

---

AWARE-P SEMINÁRIOS E CURSOS DE FORMAÇÃO

---

Gestão Patrimonial de Infra-estruturas de Serviços de Águas

2011 Lisboa, Faro, Évora, Coimbra, Porto

## Módulo 6

# Técnicas de reabilitação

# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos



# Introdução

## » Classificação das técnicas de reabilitação

### » Definições normativas (EN 752:2008)



#### **Reparação** (*Repair*)

- Rectificação de anomalias localizadas, podendo inserir-se ou não em acções de reabilitação.



#### **Renovação** (*Renovation*)

- Intervenção num componente do sistema existente, incorporando o material existente, total ou parcialmente, melhorando o seu desempenho corrente.



#### **Substituição** (*Replacement*)

- Construção de um novo componente do sistema, incorporando a função do componente existente que é desactivado, podendo ser ou não no alinhamento do componente existente.

# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos



# Técnicas de reparação em colectores

prEN 15885:2010

Famílias de técnicas		
Reparação com injeção de argamassa não retráctil	<i>(Repair by injection sealing)</i>	✓
Reparação com remendo curado <i>in situ</i>	<i>(Repair with cured-in-place patch)</i>	✓
Reparação com material projectado	<i>(Repair with trowelled material)</i>	✓
Reparação com vedação por meios mecânicos	<i>(Repair by sealing with internal mechanical devices)</i>	✗
Reparação da ligação de ramal	<i>(Repair with lateral connection collar)</i>	✓
Outras técnicas de reparação	<i>(Other repair techniques)</i>	✓

✗ não aplicável a câmaras de visita; ✓ aplicável a câmaras de visita

# Técnicas de reparação em condutas \*

\* Também designadas por renovação não estrutural

prEN 15885:2010

## Famílias de técnicas

Reparação generalizada de juntas

*(Internal joint seals)*

Revestimento interior com argamassa de cimento

*(Cement mortar spray-lining)*

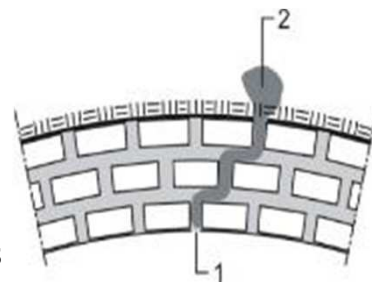
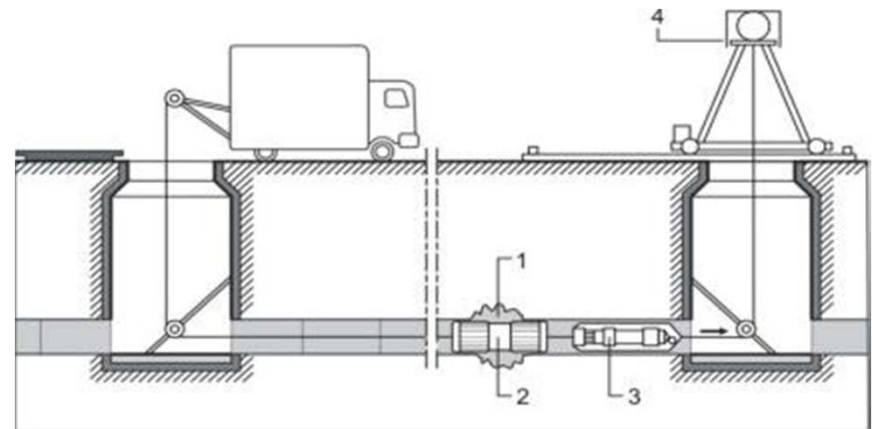
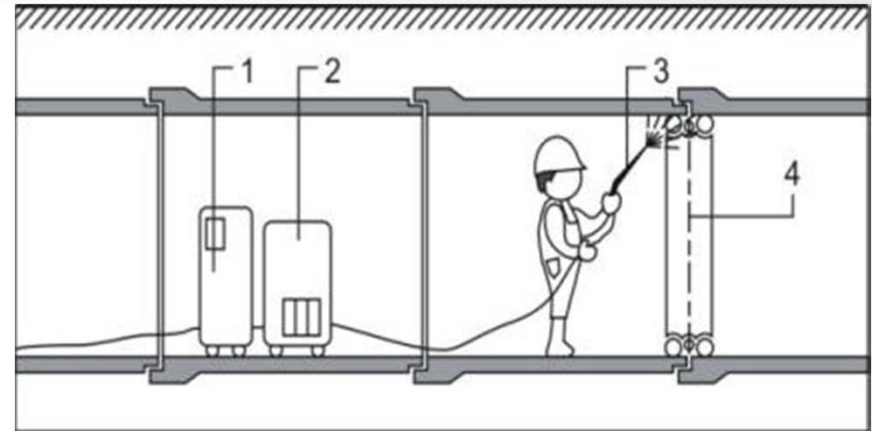
Revestimento interior com resina *epoxi*

*(Epoxy spray-lining)*

# Reparação com injeção de argamassa não retráctil (colectores)

Injecção sob pressão de argamassas não retrácteis em anomalias:

- » injeção com recurso a robot
- » injeção manual, em colectores visitáveis, habitualmente com recurso a bomba de injeção
- » injeção de enchimento para preenchimento de vazios no material ou solo adjacente associados a juntas ou fissuras



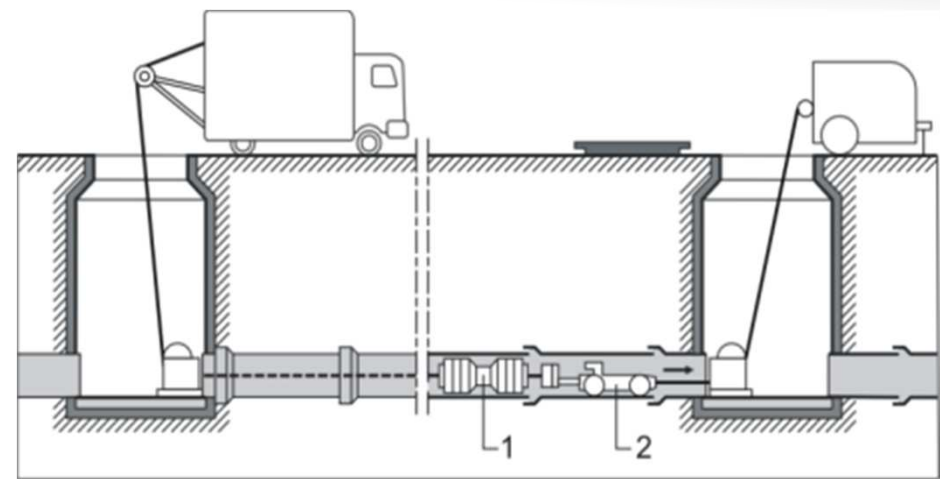
Legenda

- 1 Ponto de injeção
- 2 Espaços vazios preenchidos

# Reparação com remendo curado *in situ*

Reparação de anomalias localizadas com remendos ou mangas curtas que são sujeitas a processo de cura após a sua aplicação no local. Podem ser aplicadas em:

- » juntas
- » fissuras radiais e longitudinais
- » locais com material fragmentado



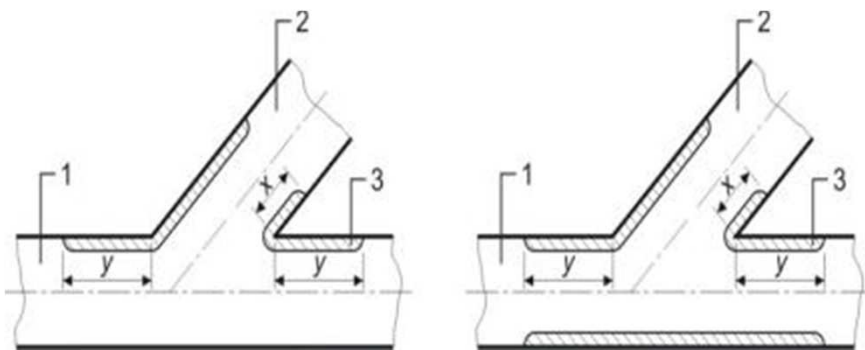
1 Módulo de reparação    2 Câmara CCTV



# Reparação da ligação de ramal (colectores)

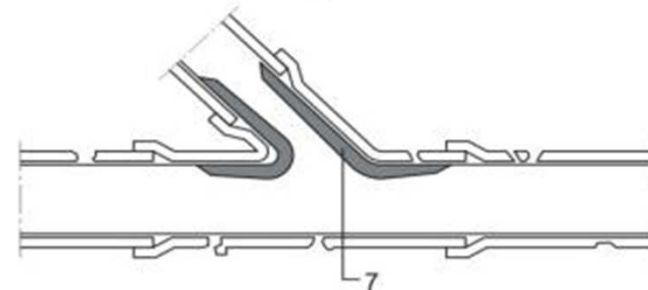
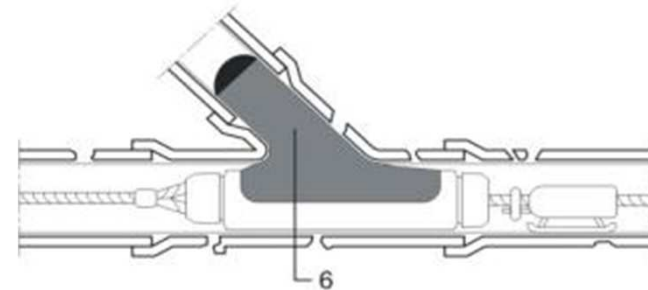
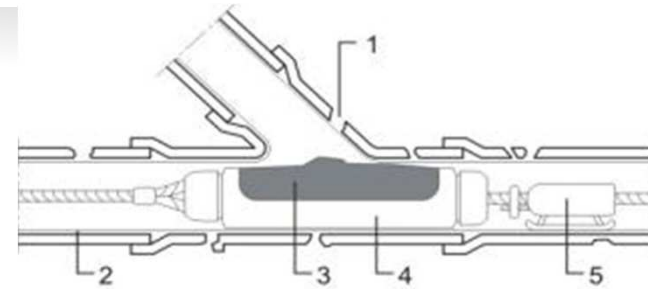
Reparação da ligação de ramais sem abertura de vala com um colar ou tê. Podem ser usados:

- » mangas impregnadas em resinas curadas *in situ*
- » materiais plásticos que são fixados localmente através de fusão ou com argamassa



1 Colector  
2 Ramal

3 Elemento de reparação



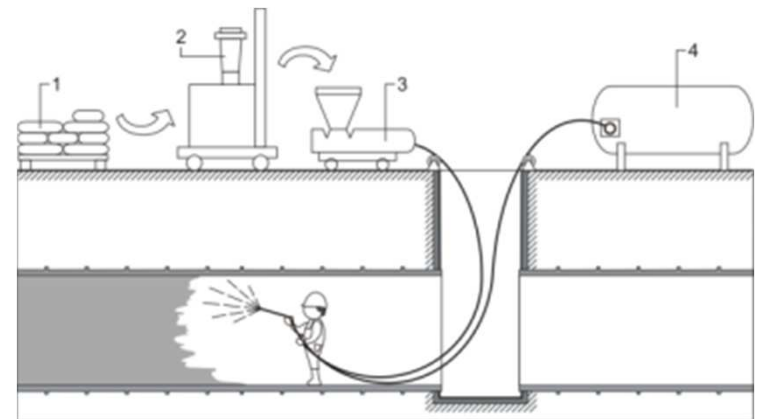
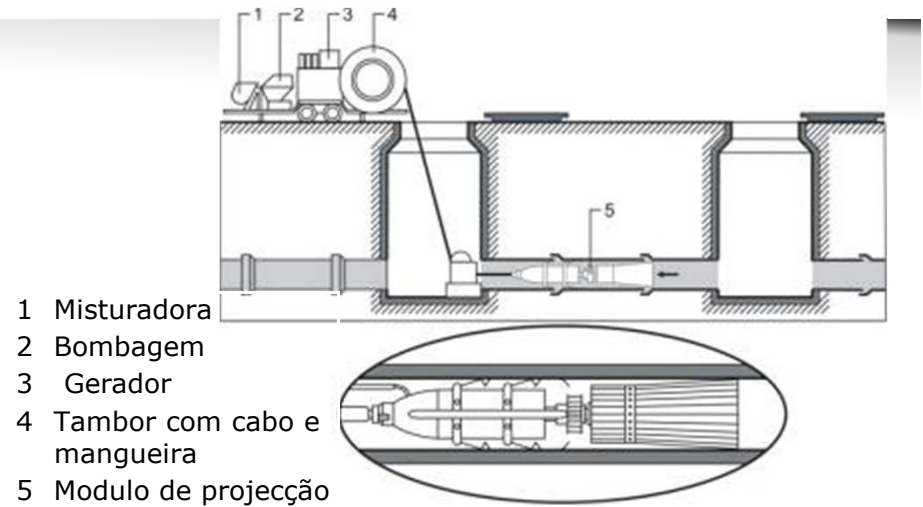
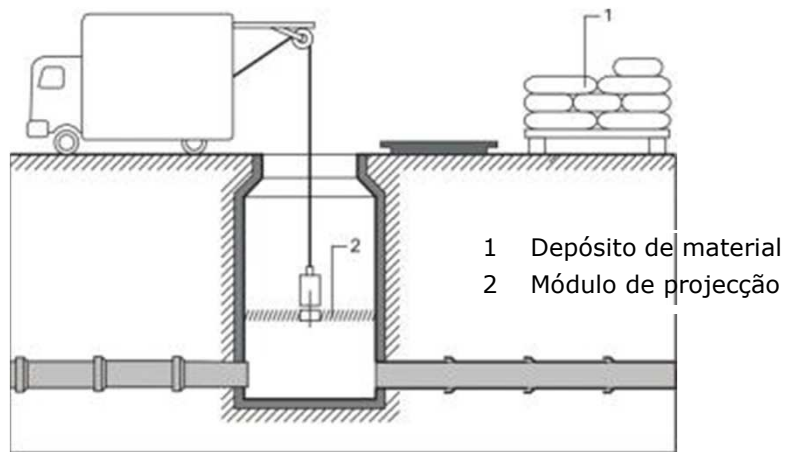
1 Ramal com anomalia  
2 Revestimento  
3 Manga impregnada  
4 Módulo de reparação

5 Câmara CCTV  
6 Manga insuflada  
7 Aplicação completa

# Reparação com material projectado

Revestimento com material projectado, com ou sem reforço (armadura). O revestimento pode ser:

- » revestimento com argamassa de cimento
- » revestimento com resina *epoxi*



# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos



# Técnicas de renovação em colectores

prEN 15885:2010; ISO/DIS 11295:2008

Famílias de técnicas		
Entubamento com tubagem contínua	<i>(Lining with continuous pipe)</i>	✘
Entubamento com tubagem ajustada	<i>(Lining with close-fit pipe)</i>	✘
Entubamento com tubagem curada <i>in situ</i>	<i>(Lining with cured-in-place pipe)</i>	✓
Entubamento com troços de tubagem	<i>(Lining with discrete pipes)</i>	✓
Entubamento com banda em espiral	<i>(Lining with spirally wound pipe)</i>	✓
Entubamento formado <i>in loco</i>	<i>(Lining with formed in place)</i>	✓
Entubamento com segmentos de tubagem	<i>(Lining with pipe segments)</i>	✓
Revestimento projectado ou com cofragem	<i>(Lining by sprayed, trowed or cast-in-place material)</i>	✓

✘ não aplicável a câmaras de visita; ✓ aplicável a câmaras de visita

# Técnicas de renovação em condutas

prEN 15885:2010; ISO/DIS 11295:2008

## Famílias de técnicas

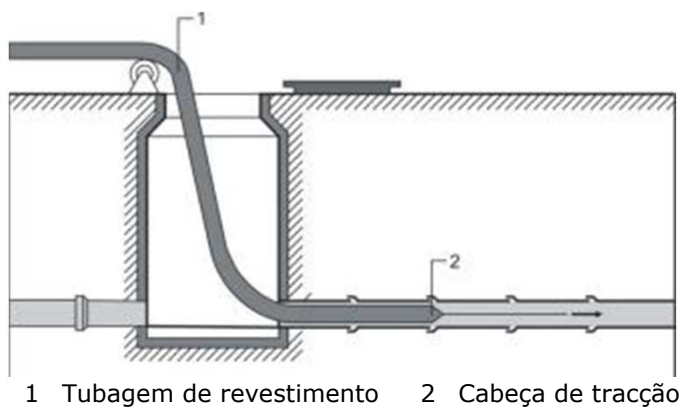
Entubamento com tubagem contínua	<i>(Lining with continuous pipe)</i>
Entubamento com tubagem ajustada	<i>(Lining with close-fit pipe)</i>
Entubamento com tubagem curada <i>in situ</i>	<i>(Lining with cured-in-place pipe)</i>
Entubamento com troços de tubagem	<i>(Lining with discrete pipes)</i>
Entubamento com manga adesiva por reversão	<i>(Lining with adhesive-backed hose)</i>

✘ não aplicável a câmaras de visita; ✔ aplicável a câmaras de visita

# Entubamento com tubagem contínua

Inserção de uma tubagem flexível contínua num colector ou conduta:

- » tubagem contínua é feita previamente à inserção
- » necessária a execução de um poço de acesso
- » colocação feita por arrasto com aplicação de força de tracção



# Entubamento com tubagem ajustada

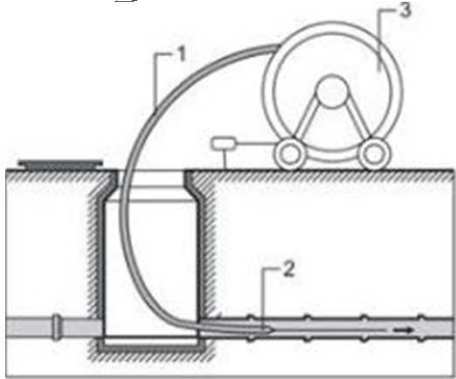
Inserção de uma tubagem flexível contínua, com dimensão reduzida, num colector ou conduta existente.

Existem dois processos:

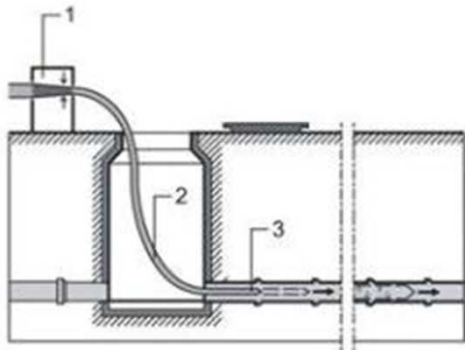
- » **entubamento com tubagem dobrada** (*folded pipe*)
  - » redução da dimensão transversal até 40%
  - » tubagem é revertida por efeito de aquecimento e/ou pressão interna
  
- » **entubamento com tubagem deformada**
  - » redução da secção transversal por compressão diametral temporária no local, com ou sem aquecimento
  - » redução da secção transversal de cerca de 10%, mantendo a forma circular da secção transversal
  - » reversão natural do processo

# Entubamento com tubagem ajustada

» entubamento com tubagem dobrada



» entubamento com tubagem deformada



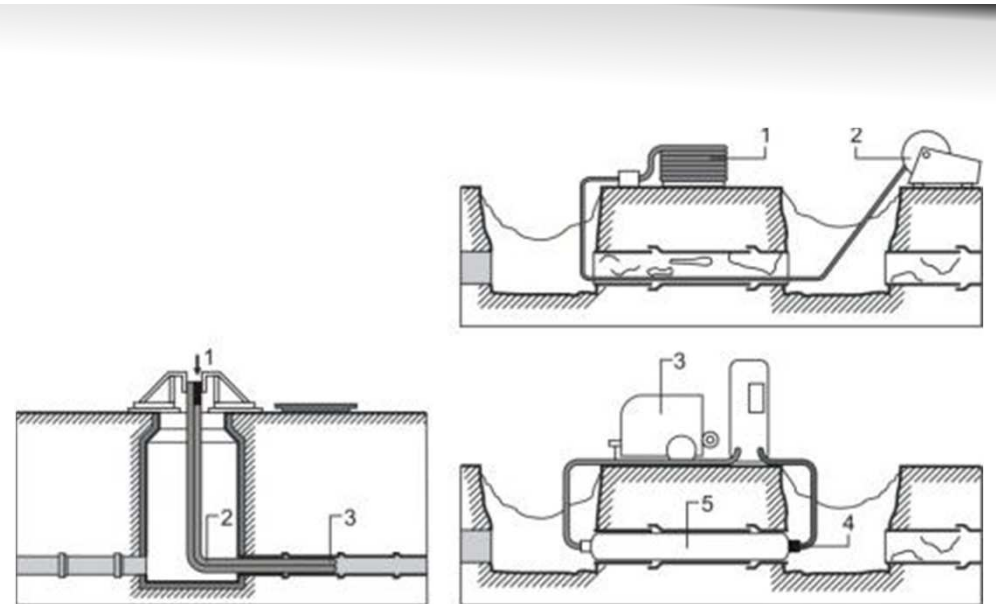
# Entubamento com tubagem curada *in situ*

Inserção na tubagem de um tubo ou manga flexível impregnado com uma resina termo-endurecível que resulta numa tubagem após o processo de cura da resina.

Dois tipos principais:

- » **inserção por inversão:** introdução do tubo ou manga é feita com pressurização interior com água ou com ar.
- » **inserção com guincho:** introdução do tubo com recurso a um guincho e cabo.

Cura da resina é feita por aplicação de calor (água quente, vapor ou aquecimento eléctrico) ou radiação UV.



## Inserção por inversão

Legenda

- 1 Aplicação de pressão para a inversão
- 2 Tubagem de revestimento
- 3 Face de inversão

## Inserção com guincho

Legenda

- 1 Tubagem de revestimento
- 2 Guincho
- 3 End packer
- 4 Equipamento de cura
- 5 Tubagem final

# Entubamento com tubagem curada *in situ*



a) Manga flexível preparada para inserção



b) Plástico de protecção



c) Início de inserção da manga



d) Inserção da manga



e) Tubagem em fase de cura



f) Colector reabilitado

**Inserção por inversão**

**Inserção com guincho**

# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos



# Técnicas de substituição

NP EN 1610:2008; NP EN 12889:2008

Famílias de técnicas		
Substituição com abertura de vala	<i>(Open cut or trench replacement)</i>	✓
Substituição com abertura de vala reduzida	<i>(Semi-open cut replacement)</i>	✗
Substituição em galeria sem intervenção humana	<i>(Unmanned trenchless replacement)</i>	✗
	Técnicas não dirigíveis <i>(Non-steerable techniques)</i>	
	Técnicas dirigíveis <i>(Steerable techniques)</i>	
Substituição em galeria com intervenção humana	<i>(Manned trenchless replacement)</i>	✗
	Cravamento de tubagem <i>(Pipe jacking)</i>	
	Outras técnicas com intervenção humana <i>(Other manned techniques)</i>	

✗ não aplicável a câmaras de visita; ✓ aplicável a câmaras de visita

# Substituição com abertura de vala

- » Método tradicional
- » Substituição no alinhamento original do troço existente ou em alinhamento alternativo

Alguns factores relevantes:

- » profundidade de escavação
- » tipo de terreno
- » tráfego local
- » nível freático
- » existência de outras infra-estruturas

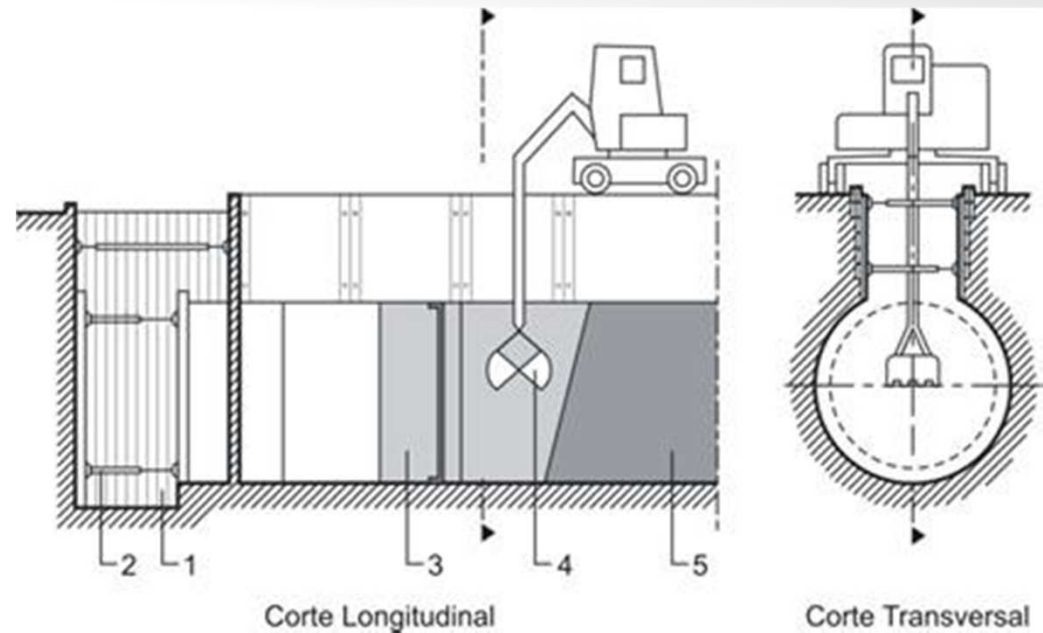


# Substituição com abertura de vala reduzida

- » Método aplicável a tubagens visitáveis
- » Vala estreita no alinhamento do troço existente

Alguns factores relevantes:

- » profundidade de escavação
- » tipo de terreno
- » tráfego local
- » nível freático
- » existência de outras infra-estruturas



- 1 Elementos de contenção
- 2 Sistema de empurre dos elementos de tubagem
- 3 Troço em preparação
- 4 Equipamento de remoção de material
- 5 Colector existente

# Substituição em galeria sem intervenção humana

## » Tubagem colocada:

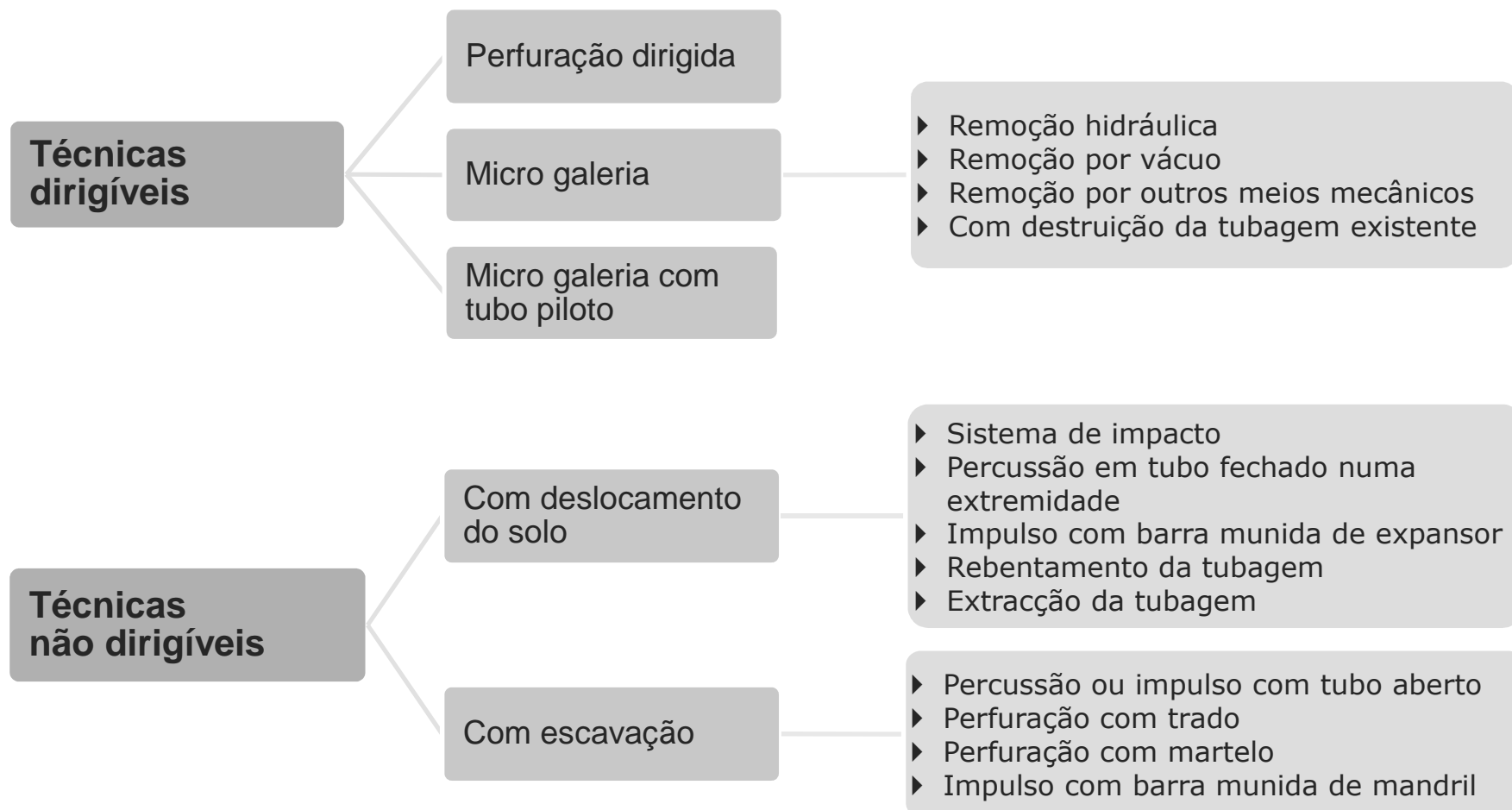
- » com recurso a forças aplicadas de modo contínuo (percussão ou vibração)
- » de uma câmara de entrada em direcção a uma câmara de saída
- » solo é deslocado ou removido na frente de perfuração

## » Famílias de técnicas

- » Técnicas dirigíveis: com dispositivo de controlo do alinhamento da escavação
- » Técnicas não dirigíveis: sem controlo continuado do alinhamento da escavação

# Substituição em galeria sem intervenção humana

## >> Famílias de técnicas



# Micro galeria

- » Perfuração dirigível numa só etapa, com controlo remoto
- » Tubagem instalada directamente após a construção da micro galeria
- » Diferentes técnicas consoante método de remoção do entulho:
  - » remoção por trado
  - » **remoção hidráulica**
  - » remoção por vácuo
  - » remoção por outros meios mecânicos
  - » micro galeria com destruição do colector



a) Poço de ataque: instalação do equipamento



b) Cabeça da microtuneladora



c) Colocação de troço de tubagem



d) Início do empurre do troço de tubagem

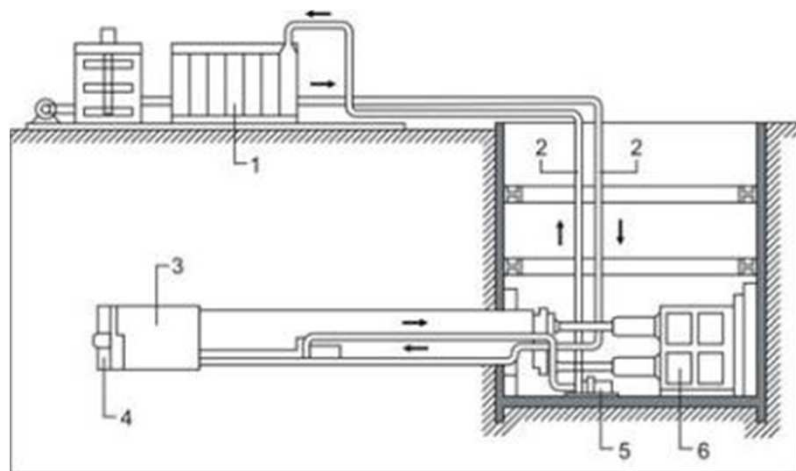


e) Empurre do troço de tubagem



f) Poço de recepção: chegada da cabeça

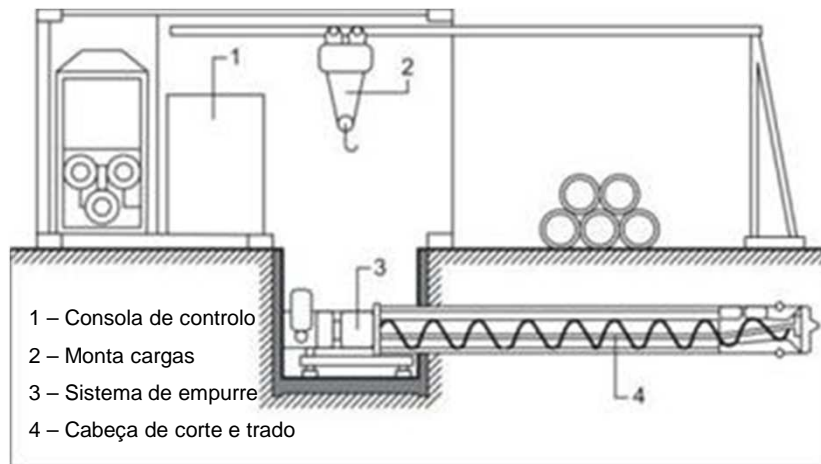
# Micro galeria



- 1 Reservatório de lamas
- 2 Tubagens de lamas
- 3 Troço de protecção
- 4 Cabeça de corte
- 5 Bombagem
- 6 Sistema de empurre

# Escavação com perfuração com trado

- » Escavação é feita com cabeça de corte rotativa fixa a um trado que remove continuamente o entulho
- » Tubagem é traccionada simultaneamente com o trado



Cabeça de corte rotativa fixa a um trado



Perfuração do solo e inserção da tubagem nova



Soldadura da tubagem nova

# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos



# Aplicabilidade das técnicas

↑ melhoria → mantém ↓ diminui  
 C circular O outra P possível  
 AR colectores AA condutas  
 + reduzido ++ médio +++ elevado

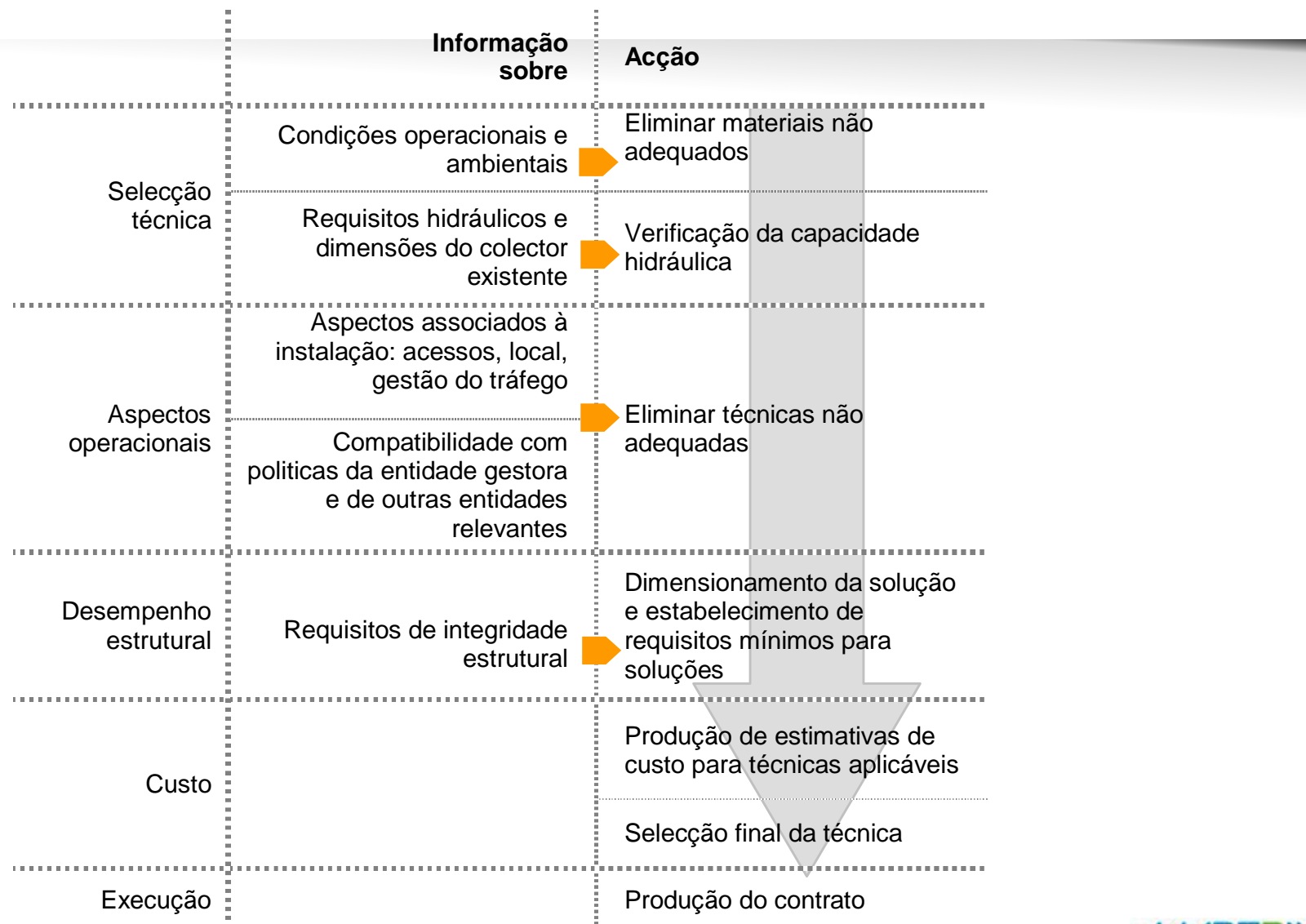
TÉCNICA		Reforço resistência estrutural	Capacidade escoamento	Estanquidade	Secção transversal	Gama de diâmetros típica (mm)	Extensão máxima típica (m)	Execução de curvas	Ocupação espaço publico	Aplicação
<b>RENOVAÇÃO</b>										
Entubamento com tubagem contínua		↑	↓	↑	C, O	100 – 2000	300	P	+ / ++	AR / AA
Entubamento com tubagem ajustada	Dobrada Reduzida	↑	→	↑	C, O	100 – 500 200 – 1500	500	P	+ / ++	AR / AA
	Inversão Guincho	↑	→	↑	C, O	100 – 2800	600 150	P	+	AR / AA
Entubamento com troços de tubagem		↑	↓	↑	C, O	100 – 600 600 – 4000	150	-	+	AR / AA
Entubamento com banda em espiral		↑	↓	↑	C, O	200 – 1200	100	P	+	AR
Entubamento formado <i>in loco</i>		↑	↓	↑	C, O	200 – 2000	200	P	+	AR / AA
Entubamento com segmentos de tubagem		↑	↓→	↑→	C, O	até 4000	-	-	+	AR
Revestimento projectado ou com cofragem		↑→	↑	↑→	C, O	Visitáveis; Robot: 200 – 600	- 100	P	+	AR / AA
<b>SUBSTITUIÇÃO</b>										
Substituição com abertura de vala		↑	↑	↑	C, O	-	-	P	+++	AR / AA
Substituição com abertura de vala reduzida		↑	↑	↑	C, O	Visitáveis	200	P	+++	AR / AA
Substituição em galeria sem intervenção humana		↑	↑	↑	C	-	-	P	++	AR / AA
Substituição em galeria com intervenção humana		↑	↑	↑	C, O	Visitáveis	-	-	++	AR / AA
<b>REPARAÇÃO</b>										
Reparação com injecção de argamassa não retráctil		→	→	↑	C, O	Visitáveis; Robot: 150 – 750	1200 200	-	+	AR / AA
Reparação com remendo curado <i>in situ</i>		→	→	↑	C, O	Visitáveis; Robot: Min 100	- 200	P	+	AR / AA
Reparação com material projectado		↑	↑→	↑	C, O	Visitáveis; Robot: Min 150	- 200	P	+	AR / AA
Reparação com vedação por meios mecânicos		→	→	↑	C	Visitáveis; Robot: Min 150	- 200	P	+	AR / AA
Reparação da ligação de ramal		→	↑	↑	C, O	Visitáveis; Robot: 150 – 800	- 200	-	+	AR / AA

# Aplicabilidade e selecção das técnicas

Seleccção da técnica deve ter em consideração:

- » **avaliação de deficiências do desempenho actual** (anomalias) do componente existente
- » **estabelecimento de requisitos de desempenho funcional** pretendido para os componentes do sistema (vertentes de desempenho **hidráulico, estrutural, qualidade da água, ambiental** e considerando as **condições operacionais**)
- » **identificação das opções de reabilitação tecnicamente viáveis** para o desempenho funcional pretendido considerando os requisitos de desempenho e as condições locais (*e.g.*, tráfego, ocupação do espaço público, simultaneidade com intervenções em outras infra-estruturas)
- » **comparação** das técnicas aplicáveis e **selecção** final da técnica a aplicar

# Síntese da selecção de técnicas - colectores



# Estrutura do módulo

- » Introdução
- » Técnicas de reparação
- » Técnicas de renovação
- » Técnicas de substituição
- » Aplicabilidade das técnicas
- » Faseamento dos trabalhos

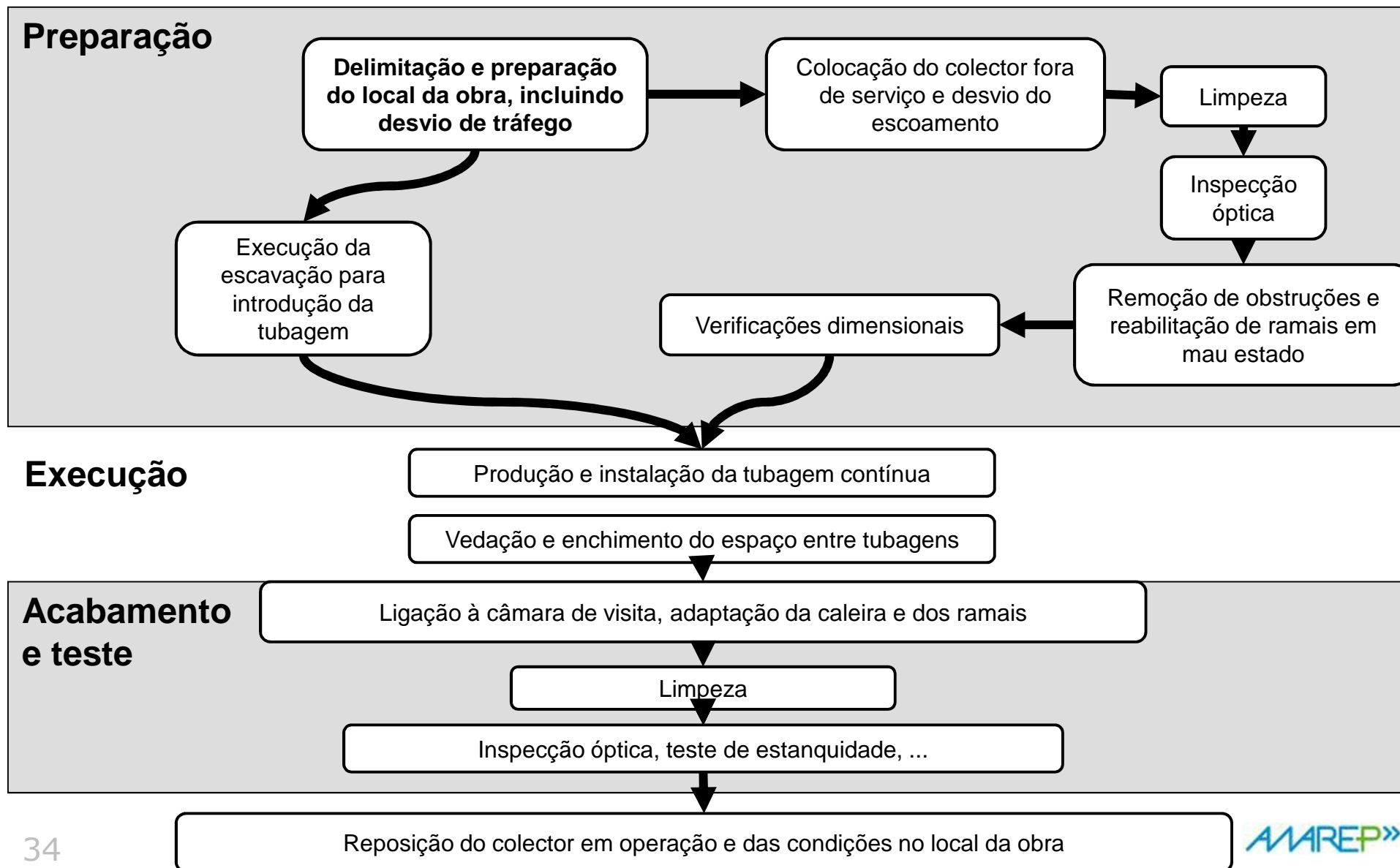


# Faseamento típico dos trabalhos

Fase	Acções a implementar
<b>Trabalhos preparatórios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Preparação do local da obra (e.g., delimitação do local da obra, desvio de tráfego)</li><li>▶ Suspensão do serviço no componente</li><li>▶ Execução de ramais provisórios (se necessário)</li><li>▶ Limpeza e polimento (conforme necessário)</li><li>▶ Inspeção óptica (e.g., CCTV, se necessário)</li><li>▶ Verificações dimensionais</li></ul>
<b>Execução</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Abertura de poços de acesso ao troço (se renovação ou substituição sem vala aberta)</li><li>▶ Abertura de vala (se substituição com vala aberta)</li><li>▶ Controlo da recepção dos materiais em obra</li><li>▶ Ensaio em componentes pré-instalação (conforme adequado)</li><li>▶ Execução da intervenção</li><li>▶ Ensaio em componentes pós-instalação (conforme adequado)</li><li>▶ Reabilitação de ramais (conforme necessário)</li><li>▶ Ligação a outros componentes</li></ul>
<b>Acabamento e controlo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Instalação de órgãos e acessórios</li><li>▶ Inspeção com CCTV (se necessário)</li><li>▶ Ensaio de estanquidade</li><li>▶ Limpeza e desinfeção (conforme adequado)</li><li>▶ Reposição do serviço</li><li>▶ Reposição das condições no local da obra</li></ul>

# Diagrama com faseamento típico de uma obra

## ► Entubamento contínuo



---

AWARE-P SEMINÁRIOS E CURSOS DE FORMAÇÃO

---

Gestão Patrimonial de Infra-estruturas de Serviços de Águas

2011 Lisboa, Faro, Évora, Coimbra, Porto

## Módulo 6

# Técnicas de reabilitação

# WWW.AWARE-P.org

**O copyright dos conteúdos desta apresentação permanece com os respectivos autores. Qualquer utilização do conteúdo desta apresentação deve mencionar a sua autoria. A utilização de imagens ou fotografias carece de autorização prévia dos autores.**

Esta apresentação deve ser citada como: LNEC e IST (2011). *Gestão patrimonial de infra-estruturas de serviços de águas*. AWARE-P project. Apresentação PowerPoint. Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

# WWW.AWARE-P.org

**The copyright of the contents of this presentation remains with the authors. Any use of the contents of this presentation should refer its authorship. The use of images or photographs requires permission of the authors.**

This presentation should be cited as: LNEC and IST (2011). *Gestão patrimonial de infra-estruturas de serviços de águas*. AWARE-P project. PowerPoint presentation. Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal