

Orientado: Cristiano de Oliveira Siqueira

Orientador: Armando Lopes Moreno Júnior

Palavras-chave: Spalling – Concreto de Alto Desempenho - Incêndio.

FEC - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Agência Financiadora: SAE

Introdução :

Não apenas no Brasil, mas em todo mundo, o concreto é o material de construção civil mais utilizado. É sabido também, que quando este material quando sofre um grande aumento de temperatura, como em um incêndio, apresenta uma enorme perda de suas principais características, diminuindo sua resistência e módulo de elasticidade, deixando a peça menos rígida, fazendo com que esta se torne vulnerável a um possível colapso por instabilidade na estrutura. O efeito do incêndio é ainda a aparição de reações na macroestrutura do material, como o “pipocamento” e o lascamento explosivo, sendo que os termos mais conhecidos para estes vem da língua inglesa, e são respectivamente o pop-outs e o spalling.

O spalling é consequência de diversas variáveis como as seções transversais delgadas nos elementos estruturais, as transformações mineralógicas dos agregados, a distribuição não uniforme de temperatura, e as altas concentrações de armadura nos elementos sujeitos a compressão entre outras variáveis.

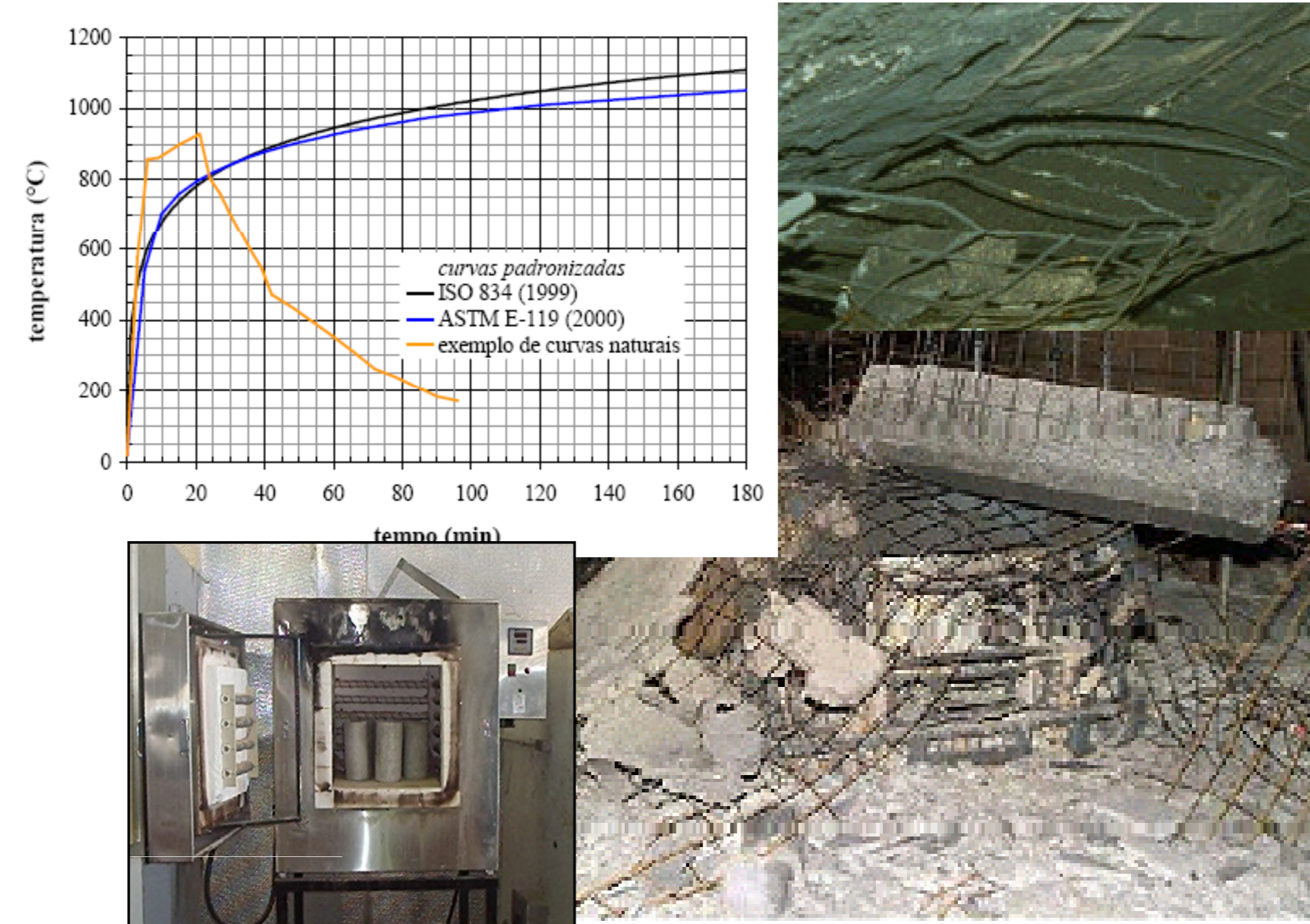
Metodologia :

Foram consideradas 4 variáveis: 2 traços de concreto; 2 temperaturas, sendo que uma é a temperatura ambiente, e a outra é a temperatura de 700°C; 2 idades, 7 dias e 28 dias; e, para as placas, ensaios com a placas imersas em água por um período de 48 horas e ensaios com as placas em condições de umidade ambiente.

Para cada uma das variáveis foram executados 7 corpos de provas, dos quais 4 foram submetidos ao ensaio de compressão, dos quais 3 foram submetidos ao ensaio de módulo de deformação, e os 3 restantes foram submetidos ao ensaio de tração. Foram também executadas 4 placas prismáticas para o estudo de cada variável.

Para cada betonada foram moldados 30 corpos de prova cilíndricos (2 deles serviram de reserva para eventuais problemas de moldagem) e 8 placas prismáticas. Assim, 14 corpos de prova foram usados para ensaios na idade de 7 dias e os outros 14 para a idade de 28 dias. Dos 14 corpos de prova, 7 foram levados ao forno e atingiram a temperatura pico de 700°C segundo a curva ISO834, e os outros 7 corpos de prova a temperatura ambiente .

Das 4 placas, 2 foram deixadas imersas por 48 horas e 2 ficaram sob umidade ambiente. As 4 placas foram levadas ao forno na temperatura pico de 700°C, seguindo a curva ISO834 . As placas foram ensaiadas encaixadas em um suporte na porta do forno, com o intuito de simular uma face submetida ao incêndio e a outra face em menor temperatura . Para tanto foi necessário remover a tampa convencional do forno e desligar a parte elétrica que comandava os seus resistores, por consequência o rendimento do forno caiu e a temperatura que permitia as operações com o forno foi de no máximo 700°C, e não a temperatura inicialmente desejada de 900°C.



Resultados :

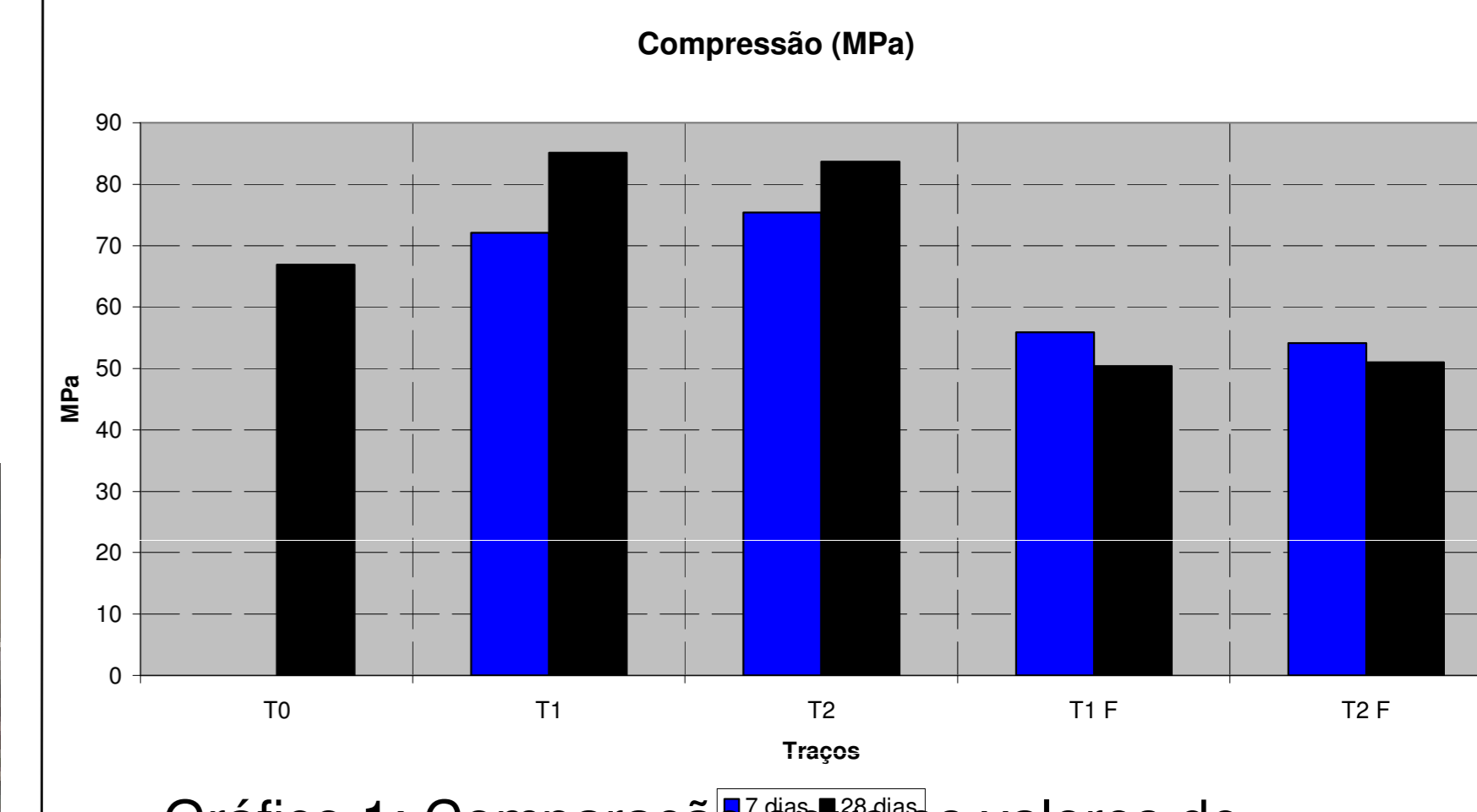


Gráfico 1: Comparação entre os valores de compressão aos 7 e 28 dias para os traços 0, 1 e 2, em temperatura ambiente e a 700°C, indicado por “F”.

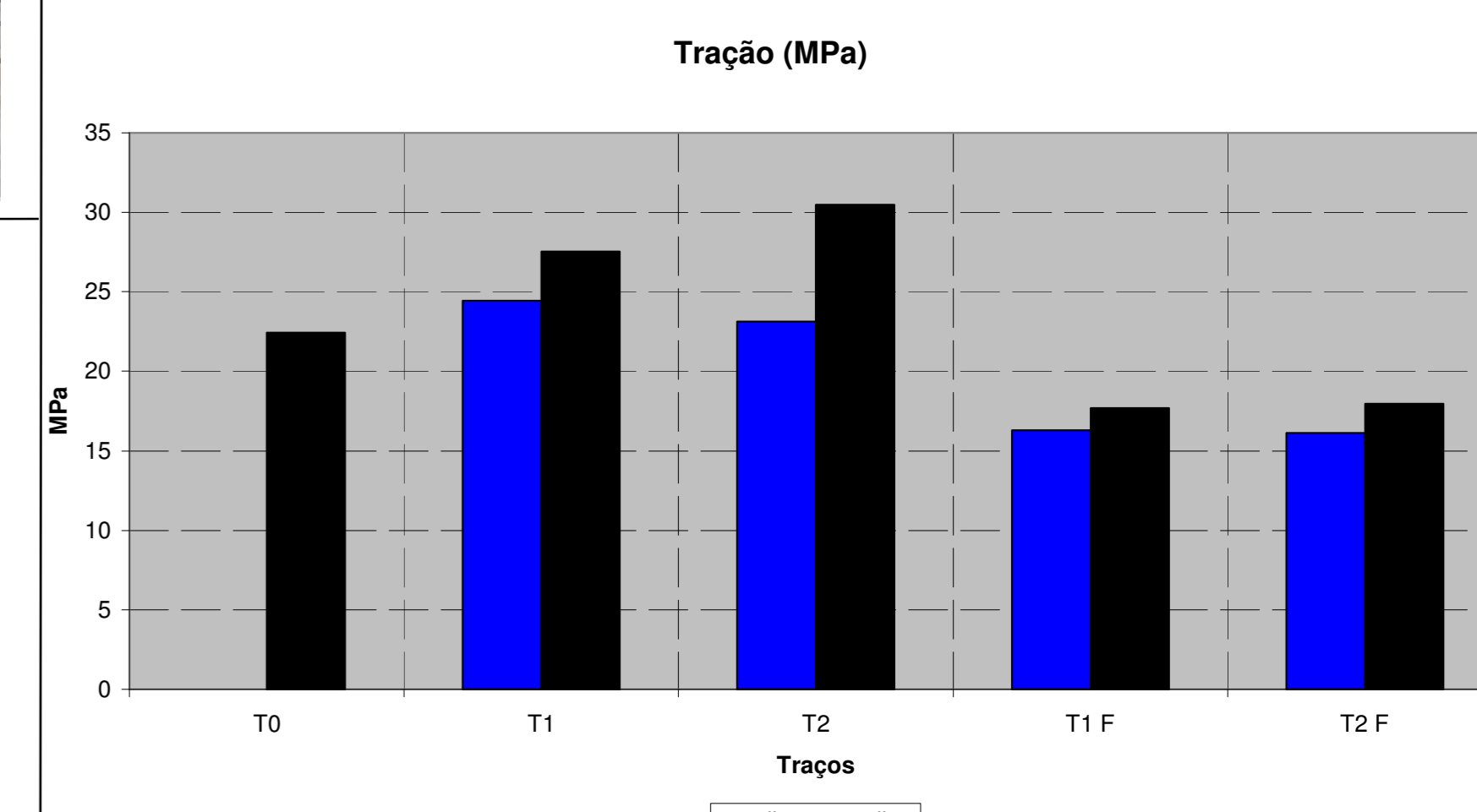


Gráfico 2: Comparação entre os valores de tração aos 7 e 28 dias para os traços 0, 1 e 2, em temperatura ambiente e a 700°C, indicado por “F”.

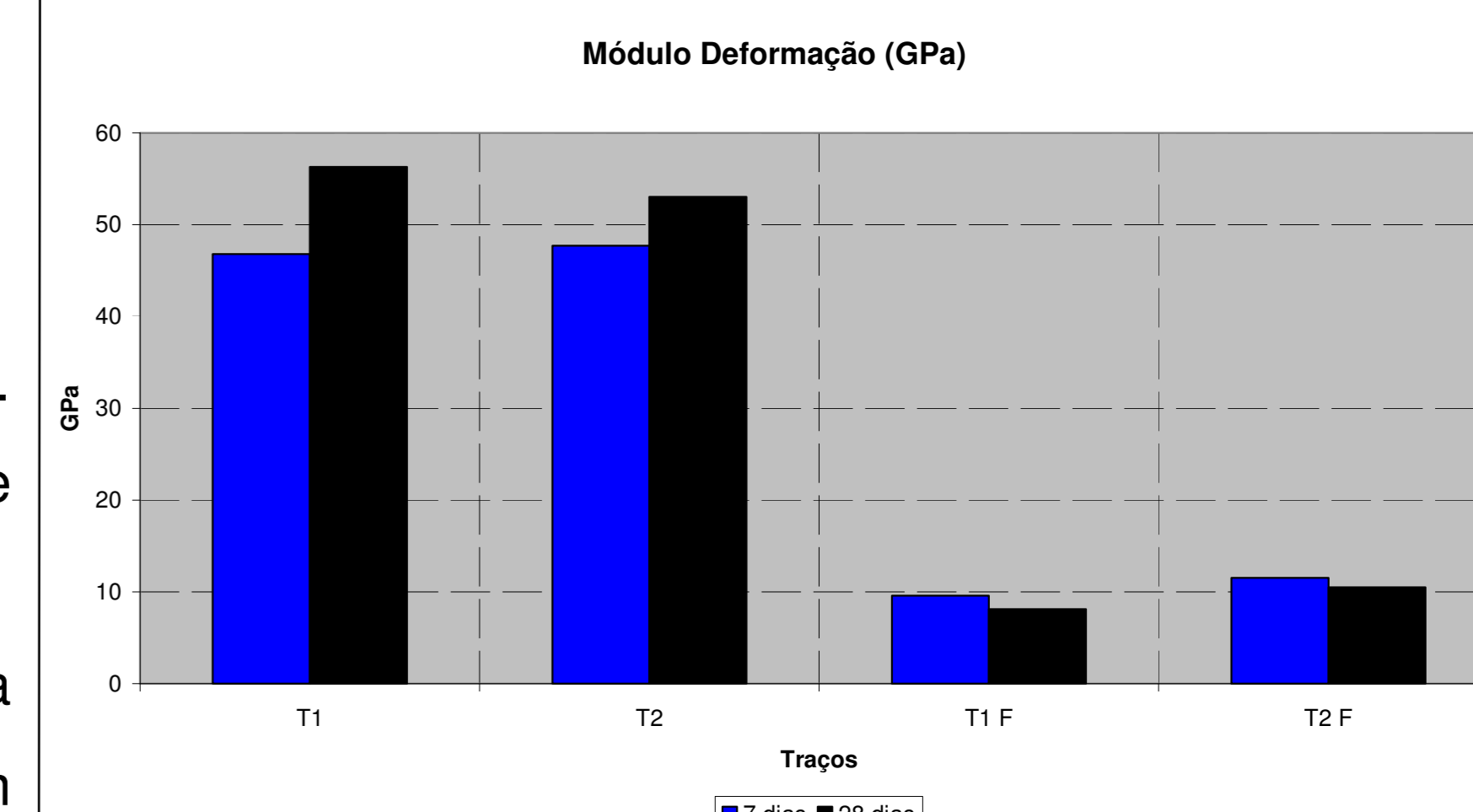
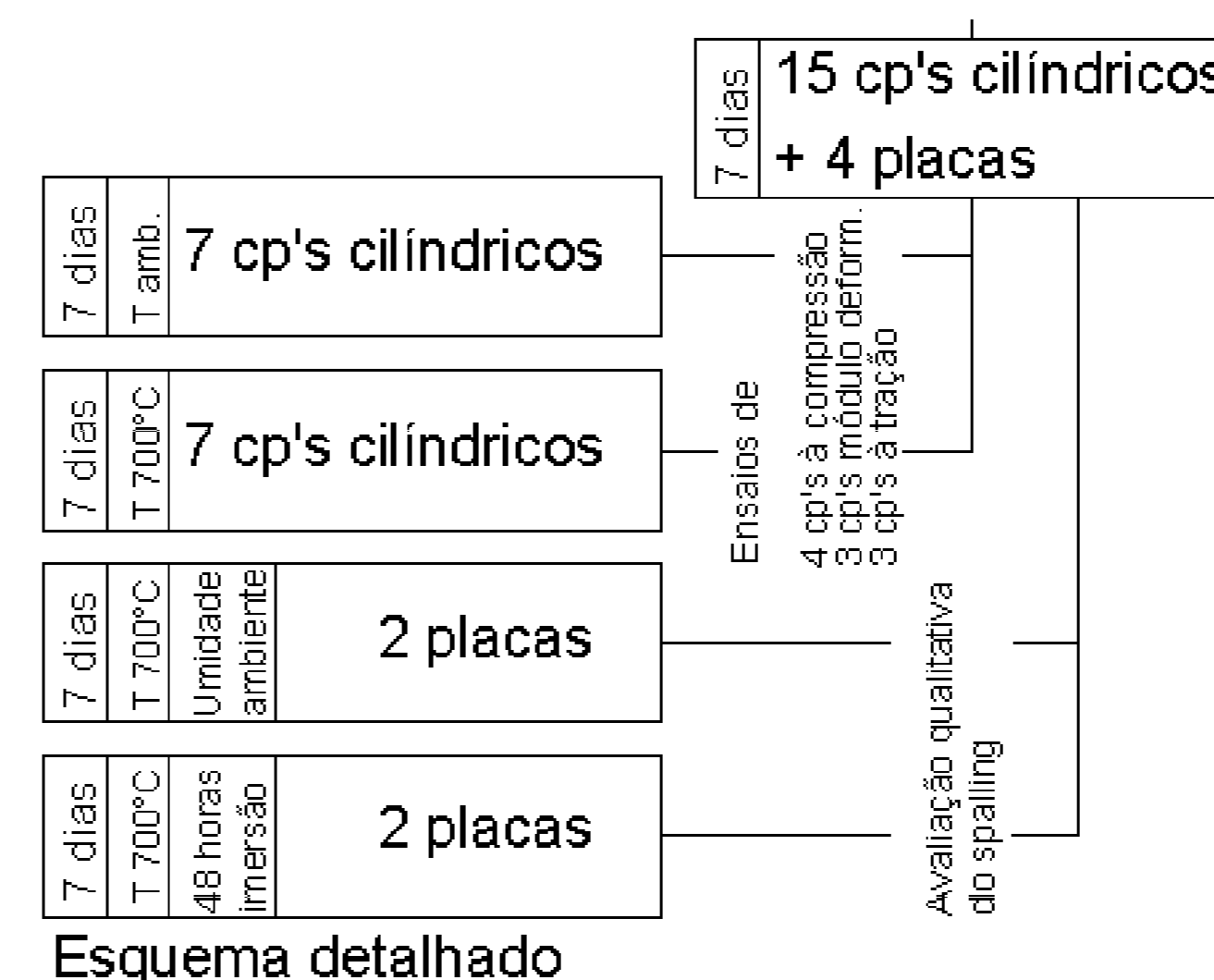


Gráfico 3: Comparação entre os valores de módulo aos 7 e 28 dias para os traços 1 e 2, em temperatura ambiente e a 700°C, indicado por “F”.



Conclusões e Discussões :

A primeira característica que se observou nesta pesquisa foi o aumento da resistência do concreto com a adição de sílica ativa. Introduzindo apenas 10% de sílica ativa em relação ao peso do cimento pode-se perceber uma grande diferença nos resultados. O aumento da resistência no traço 1 foi da ordem de 27,2%, passando de 66,9MPa para 85,1MPa. O acréscimo da resistência do traço 2, foi de 32%, indo de 63MPa para os 83MPa encontrados agora.

O numero de spalling ocorrido neste projeto confirma a literatura quando esta diz que o spalling ocorre preferencialmente nos concretos mais resistentes, pois neste tipo de concreto, a sua matriz mais compacta impede a liberação da pressão interna de vapor em uma ocasião de incêndio.

Com a massa saturada, a pressão é elevada durante o aquecimento, e se o aumento de pressão for muito alto, pode ocorrer o lascamento explosivo, geralmente até os 30 minutos de exposição da estrutura à fonte de calor. Isto ocorre porque a umidade livre no concreto coopera em muito na pressão de vapor, e o fator água/cimento (além da sílica ativa neste projeto) atua na permeabilidade do material (NAKANO (2005)).

Os spalling mais intensos ocorreram nos corpos de prova com idade de 7 dias, inviabilizando em alguns casos a execução dos ensaios, e, aos 28 dias observou-se spalling menos intenso. Tal fato deve-se provavelmente a cura não completa do concreto, mesmo tendo-se usado cimento CPV-ARI Cauê.

Pode-se observar também a grande perda do módulo de elasticidade do concreto quando este é exposto ao fogo. Em conjunto com a perda de resistência à tração e à compressão, esta perda do módulo de deformação faz com que haja uma elevada perda de rigidez na estrutura, tornando esta mais susceptível a um colapso por instabilidade da peça (NAKANO (2005)).

É importante salientar que a sílica ativa foi considerada o principal fator da ocorrência do lascamento explosivo neste projeto, já que na pesquisa anterior foi utilizado o mesmo traço, com exceção a sílica ativa, e no projeto anterior não foi obtido spalling em nenhuma amostra, mesmo com o forno funcionando com seu rendimento máximo e acompanhando a curva ISO834.

