

EXEMPLO N° 150 :

TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido.

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto

Materiais para preenchimento de fissuras no concreto: *B. Hillemeier* [118]

- **Resina epóxi RE:**

- Utilizada para ligação rígida e muito resistente aos esforços mecânicos.
- Deve ser bastante fluida para permitir a injeção. Para isso a viscosidade deve ser de 150 a 400 (mPa.s) na temperatura de 23°C.
- Deve ser insensível à umidade.
- Após a injeção, a ligação entre as bordas da fissura é rígida.
- A tensão de aderência ao concreto é maior que a resistência à tração do concreto.
- Se tornar a ocorrer uma nova fissura, ela ocorrerá no concreto e não na resina epóxi.
- Não deve ser usada se, posteriormente, a temperatura da estrutura puder atingir 80°C.

- **Poliuretano PUR e Espuma de Poliuretano PUR. ESP.**

- Utilizado para fechamento elástico e vedação de fissuras secas, de fissuras úmidas ou de fissuras com água percolando.
- Caso haja água percolando, sob pressão, deve ser usado inicialmente uma espuma de Poliuretano PUR. ESP., de pega rápida para parar o fluxo da água.
- Poliuretanos flexíveis são alongáveis e compressíveis e são os únicos materiais recomendáveis para preencher e vedar fissuras com abertura variável ao longo do tempo.
- O alongamento admissível do poliuretano diminui com o aumento da espessura do filme de poliuretano. Esse alongamento admissível deve ser testado.

- **Nata de cimento NC e Suspensão de cimento SC .**

Injeções de cimento são compostas de água e cimento.

Existem 2 tipos dessa mistura “cimento + água”, para injetar na fissura.

- “**Nata de cimento**” NC é feita com o cimento comum, com tamanhos de grão até 100 micrômetros (100µm). Se diferencia de “Suspensão de cimento” pela finura do cimento.
- “**Suspensão de cimento**” SC é feita com os grãos mais finos do cimento, com uma superfície específica de 16000 cm²/grama. A quantidade dos grãos mais finos de cimento, com < 16 micrômetros (16µm), é de 95%. “Suspensões de cimento” são adequadas para injetar fissuras com abertura . w ≥ 0,2 mm .
-

- **Requisitos para os materiais de preenchimento:**

- Viscosidade adequada ao preenchimento
- Boa trabalhabilidade dentro dos limites exigidos para o preenchimento
- Estabilidade da mistura dos componentes
- Pequena retração volumétrica devida às reações da mistura.
- Boa aderência ao concreto
- Boa resistência
- Os componentes devem ser muito bem misturados, com aparelhagem adequada, para que não sedimentem ou se separem dentro da fissura.

EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

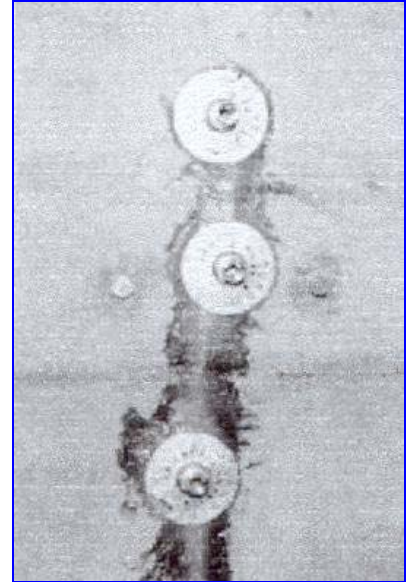
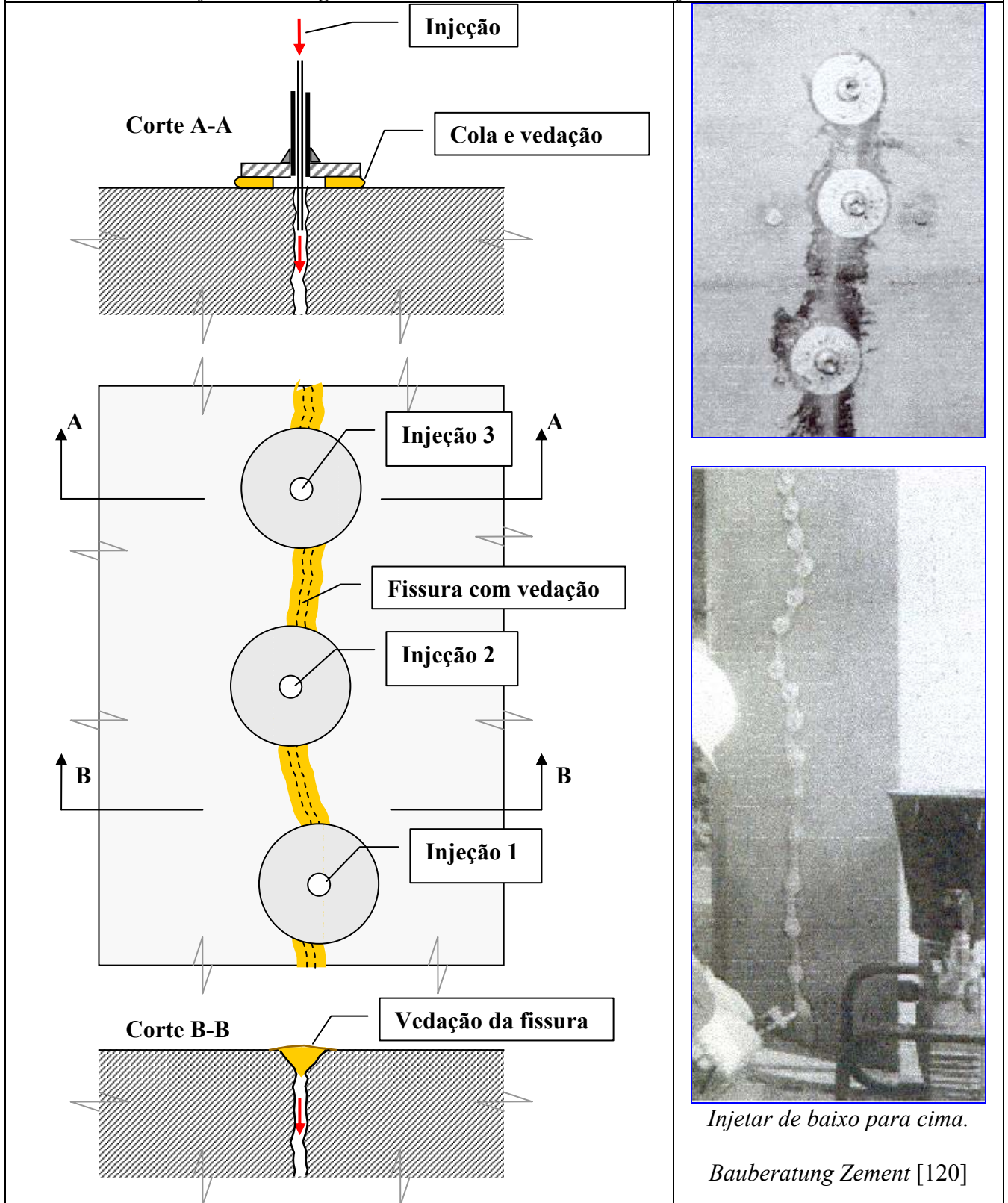
TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

Preenchimento de fissuras – Injeção feita diretamente na fissura.

Em fissura com pequena abertura fazer furos com broca.

Em fissura com grande abertura não são necessários furos com broca.



Injetar de baixo para cima.

Bauberatung Zement [120]

EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

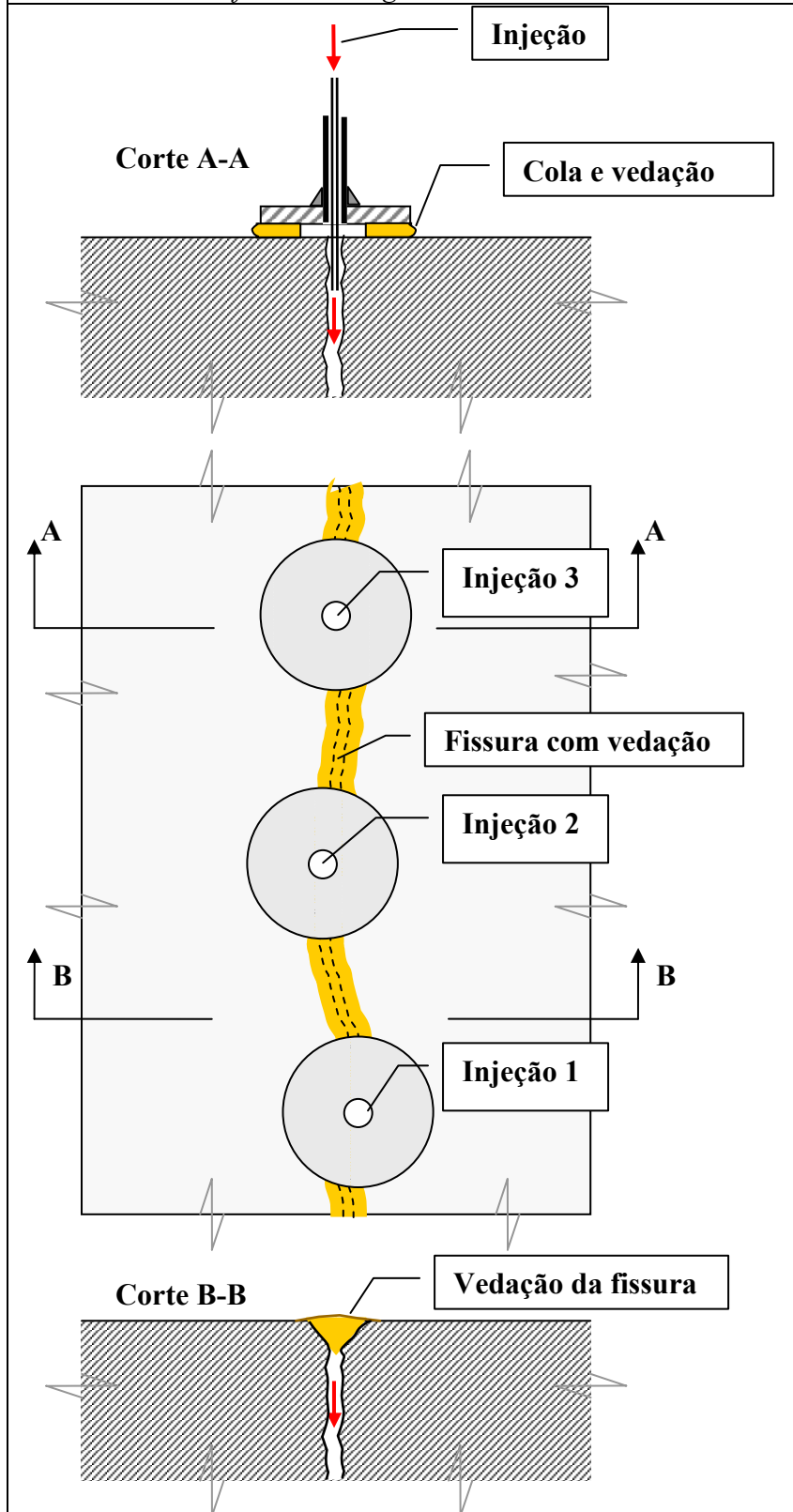
TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

Preenchimento de fissuras – Injeção feita diretamente na fissura

Em fissura com pequena abertura fazer furos com broca.

Em fissura com grande abertura não são necessários furos com broca.



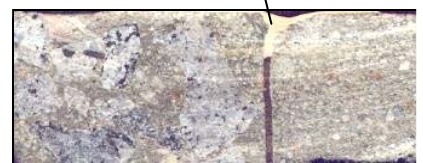
- Sempre deve ser usado um purgador (suspiro), para permitir a saída de ar e para facilitar o fluxo do material de pré-enchimento.
- O espaçamento entre os furos deve ser :
 - Para injeção por um só lado: 90% da espessura da peça.
 - Para injeção pelos 2 lados: 50% da espessura da peça.

Injeção



- Fissura com abertura de 1mm, preenchida com injeção de resina epoxídica.
- Furo de 14mm feito sobre a fissura para facilitar a injeção.

Vedação

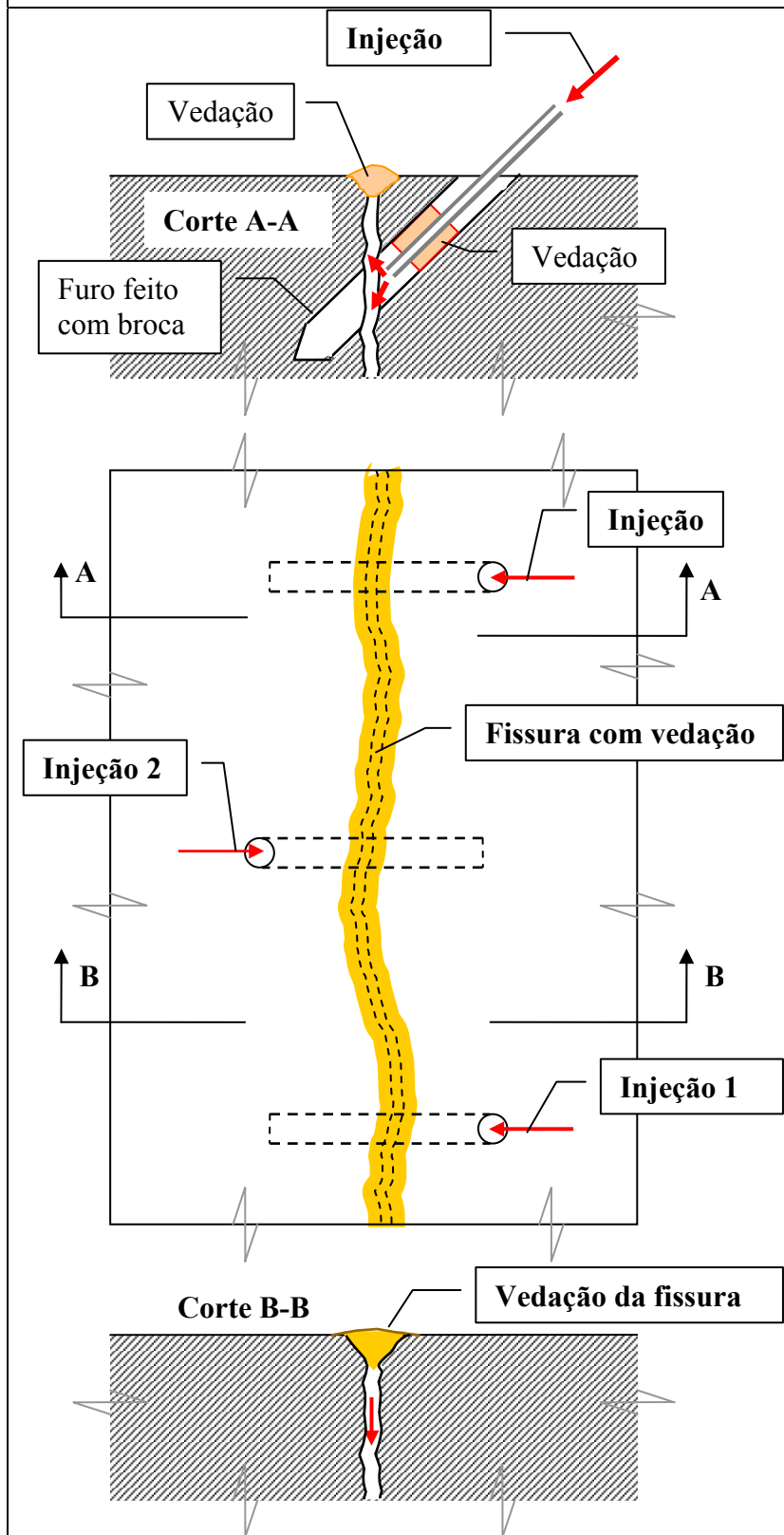


EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

Preenchimento de fissuras – Injeção através de furos feitos com brocas



- Esse tipo de injeção é recomendado quando existirem poucas fissuras e a injeção for feita com alta pressão.
- A pressão de injeção deve ser menor que $(1/3) \cdot f_{ck}$.
A pressão usual de injeção é de 0,5 a 1,0 MPa (5 a 10 atm)
- Sempre deve ser usado um purgador (suspiro), para permitir a saída do ar e para facilitar o fluxo do material de pré-enchimento.
- O espaçamento entre os furos deve ser :
 - Para injeção por um só lado: 50% da espessura da peça.
 - Para injeção pelos 2 lados: 25% da espessura da peça.



Bauberatung Zement [120]

EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :**TIPO DE ESTRUTURA :** Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido**INJEÇÃO EM FISSURAS :** Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

Preenchimento de fissuras-Escolha do material e do método de preenchimento [119] - DafStB

Siglas usadas :**RE** = Resina epoxídica.E = 200 a 450 kgf/mm², ver Mano [121] $\varepsilon_u = 4 \%$ $\eta = \text{viscosidade} = 150 \text{ a } 300 \text{ cP (centiPoise)}$ **PUR** = Poliuretano. Tem baixo módulo de elasticidade e grande alongamento de ruptura.E = 10 kgf/mm², ver Mano [121]. $\varepsilon_u = 400 \%$ a 650 % $\eta = \text{viscosidade} = 150 \text{ a } 300 \text{ cP (centiPoise)}$ **PUR.ESP.RAP.** = Poliuretano; Espuma de pega rápida.**NC** = Nata de cimento (água + cimento).**SC** = Solução de cimento (água + cimento com grãos finos <16µm).**IMP** = Impregnação. (sem pressão)**INJ** = Injeção. (com pressão)Exemplo : **RE- INJ** = Injeção de resina epóxi

	Situação da umidade da fissura a ser preechida			
	Seca (1)	Úmida	Água percolando, sem pressão	Água percolando, com pressão (2)
Objetivo do preenchimento da fissura	Métodos de preenchimento a utilizar			
Preencher por impregnação	RE-IMP NC-IMP SC-IMP	NC-IMP SC-IMP	Não se aplica	Não se aplica
Preencher e vedar por injeção	RE-INJ PUR-INJ NC-INJ SC-INJ	PUR-INJ NC-INJ SC-INJ	PUR-INJ NC-INJ SC-INJ	PUR.ESP.RAP. PUR-INJ NC-INJ SC-INJ
Preencher com material elástico	PUR-INJ.	PUR-INJ.	PUR-INJ.	PUR-INJ.
Preencher com material resistente a esforços	RE-INJ NC-INJ SC-INJ	NC-INJ SC-INJ	NC-INJ SC-INJ	NC-INJ SC-INJ

(1) Em alguns casos, os bordos e as faces laterais das fissuras precisam ser umedecidos antes de uma injeção.

(2) Além de medidas para reduzir a pressão da água, como “perfurações para alívio”, também devem ser usadas injeções de espuma de PUR com pega rápida (PUR.ESP.RAP). Essa injeção deve ser feita na face em contacto com a água com pressão.

EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

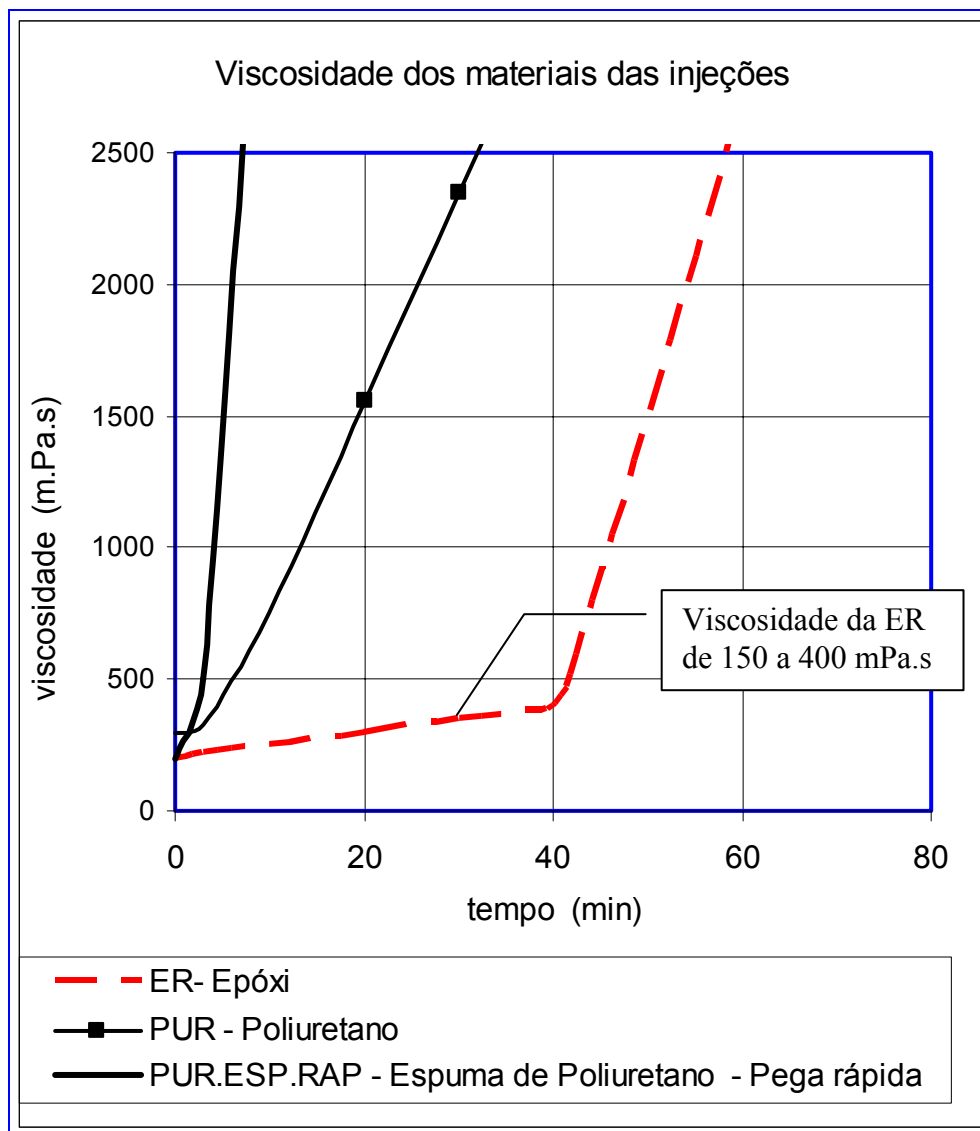
Preenchimento das fissuras – Escolha do material e do método de preenchimento <i>B. Hillemeier [118]</i>						
	Condições para uso dos materiais					
Material para o preenchimento	RE <i>Resina epoxídica.</i>		PUR <i>Poliuretano</i>	NC <i>Nata de Cimento</i>	SC <i>Suspensão de Cimento, só com grãos finos $\leq 16 \mu\text{m}$</i>	
Método de preenchimento	<i>Impregnação, sem pressão</i>	<i>Injeção sob pressão</i>	<i>Injeção sob pressão</i>	<i>Injeção sob pressão</i>	<i>Injeção sob pressão</i>	
Tipo de fissura	<i>Fissura Superficial</i>	<i>Fissura Superficial</i>	Não se aplica	Não se aplica	<i>Fissura Superficial</i>	
	<i>Fissura de separação, através da espessura da peça.</i>	<i>Fissura de separação, através da espessura da peça.</i>	<i>Fissura de separação, através da espessura da peça.</i>	<i>Fissura de separação, através da espessura da peça.</i>	<i>Fissura de separação, através da espessura da peça.</i>	
Formato da fissura	<i>Qualquer formato de fissura</i>					
Largura da fissura	qualquer	$\geq 0,1 \text{ mm}$	$\geq 0,3 \text{ mm}$	$\geq 0,8 \text{ mm}$	$\geq 0,2 \text{ mm}$	
Movimento da bordas da fissura durante a injeção	rápido	Nenhum movimento é permitido	Se $\Delta w \leq 0,1 w$ $\Delta w \leq 0,03 \text{ mm}$	Se $w \geq 0,3 \text{ mm}$ $\Delta w \leq 0,05 w (*)$	Não é permitido qualquer movimento durante a injeção e nem durante a fase de endurecimento da “nata de cimento”.	Não é permitido qualquer movimento durante a injeção e nem durante a fase de endurecimento da “suspensão de cimento”.
	diário	Nenhum movimento é permitido	Dependente do desenvolvimento o da resistência da resina RE	Se $w \geq 0,5 \text{ mm}$ $\Delta w \leq 0,10 w (*)$		
	lento	Nenhum movimento é permitido	qualquer	Em estrutura a temperaturas de cerca de $15 \text{ }^\circ\text{C}$		
	Nenhum	Condição ideal	Condição ideal	Condição ideal		
Causa da fissuração	Conhecida	Conhecida e não tornará a ocorrer	Conhecida, poderá tornar a ocorrer.	Conhecida e não tornará a ocorrer.	Conhecida e não tornará a ocorrer.	
Condição da fissura e das bordas da fissura, antes do preenchimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Seca 	<ul style="list-style-type: none"> • Seca 	<ul style="list-style-type: none"> • Seca ou • Úmida ou • Gotejando, i.e., deixando passar água sob pressão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seca ou • Úmida ou • Gotejando, i.e., deixando passar água sob pressão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seca ou • Úmida ou • Gotejando, i.e., deixando passar água sob pressão. 	
Providências anteriores.	Nenhuma condição	Sem nenhum preenchimento anterior	Possível repetir o preenchimento	Nenhum preenchimento anterior com resina. É possível repetir o preenchimento com cimento.	Nenhum preenchimento anterior com resina. É possível repetir o preenchimento com cimento.	

(*) Capacidade de alongamento do material de preenchimento quando endurecido

EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO):

TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.



- *Resinas de Epóxi (ER)* têm 2 componentes, não têm solventes, endurecem a frio e têm baixa viscosidade.
Para que haja uma boa penetração na trinca, essas resinas devem ter baixa viscosidade e devem endurecer lentamente.
Como mostrado na figura acima, a viscosidade ideal é de a 150 mPa.s a 400 mPa.s.
Obs: 1- Unidade de viscosidade: 1mPa.s (mili.Pascal.segundo) = 1 CPS = centi.Poise
2- Viscosidade da água a 20^oC = 1 CPS = 1mPa.s
- *Resinas de Poliuretano (PUR)* têm 2 componentes, não têm solventes, endurecem a frio e têm baixa viscosidade inicial. A viscosidade cresce rapidamente como se pode observar na figura.
- *Espuma de Poliuretano, com pega rápida (PUR.ESP.RAP.)*, enrijecem muito rápido, quando em contacto com a água. É por isso que são usadas para vedação de fissuras onde a água está percolando sob pressão.