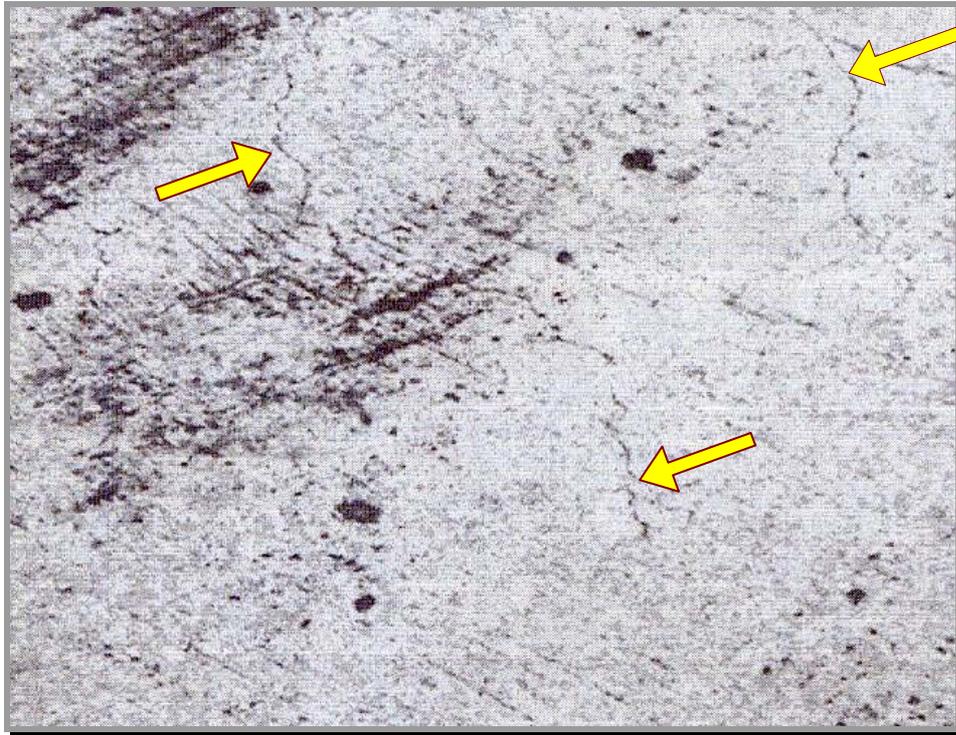


EXEMPLO Nº 160 :

TIPO DE ESTRUTURA: Laje de concreto com 22cm de espessura, sobre o terreno.

FISSURAÇÃO : Fissuras formadas logo após a concretagem.

ESQUEMA DAS FISSURAS :



Fissura de Retração Plástica

Definição da Norma DNIT 061/2004 -TER :

“Fissuras de Retração Plástica são fissuras pouco profundas (superficiais) de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45° a 60° com o eixo longitudinal da placa.” (✖)

DNIT - Ministério dos Transportes.
Pavimento Rígido - Defeitos - Terminologia
IPR- Instituto de Pesquisas Rodoviárias

COMENTÁRIOS :

(✖) Há uma grande influência da direção do lançamento do concreto, pois formam-se zonas de pequeno “engrenamento” entre os agregados, criando linhas de menor resistência. Aí se formam as fissuras de retração plástica.

(✖) As fissuras se formam na direção perpendicular à direção do vento.

- **CAUSA:** *Evaporação da água do concreto logo após o lançamento do concreto.*
Após o lançamento do concreto e após a vibração, as pedras e a areia, com densidade $\gamma \approx 2,65$ tendem a descer dentro da pasta de cimento, com densidade $\gamma \approx 1,85$. É o chamado auto-adensamento dos sólidos. Uma parte da água, límpida, com densidade $\gamma = 1.0$, sobe, e aflora na superfície da laje. A água que está reagindo com o cimento não sobe. A água, que aflora na superfície do concreto, evapora. O concreto tem seu volume reduzido na superfície, e fissura.
- Essa fissura, que se forma por retração do concreto, ainda plástico, é a chamada *fissura de retração plástica*. Ver [145]

EXEMPLO Nº 160 : (CONTINUAÇÃO)

TIPO DE ESTRUTURA: Laje de concreto com 22cm de espessura, sobre o terreno.

FISSURAÇÃO : Fissuras formadas logo após a concretagem.

ESQUEMA DAS FISSURAS : Fissuras “paralelas”.



O espaçamento observado entre as fissuras “paralelas” varia até 60cm.

Os comprimentos das fissuras são grandes, atingindo mais de 1,0 m.

Se surgirem fissuras de retração plástica durante a concretagem, ou pouco depois, pode-se usar uma Re-vibração para eliminá-las.

Ver S. Kosmatka - PCA [145] “Design and Control of Concrete Mixtures”.

COMENTÁRIOS :

1. Há uma grande influência da direção do lançamento do concreto, pois formam-se zonas de pequeno “engrenamento” entre os agregados, criando linhas de menor resistência. Aí se formam as fissuras de retração plástica.
2. As fissuras tendem, também, a se formar na direção perpendicular à direção do vento.
3. A distância entre as fissuras “paralelas”, devidas à retração plástica, é em torno de 3 vezes a espessura da laje.

SOLUÇÃO 1 : Seguir as recomendações da PCA (Portland Cement Association). Ver [145]

- Usar água fria na mistura. Se necessário, usar gelo misturado na água para obter uma temperatura do concreto $T < 20^{\circ}\text{C}$.
- Proteger os agregados da incidência do sol.
- Em épocas muito quentes, concretar à noite, pois a temperatura estará mais baixa.
- Não concretar com vento forte.
- Cobrir o concreto com esteiras encharcadas com água, logo após a concretagem.
- Para facilitar a avaliação de todos os fatores que influenciam o surgimento de fissuras durante a concretagem, pode-se usar o gráfico da ACI 305R-91 – *Hot Weather Concreting*, elaborado com base nos ensaios de Lerch William - ACI Journal 1957.
- Ver o gráfico na página 4 adiante.

SOLUÇÃO 2 :

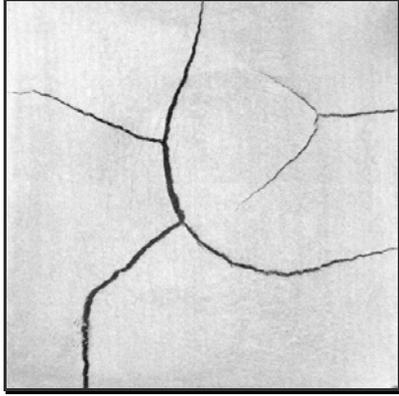
- Usar fibras de polipropileno misturadas no concreto.
- Com 0,50 kg de fibras / m^3 de concreto, ficam eliminadas as fissuras da retração plástica. As aberturas “w” de eventuais fissuras ficam reduzidas a $w < 0,05\text{mm}$. Ver ensaios, Nippon [140] e Unicamp [141].
- Evitar o uso de mais que 2,0 kg de fibras / m^3 de concreto, pois a trabalhabilidade do concreto fica muito reduzida. Unicamp [141].

EXEMPLO Nº 160 : (CONTINUAÇÃO)

TIPO DE ESTRUTURA : Laje de concreto com 22cm de espessura, sobre o terreno.

FISSURAÇÃO : Fissuras formadas logo após a concretagem.

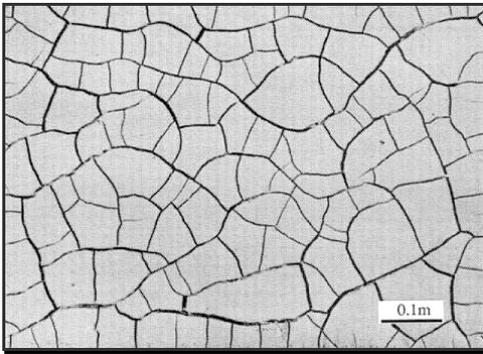
ESQUEMA DAS FISSURAS : As fissuras observadas são semelhantes às mostradas abaixo.



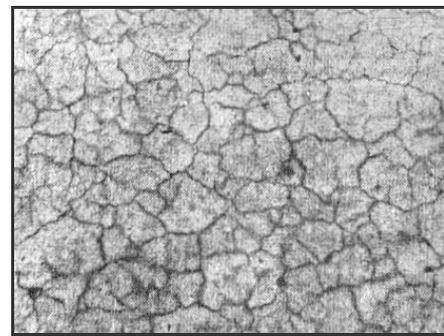
Pasta de Cimento Portland.
Largura da foto = 5cm. Ver [142]
As fissuras se encontram a 90 graus.



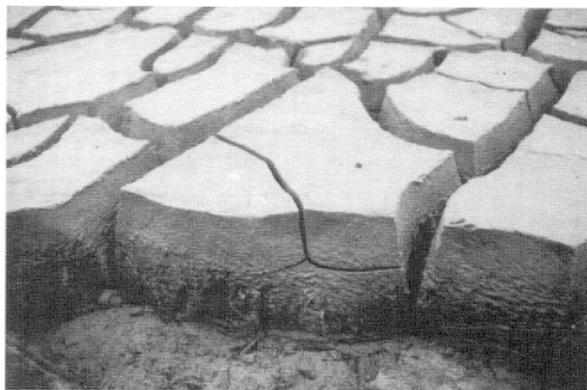
Pasta de Cimento Portland+Micro-sílica.
Largura da foto = 5cm. Ver [142]
As fissuras se encontram a 90 graus.



Pasta de solo, após a secagem. [&]
Largura da foto = 82 cm. Ver [144].
Predominam os quadriláteros e os pentágonos



Concreto : Largura da foto = 158 cm [ж ж]
Ver [143]. A distância entre as fissuras é em torno de 3 vezes a espessura da laje. [ж]



Argila após secagem - Largura da foto ≈70cm
Jan Bisschop - Ver [153]



Solo argiloso, após secagem. [&]
Predominam os quadriláteros e os pentágonos

COMENTÁRIOS :

[ж] Há uma influência da direção do lançamento do concreto, pois formam-se zonas de pequeno “engrenamento” entre os agregados, criando linhas de menor resistência. Aí se formam as fissuras de retração plástica. As fissuras tendem a se formar na direção perpendicular à direção do vento.

[ж ж] Quando o concreto é espalhado sem predomínio de uma direção, formam-se fissuras de retração plástica em forma de polígonos. Predominam os quadriláteros e os pentágonos.

[&] O comportamento do solo argiloso ressecado é semelhante ao do concreto ressecado.

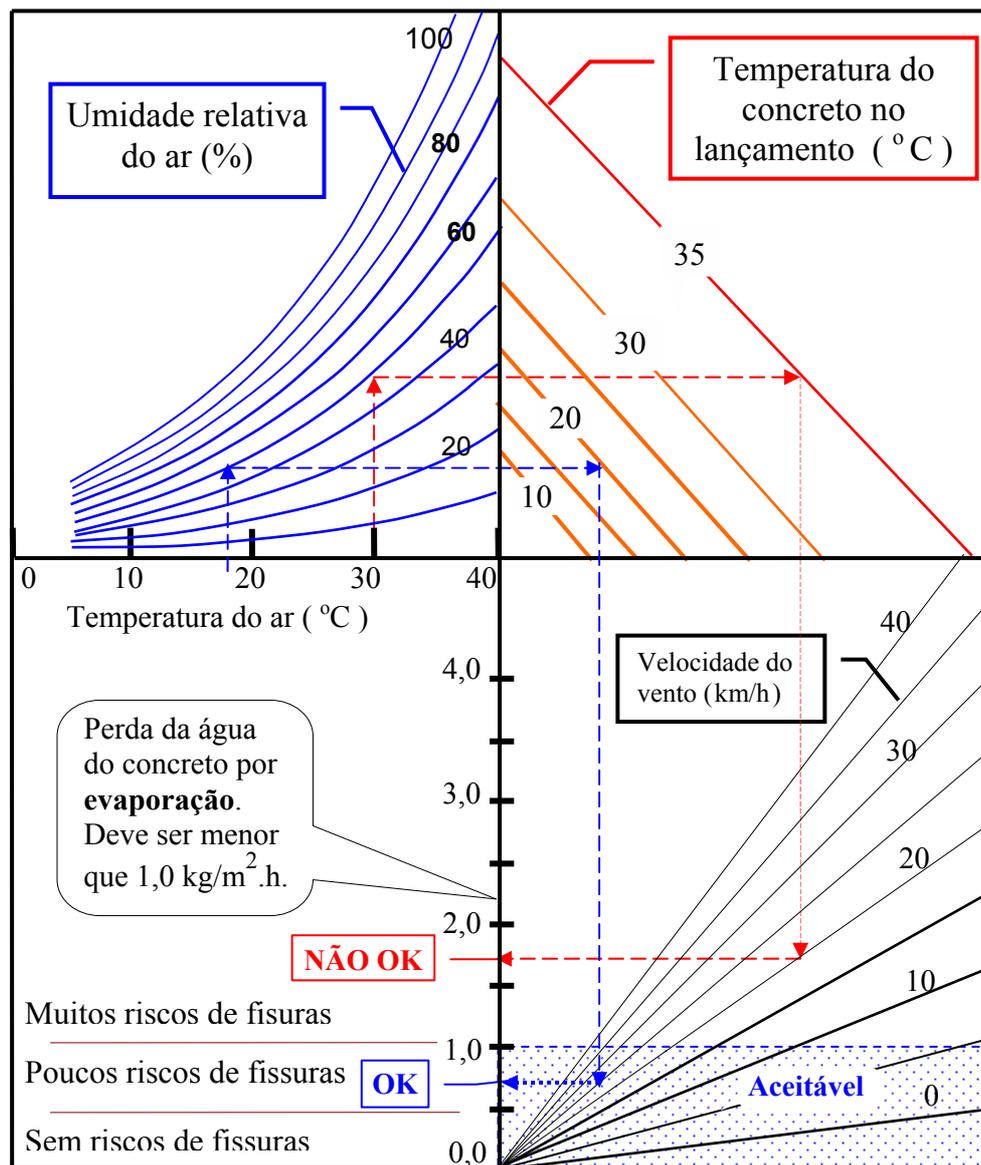
EXEMPLO N^o 160 : (CONTINUAÇÃO)

TIPO DE ESTRUTURA: Laje de concreto com 22cm de espessura, sobre o terreno.

FISSURAÇÃO : Fissuras formadas logo após a concretagem, causadas pela Retração plástica.

SOLUÇÃO : Limitar a taxa de evaporação da água do concreto, usando concreto frio e não concretar em dia com muito vento. Seguir a sugestão da ACI 305R-91, mostrada abaixo.

Ensaio de *Lerch William* - ACI - Journal 1957
ACI - 308-92 – Standard Practice for Curing Concrete
ACI - 305R-91 – Hot Weather Concreting



Exemplo 1: Temperatura do ar = 30 °C; Umidade relativa do ar = 50 % ; Temperatura do concreto ao ser lançado = 35 °C ; Velocidade do vento = 20 km / hora . Obtemos no gráfico: Taxa de evaporação = 1,7 (kg / m²) / hora > 1,0 (kg / m²) / hora ⇒ **Com Riscos de Fissuras**

Exemplo 2: Temperatura do ar = 18 °C; Umidade relativa do ar = 50 % ; Temperatura do concreto ao ser lançado = 20 °C ; Velocidade do vento = 20 km / hora. Obtemos no gráfico : Taxa de evaporação = 0,7 (kg / m²) / hora < 1,0 (kg / m²) / hora ⇒ **Poucos Riscos de Fissuras**

Observação : Entre 0,50 (kg / m²) / hora e 1,0 (kg / m²) / hora não há riscos de fissuração.