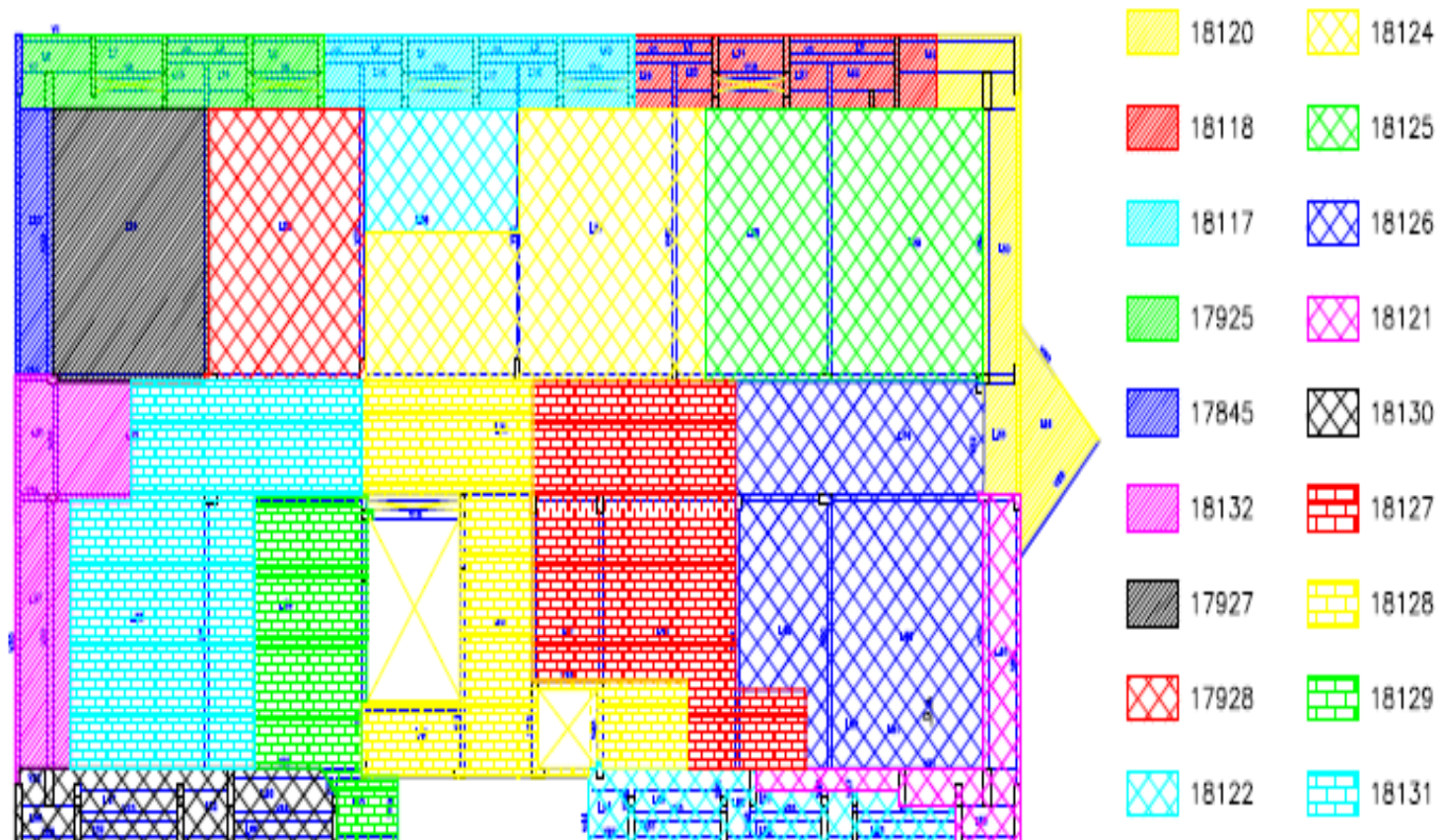
*Nos corpos de prova de 100 mm x 200 mm são aplicados 12 golpes em cada camada, totalizando duas camadas iguais e sucessivas.*

*Nos corpos de prova de 150 mm x 300 mm são aplicados 25 golpes em cada camada, totalizando três camadas iguais e sucessivas.*

# Procedimento

- Rastreabilidade;
- Cuidados gerais de concretagem, cura e desforma;

# Rastreabilidade



PLANTA DE FORMAS DO 2o PAVIMENTO

OBS.: TODA ESTRUTURA CONCRETADA ATÉ O NÍVEL DAS LAJES  
 PILARAS JÁ HAVIAM SIDO CONCRETADOS ATÉ 2,50m  
 A PARTE INVERTIDA DAS VIGAS NÃO FORAM CONCRETADAS NESTA ETAPA

# Controle estatístico do concreto

- Foi realizado de acordo com a ABNT NBR 12655:2006;
- Controle parcial X Controle total;
- Média móvel últimos 20 valores:

n	fc (MPa)
1	40,8
2	37,8
3	39,6
4	42,9
5	44,1
6	42,6
7	42,1
8	35,5
9	40,6
10	42
11	40,5
12	39,2
13	35,2
14	40,5
15	42,4
16	44,9
17	36,7
18	39,7
19	41,6
20	47,4
21	48,3
22	43,6
23	37,6
24	37,1
25	39,6
26	46,1
27	43,8
28	43,4
29	42
30	39,3
31	38,6
32	40,6

33	40,8
34	29,6
35	38,4
36	30,1
37	36,5
38	34
39	41,2
40	40
41	35,7
42	35,3
43	35,9
44	34,4
45	46
46	35,7
47	37,2
48	35,7
49	39,1
50	50,2
51	33,8
52	35,1
53	39,4
54	37,6
55	37,2
56	37,1
57	35,4
58	37,3
59	25,2
60	34,9
61	33,7
62	35,8
63	37,3
64	36,8

fck = 30 MPa

Mês 1

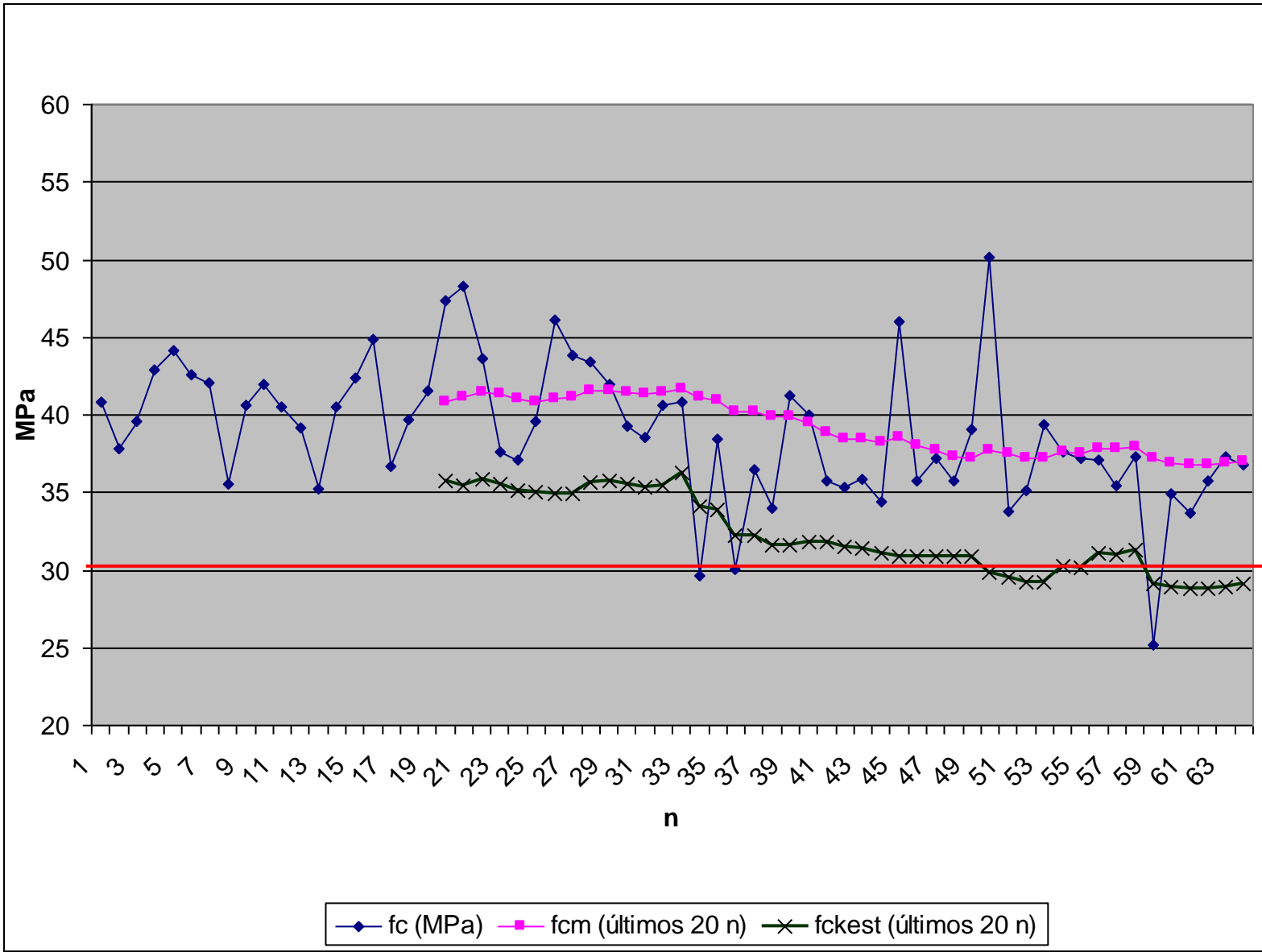


n	fc (MPa)	fcm (últimos 20 n)	Sd (MPa)	fckest (últimos 20 n)
1	40,8			
2	37,8			
3	39,6			
4	42,9			
5	44,1			
6	42,6			
7	42,1			
8	35,5			
9	40,6			
10	42			
11	40,5			
12	39,2			
13	35,2			
14	40,5			
15	42,4			
16	44,9			
17	36,7			
18	39,7			
19	41,6			
20	47,4	40,8	3,04	35,8
21	48,3	41,2	3,47	35,4
22	43,6	41,5	3,42	35,8
23	37,6	41,4	3,50	35,6
24	37,1	41,1	3,61	35,1
25	39,6	40,9	3,55	35,0
26	46,1	41,0	3,72	34,9
27	43,8	41,1	3,77	34,9
28	43,4	41,5	3,56	35,6
29	42	41,6	3,55	35,7
30	39,3	41,4	3,59	35,5
31	38,6	41,4	3,64	35,3
32	40,6	41,4	3,61	35,5

33	40,8	41,7	3,30	36,2
34	29,6	41,2	4,27	34,1
35	38,4	41,0	4,30	33,9
36	30,1	40,2	4,83	32,2
37	36,5	40,2	4,84	32,2
38	34	39,9	5,03	31,6
39	41,2	39,9	5,03	31,6
40	40	39,5	4,71	31,8
41	35,7	38,9	4,30	31,8
42	35,3	38,5	4,22	31,5
43	35,9	38,4	4,25	31,4
44	34,4	38,3	4,34	31,1
45	46	38,6	4,67	30,9
46	35,7	38,1	4,35	30,9
47	37,2	37,7	4,14	30,9
48	35,7	37,4	3,94	30,8
49	39,1	37,2	3,81	30,9
50	50,2	37,8	4,78	<b>29,9</b>
51	33,8	37,5	4,86	<b>29,5</b>
52	35,1	37,2	4,83	<b>29,3</b>
53	39,4	37,2	4,78	<b>29,3</b>
54	37,6	37,6	4,44	30,2
55	37,2	37,5	4,44	30,2
56	37,1	37,9	4,08	31,1
57	35,4	37,8	4,11	31,0
58	37,3	38,0	4,02	31,3
59	25,2	37,2	4,84	<b>29,2</b>
60	34,9	36,9	4,82	<b>29,0</b>
61	33,7	36,8	4,87	<b>28,8</b>
62	35,8	36,8	4,86	<b>28,8</b>
63	37,3	36,9	4,86	<b>28,9</b>
64	36,8	37,0	4,82	<b>29,1</b>



**fcm todos**    **Sd todos**    **fckest todos**  
 38,9            4,44            31,6



n	fc (MPa)
1	36,6
2	36,8
3	34,8
4	40,1
5	36,6
6	37,5
7	40,5
8	41,6
9	37
10	32,1
11	33
12	37,9
13	35,6
14	33,3
15	41,4
16	43,9
17	33,4
18	35,7
19	38
20	39,2
21	37,1
22	39,9
23	35,7
24	38,6
25	40,2
26	36,5
27	37,2

28	35,8
29	38,2
30	41,2
31	37
32	36,5
33	37,9
34	41,8
35	37,4
36	36,9
37	38
38	38,6
39	35,4
40	38,5
41	37,4
42	42,1
43	40
44	40,5
45	45,3
46	32,8
47	40,4
48	39,7
49	39,2
50	36,1
51	34,8
52	37
53	46,1
54	42,7

fck = 30 MPa

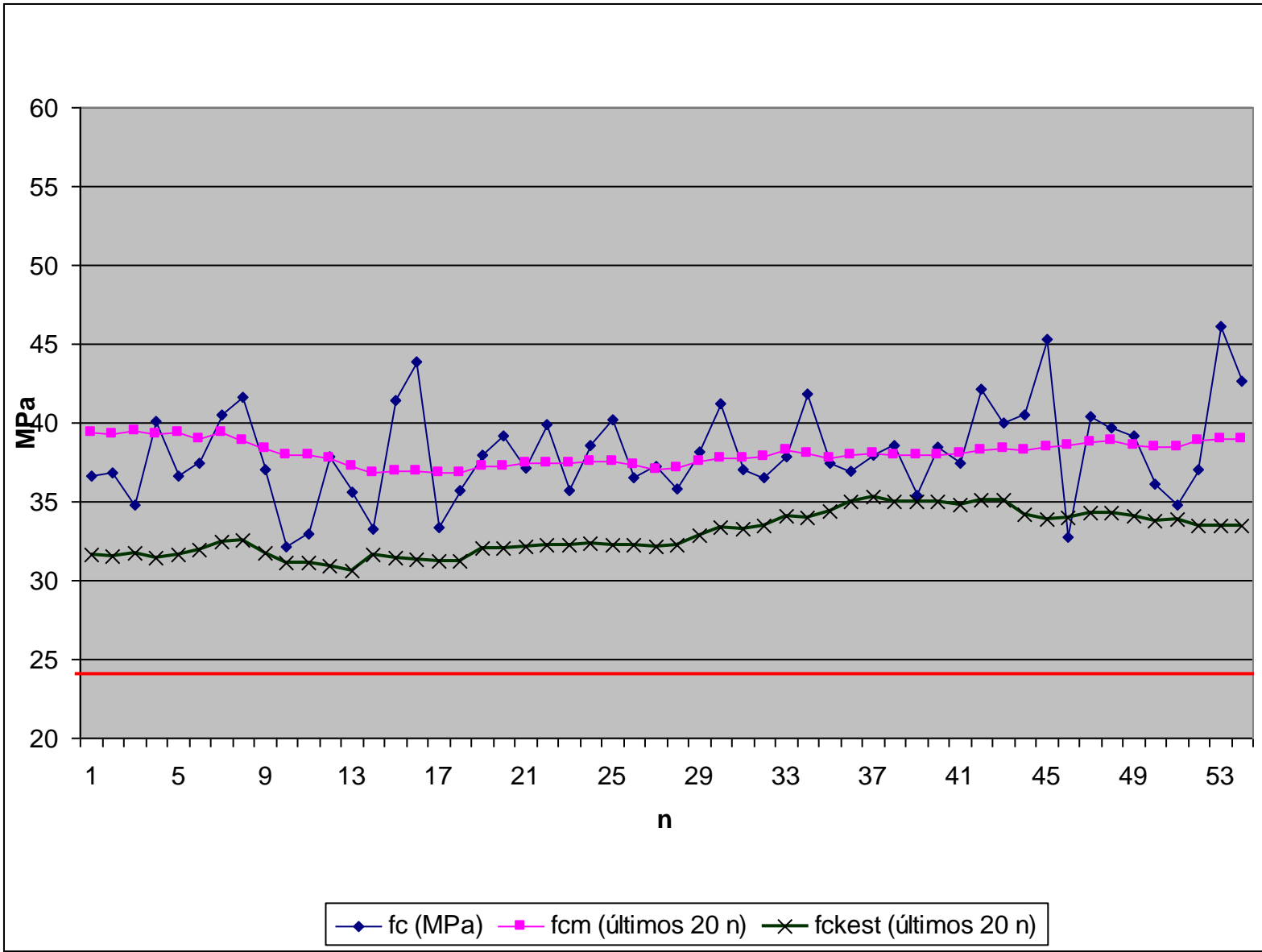
Mês 2



n	fc (MPa)	fcm (últimos 20 n)	Sd (MPa)	fckest (últimos 20 n)
1	36,6	39,4	4,69	31,6
2	36,8	39,3	4,74	31,5
3	34,8	39,5	4,69	31,7
4	40,1	39,3	4,73	31,5
5	36,6	39,3	4,69	31,6
6	37,5	39,0	4,27	31,9
7	40,5	39,4	4,16	32,5
8	41,6	38,9	3,86	32,5
9	37	38,4	4,06	31,7
10	32,1	37,9	4,13	31,1
11	33	37,9	4,13	31,1
12	37,9	37,8	4,14	30,9
13	35,6	37,2	3,97	30,7
14	33,3	36,9	3,18	31,6
15	41,4	37,0	3,39	31,4
16	43,9	36,9	3,42	31,3
17	33,4	36,8	3,42	31,2
18	35,7	36,8	3,43	31,2
19	38	37,3	3,17	32,0
20	39,2	37,3	3,17	32,0
21	37,1	37,4	3,22	32,1
22	39,9	37,5	3,19	32,2
23	35,7	37,4	3,14	32,2
24	38,6	37,6	3,19	32,3
25	40,2	37,5	3,20	32,2
26	36,5	37,4	3,13	32,2
27	37,2	37,1	2,98	32,2

28	35,8	37,1	2,99	32,2
29	38,2	37,6	2,87	32,9
30	41,2	37,8	2,67	33,4
31	37	37,7	2,68	33,3
32	36,5	37,8	2,64	33,5
33	37,9	38,3	2,55	34,1
34	41,8	38,1	2,45	34,0
35	37,4	37,7	2,03	34,4
36	36,9	37,9	1,76	35,0
37	38	38,1	1,68	35,3
38	38,6	38,0	1,79	35,0
39	35,4	37,9	1,77	35,0
40	38,5	37,9	1,76	35,0
41	37,4	38,0	1,95	34,8
42	42,1	38,3	1,91	35,1
43	40	38,4	1,98	35,1
44	40,5	38,2	2,49	34,1
45	45,3	38,4	2,78	33,8
46	32,8	38,6	2,79	34,0
47	40,4	38,8	2,73	34,3
48	39,7	38,8	2,72	34,3
49	39,2	38,6	2,73	34,1
50	36,1	38,5	2,84	33,8
51	34,8	38,5	2,82	33,8
52	37	38,9	3,29	33,5
53	46,1	38,9	3,34	33,4
54	42,7	38,9	3,34	33,4

fcm todos   Sd todos   fckest todos  
38,1        3,02        33,1

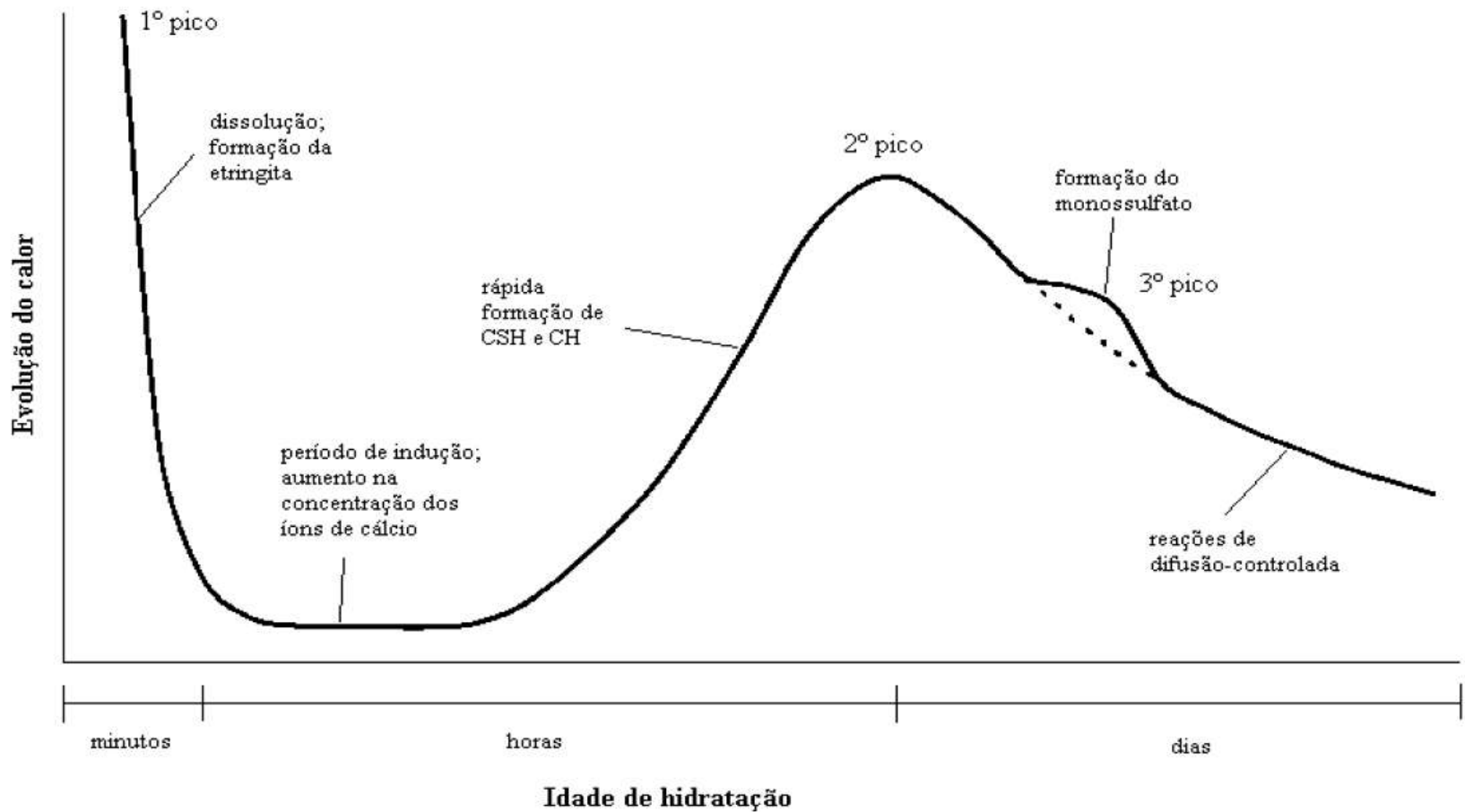


# Maturidade



- Durante o processo de execução de obras, são inúmeras as situações em que se torna necessário o conhecimento das características que a estrutura possui em determinado instante, seja para a realização de desformas, retirada de cimbramento, na execução de protensões ou até mesmo para aplicação de cargas construtivas e de serviço.

# Maturidade



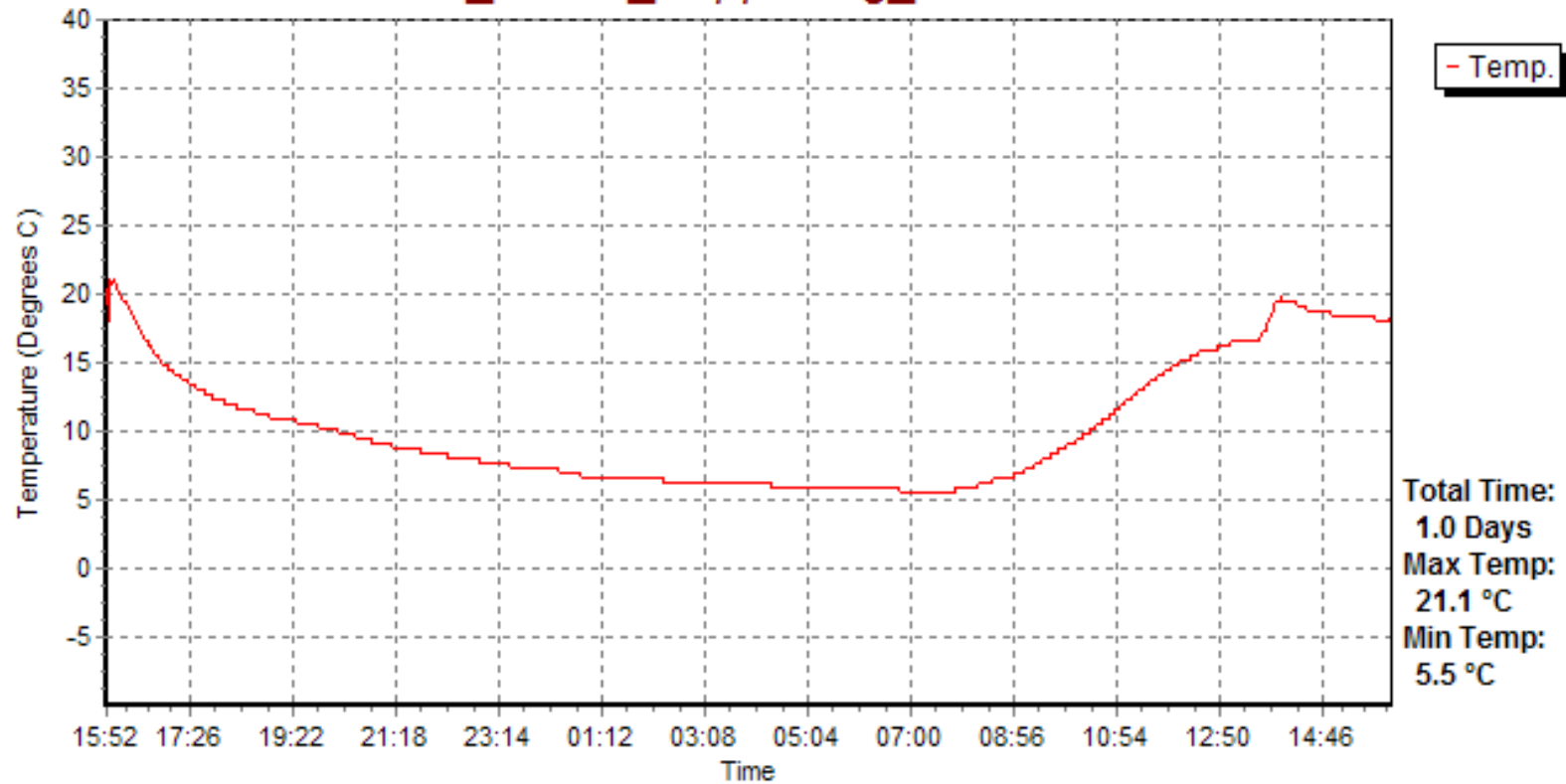
# Maturidade



# Maturidade



CP\_VITTA\_Supporting\_498

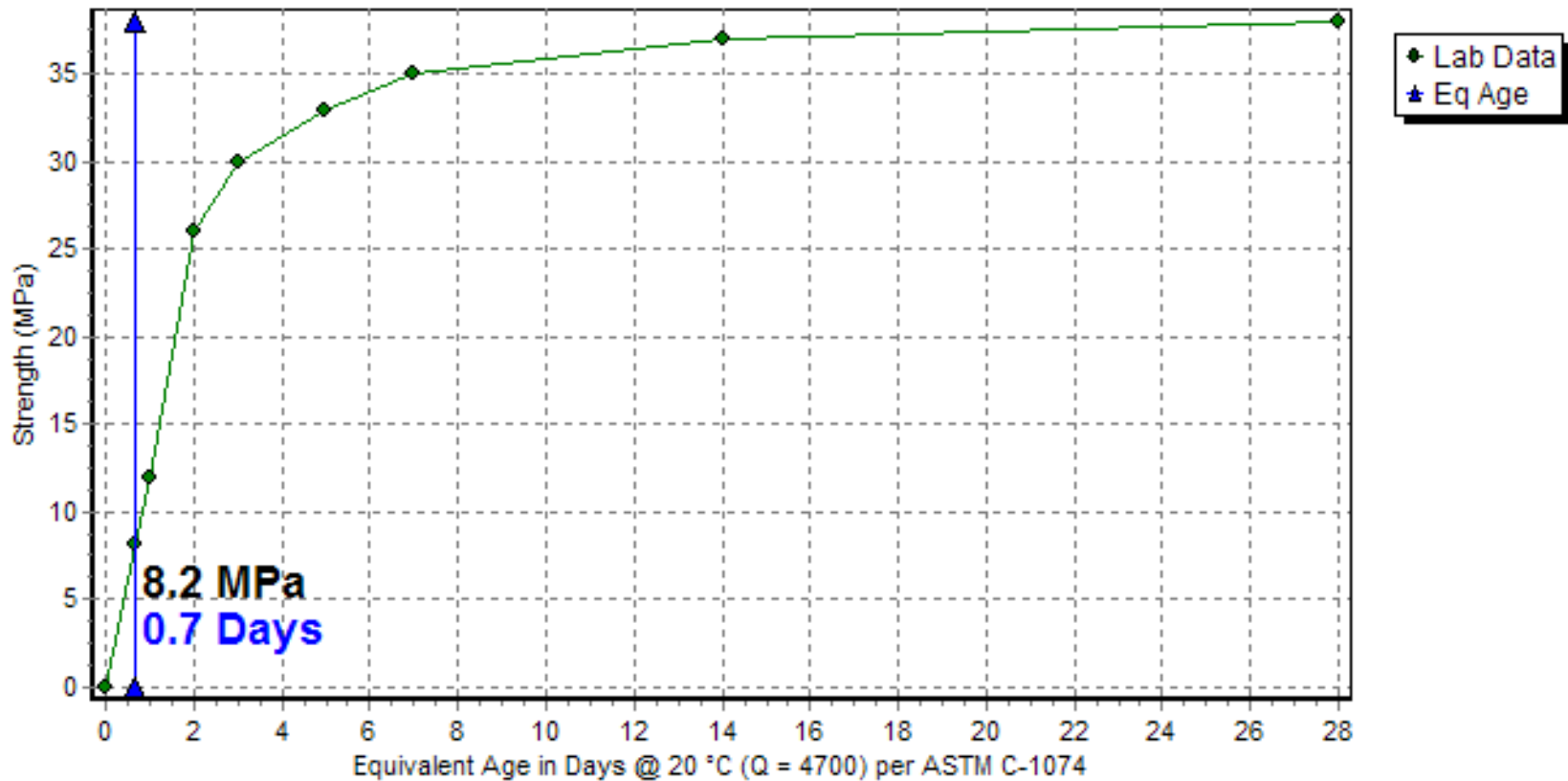




# Maturidade



Laje\_VITTA\_Supporting\_497 / 35MPa CM



## CONCRETO 50MPa

Temperatura Ambiente ..... 20.4°C

Temperatura Ambiente ..... 19.7°C

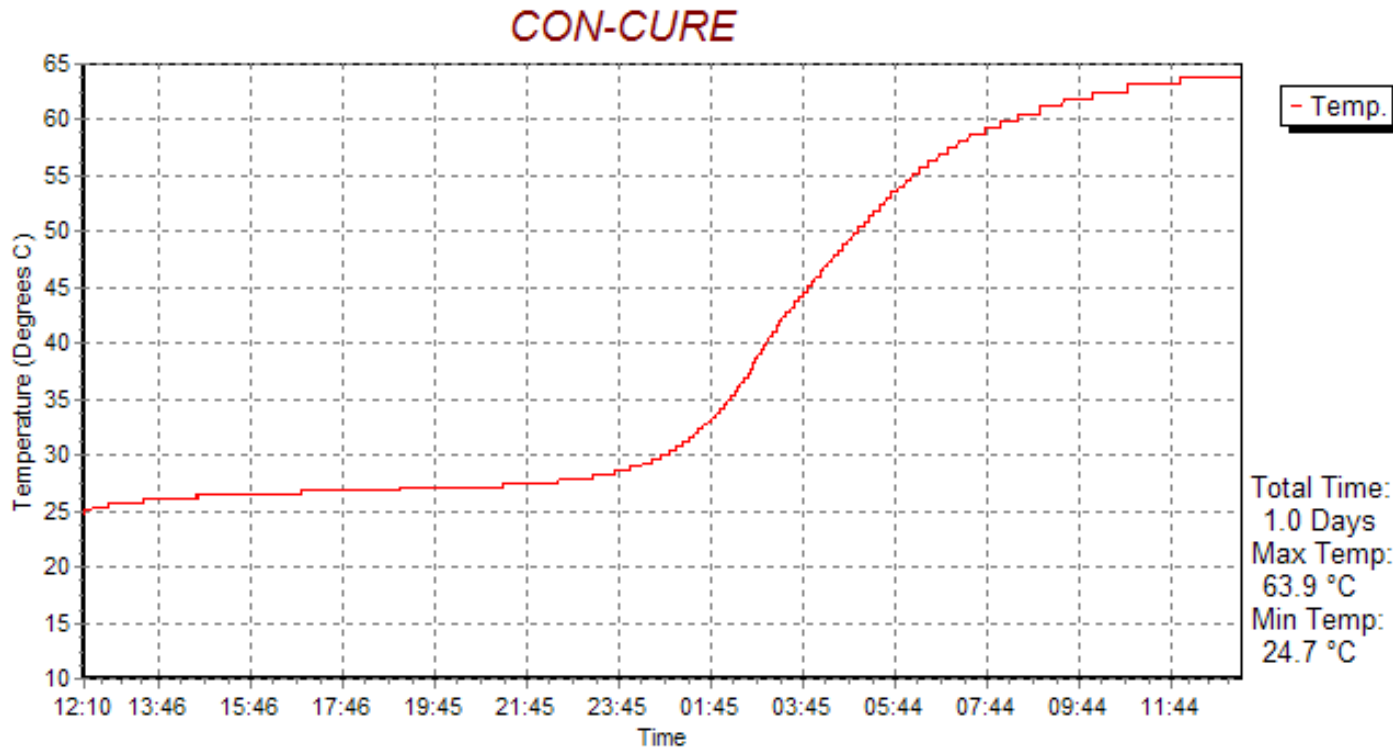
Temp. Concreto Lancamento ...26.7°C

Temp. na superficie do Concreto ... 31.9°C

Temp. forma no lancamento ....17.8°C

Temp. da forma na cura ..... 37.7°C

Temperatura dos CP's ..... 20.1°C



# Maturidade



# FALHAS DE EXECUÇÃO QUE AFETAM A VIDA ÚTIL

Prof. Bernardo F Tutikian  
Presidente da Alconpat - Brasil

[btutikian@terra.com.br](mailto:btutikian@terra.com.br)

bftutikian@unisinós.br

