

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) :

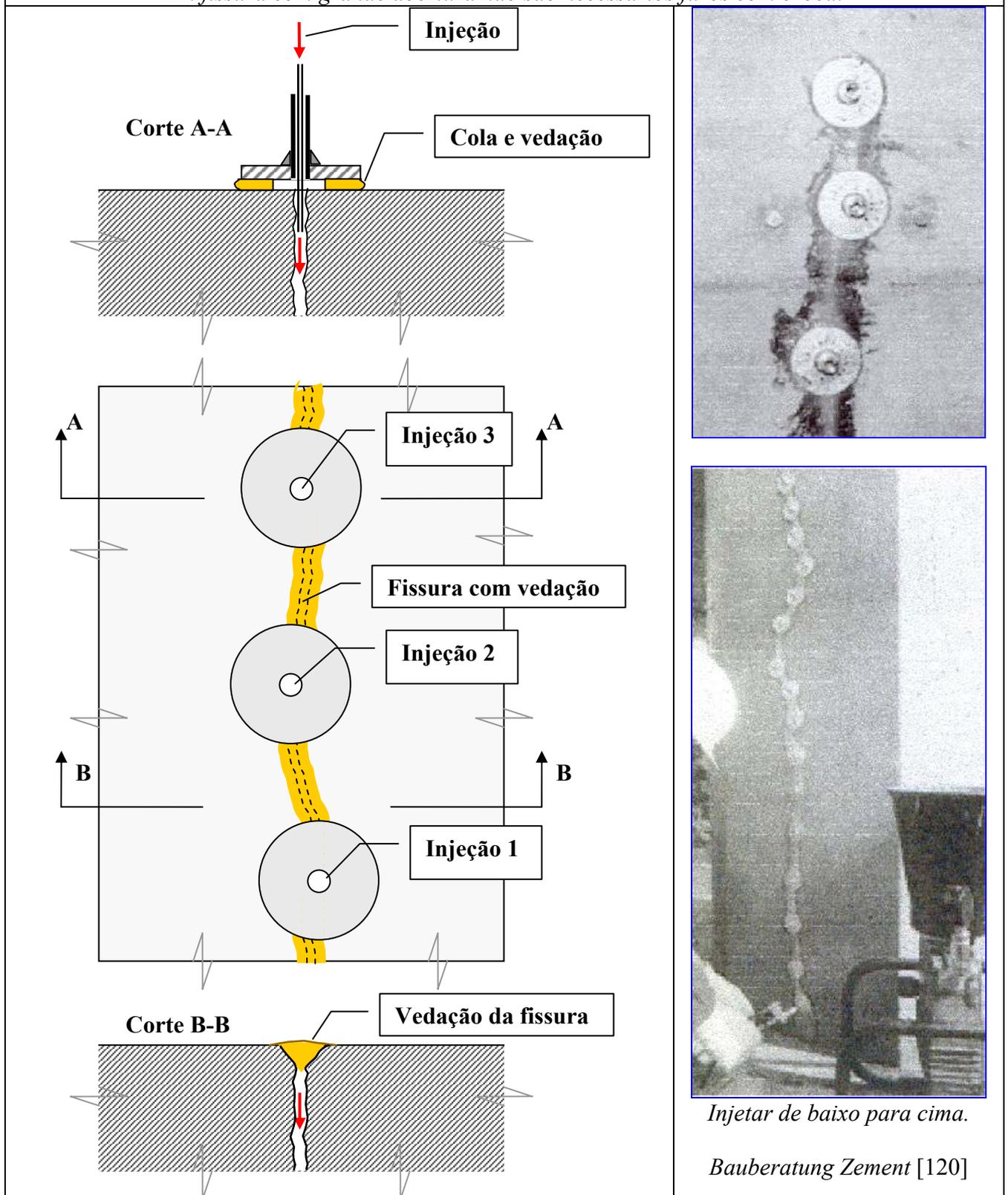
TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

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.



EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

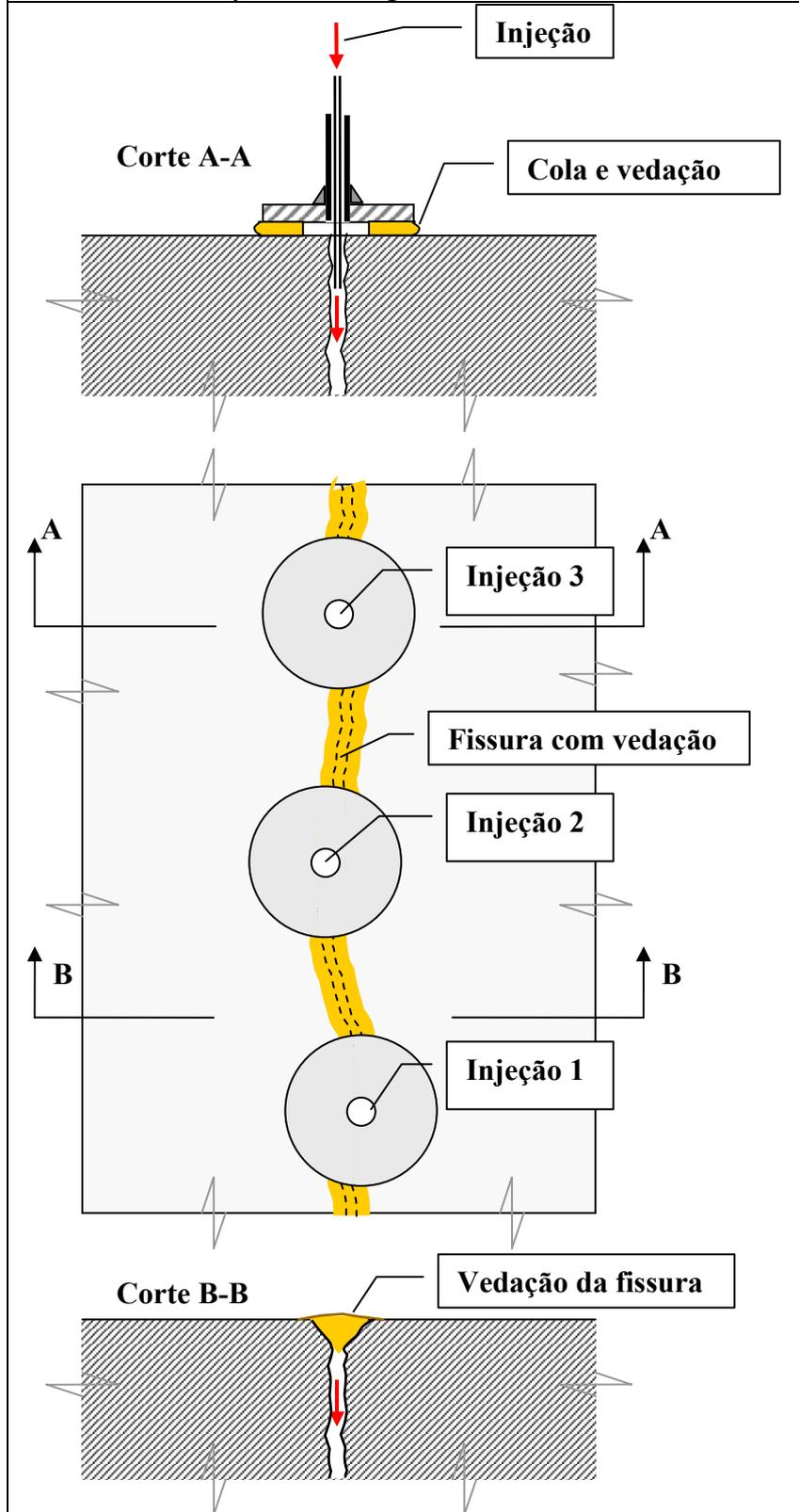
TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

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

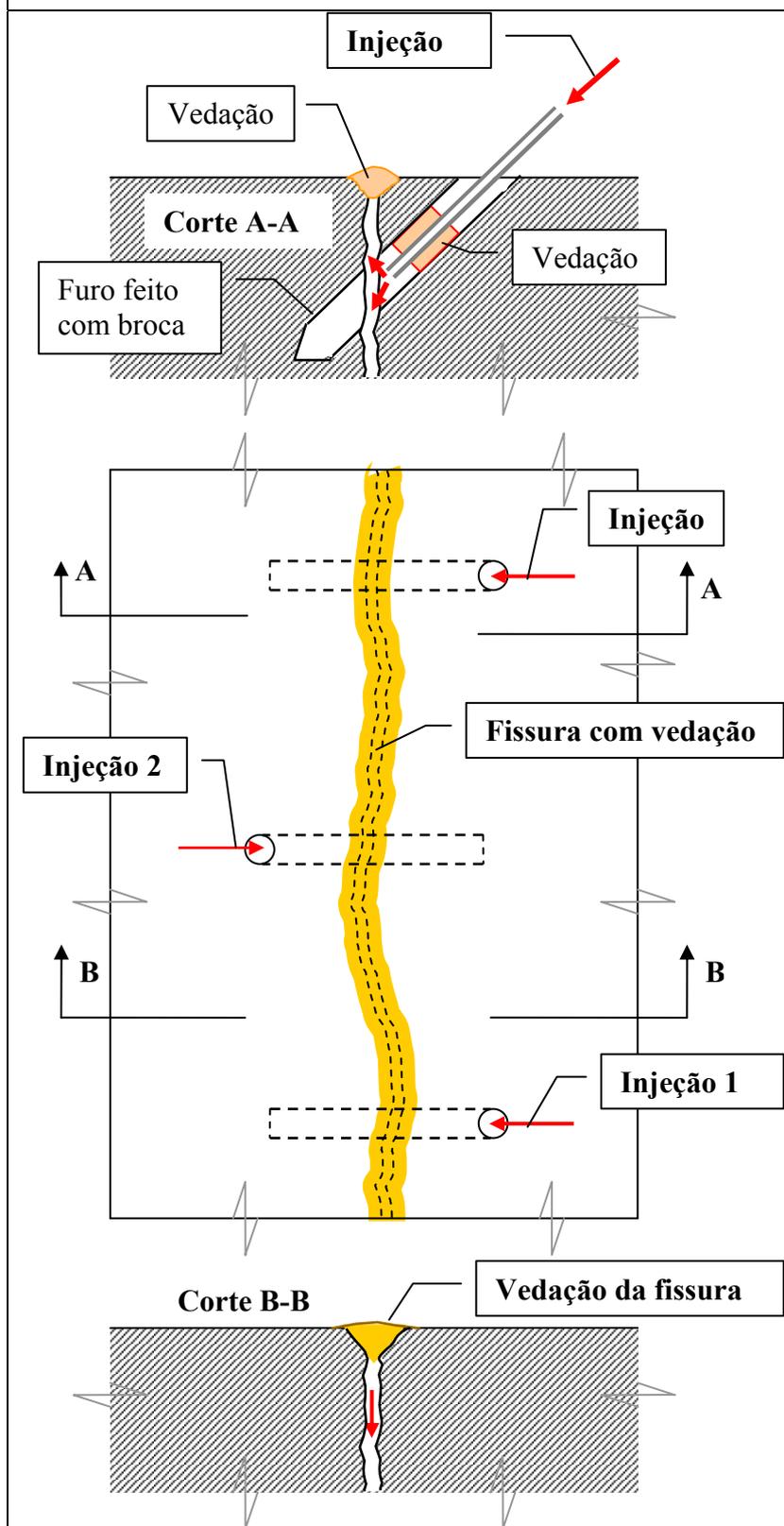


EXEMPLO Nº 150 (CONTINUAÇÃO) :

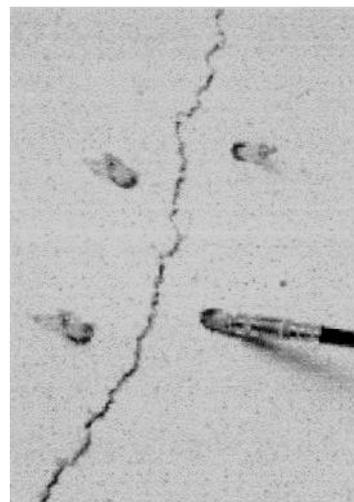
TIPO DE ESTRUTURA : Estrutura de concreto armado ou de concreto protendido

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 preenchida			
	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

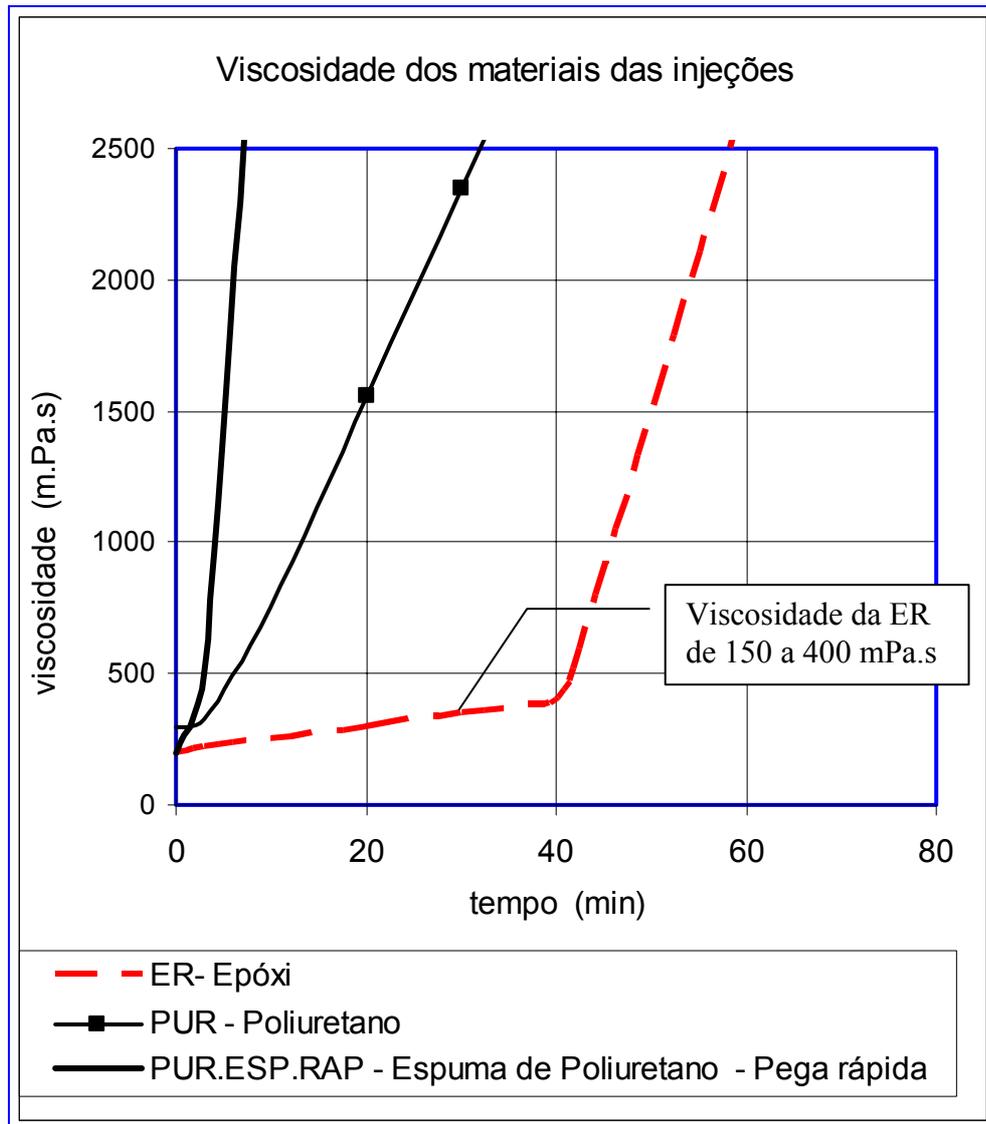
INJEÇÃO EM FISSURAS : Materiais para Injeção de fissuras no concreto.

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 epoxidica.</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 °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.	• Seca	• Seca	• Seca ou • Úmida ou • Gotejando, i.e., deixando passar água sob pressão.	• Seca ou • Úmida ou • Gotejando, i.e., deixando passar água sob pressão.	• 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.