Hidráulica 1 – SHS0409
HIDRÁULICA DOS CONDUTOS FORÇADOS

Traçado da Tubulação e Linhas de Carga

(AULA 9)

CONTEÚDO AULA 9

Sistemas Hidráulicos de Tubulações

- Traçado da Tubulação e as Linhas de Carga (4.3)
  - Influência relativa do traçado

- 1º Exercício Prático (em sala)

SISTEMAS DE TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS

- Evitar traçados que causem “pressão negativa” na tubulação → P<Patm. → tubulação acima da linha piezométrica

- Situação típica de adutoras entre reservatórios.

- Problemas:

  – Fluxo para dentro da tubulação → contaminação e ar → mal funcionamento.

  – Redução da vazão.

  – Cavitação → formação de bolhas → estouro das bolhas causa “erosão” do material do conduto.

TRAÇADO DA TUBULAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS LINHAS E PLANOS DE CARGA

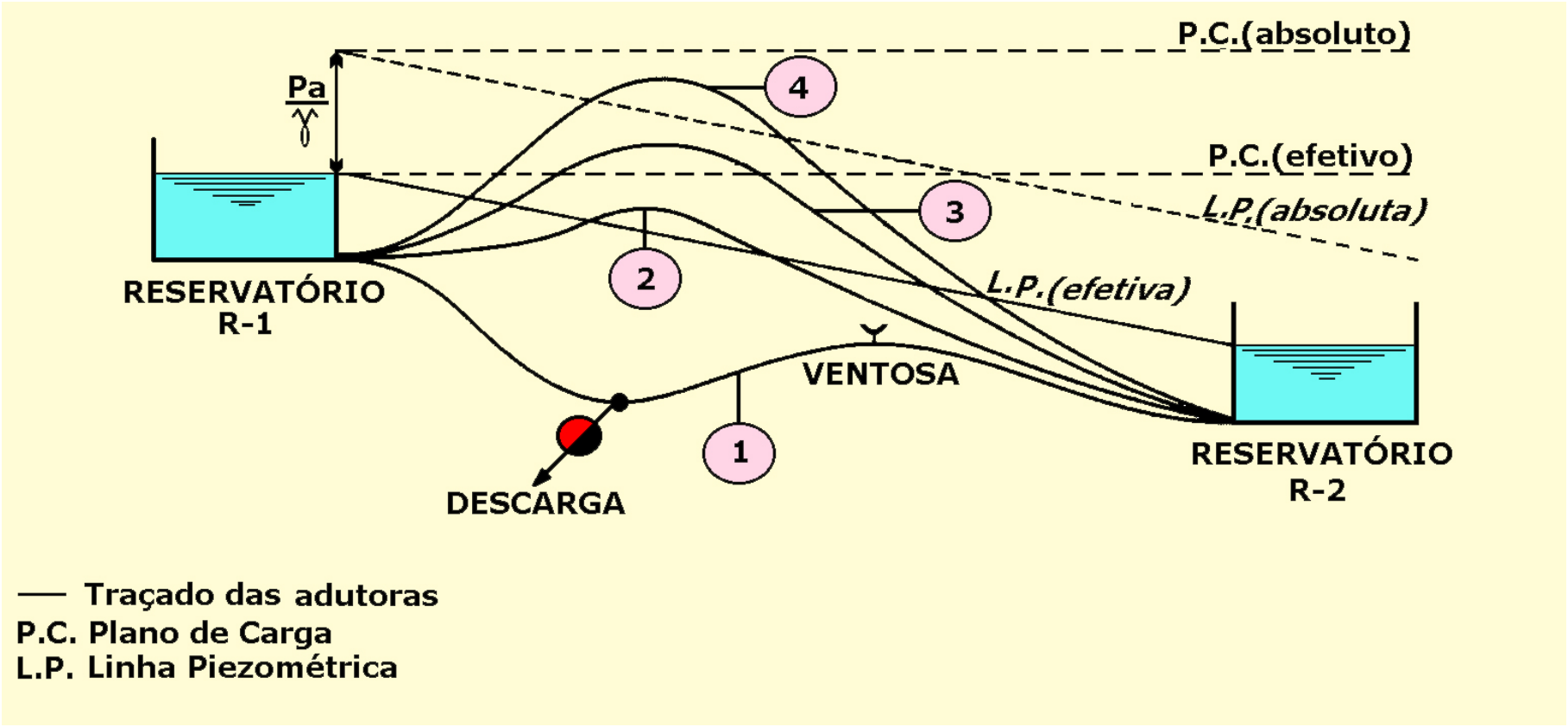


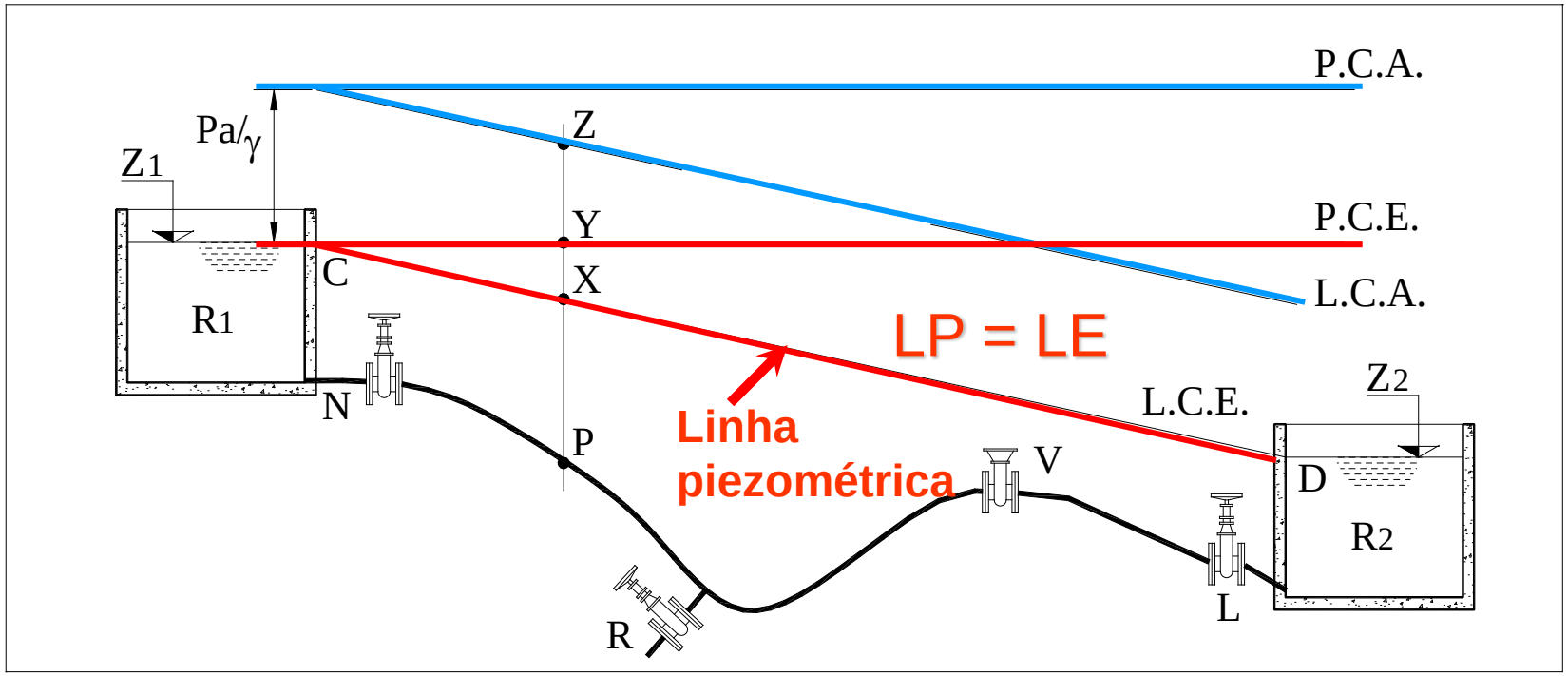
Figura: Traçado das adutoras por gravidade e a posição do plano de carga e da linha piezométrica

Situação típica:

- Adutoras que liga 2 reservatórios (nível constante)
- Adutora longa: **desprezar perdas localizadas** (L/D>1000)
- Adutora com mesmo: material e D.

Desprezar a Carga cinética,
Adutora: Vmédia = 1 a 2m/s,
∴ Carga cinética: 0,05 a 0,20m

Esquema Piezométrico



LE: Linha de Energia (ou carga total)
LCE: Linha de Carga Efetiva

LCE → Linha de Carga Efetiva (LP=LE)

LCA → Linha de Carga Absoluta (LCE + Pa/γ)

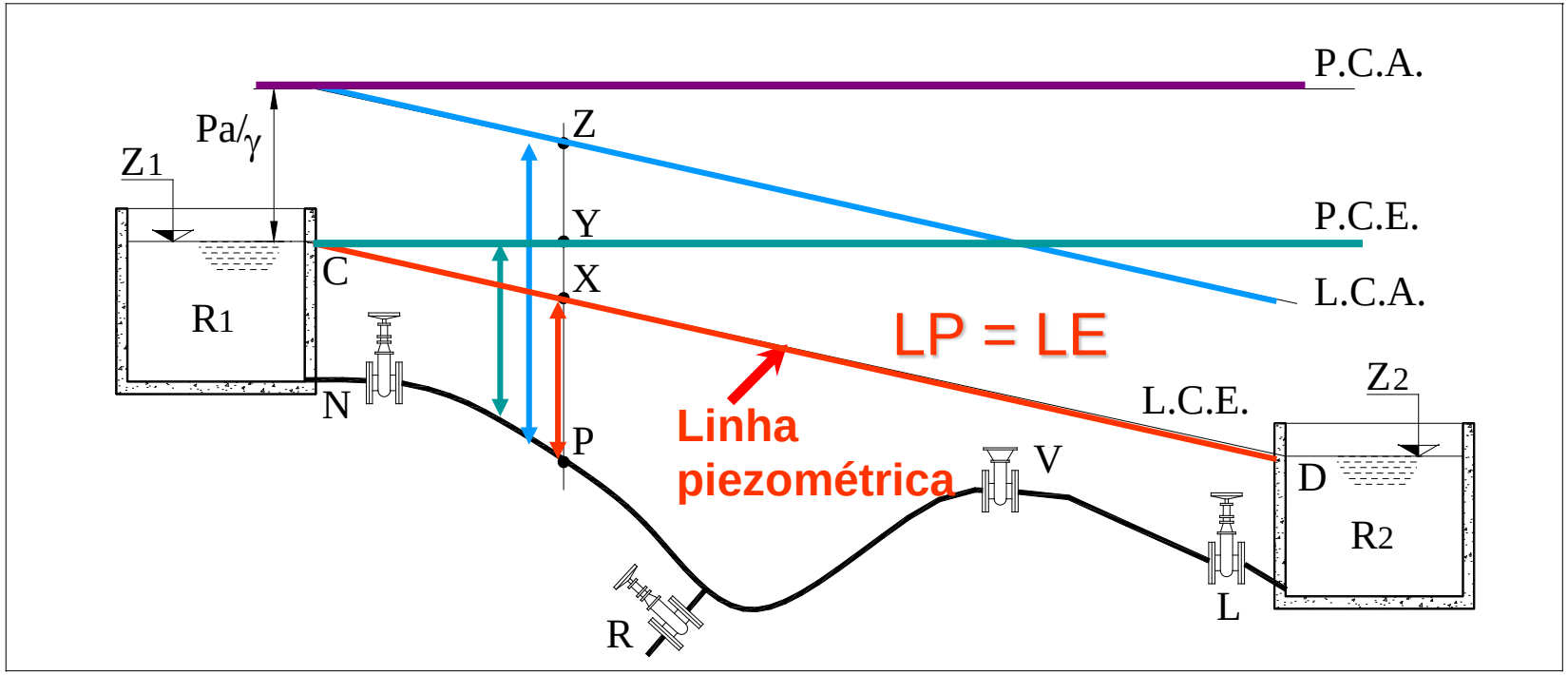
PCE → Plano de Carga Efetivo (NA no R1 – superior)

PCA → Plano de Carga Absoluto (Patm local)

PX → Carga de Pressão Dinâmica Efetiva

PZ → Carga de Pressão Dinâmica Absoluta

PY → Pressão Hidrostática



LE: Linha de Energia (ou carga total)

LCE: Linha de Carga Efetiva

Condição NORMAL: *buscada em projetos*

TRAÇADO 1

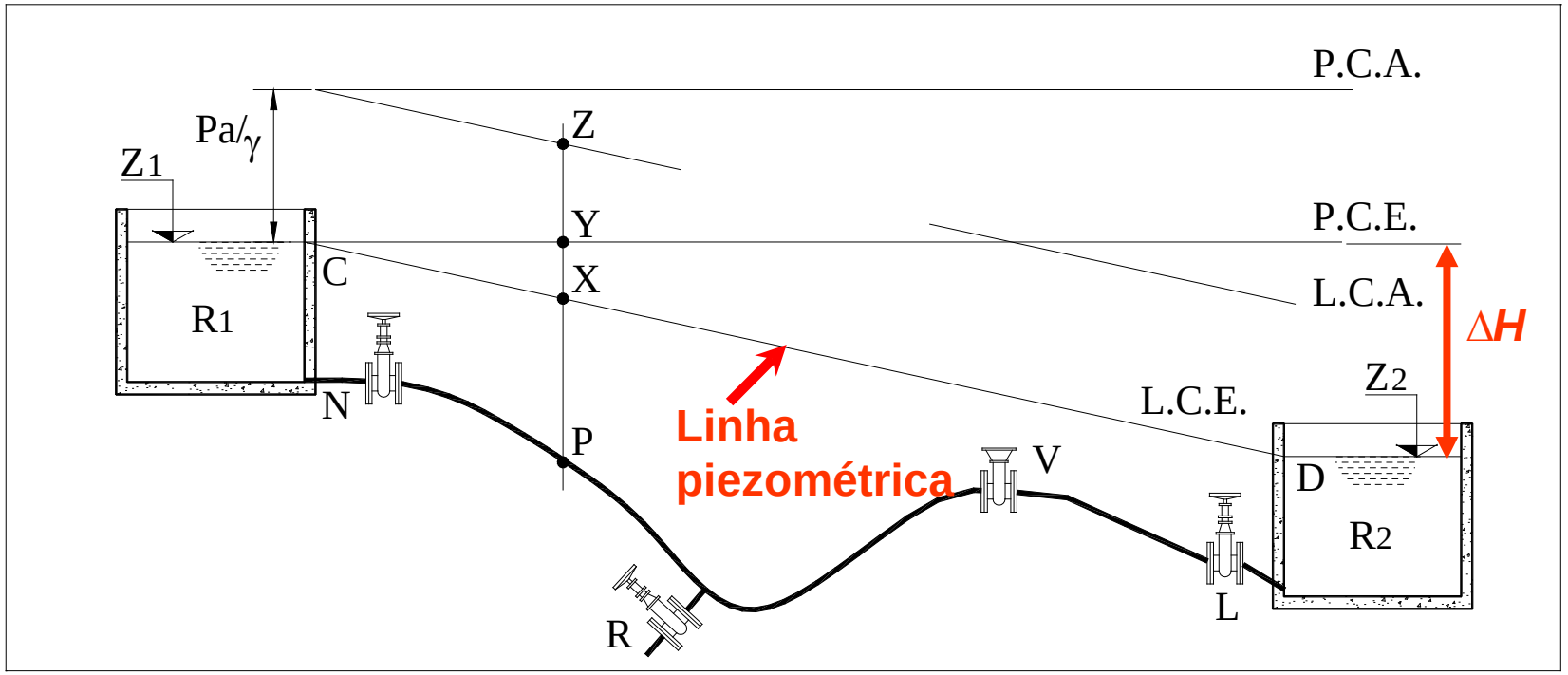
TRAÇADO OK → LINHA PIEZOMÉTRICA (CD) ACIMA DA TUBULAÇÃO

EM TODA TUBULAÇÃO → P > Patm

PX → Carga de Pressão Dinâmica Efetiva (Positiva)

Perda de carga total = desnível topográfico (diferença de cotas das superfícies livres dos reservatórios)

$\Delta H = Z_1 - Z_2 = J.L.$



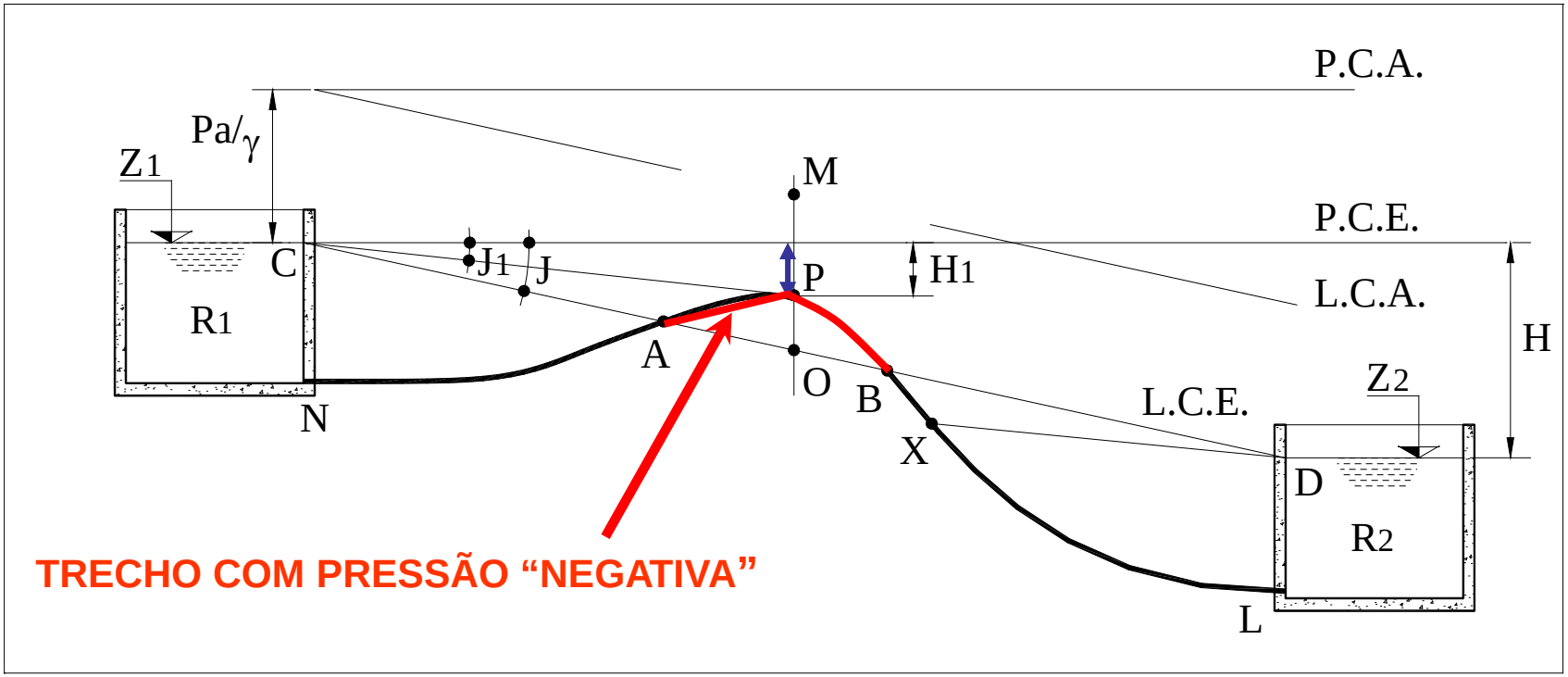
TRAÇADO 2

Pode ocorrer:

- Por necessidade topográfica (passar ponto alto);
- Erro de traçado da adutora

- **TRAÇADO QUE DEVE SER EVITADO**
  - **TRECHO (APB) COM P < Patm**
  - **LINHA PIEZOMÉTRICA ou LCE (CD) CORTA LINHA DA TUBULAÇÃO (TRECHO A-P-B)**

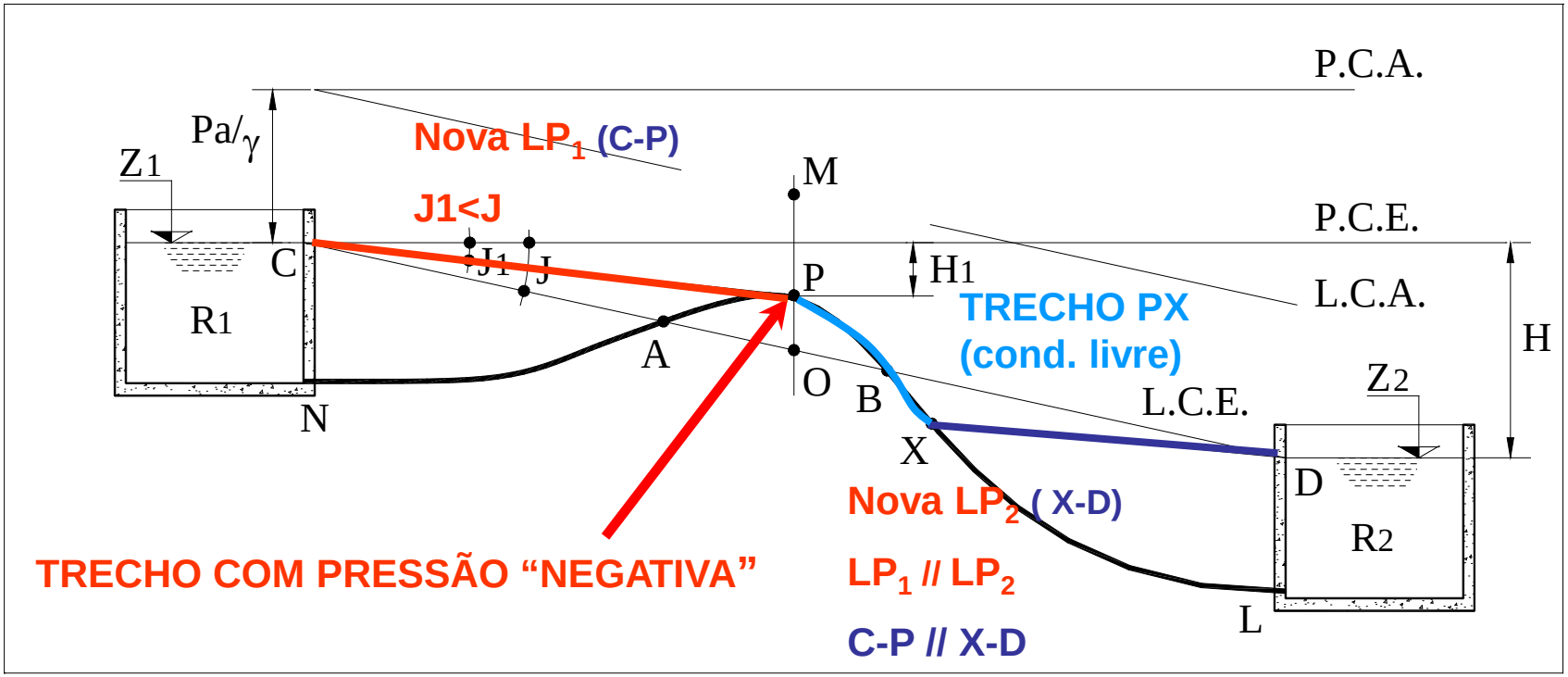
Trecho A-P-B → Carga de Pressão Dinâmica Efetiva (Negativa)
Pressão = PM (prevalece carga de pressão absoluta) < Patm



TRAÇADO 2

- **No caso da Entrada de Ar, tal que Pressão em P = Patm**

  - **TRECHO (NP): A LP passará a ser C-P e não C-O;**
  - **Além de P (Trecho P-X): água não encherá completamente a seção do conduto (canal). LP é interrompida no trecho P-X**
  - **A parir de X (TRECHO X-L): Enche novamente toda seção e LP passa a ser X-D paralela a CP (mesma Q que N-P)**



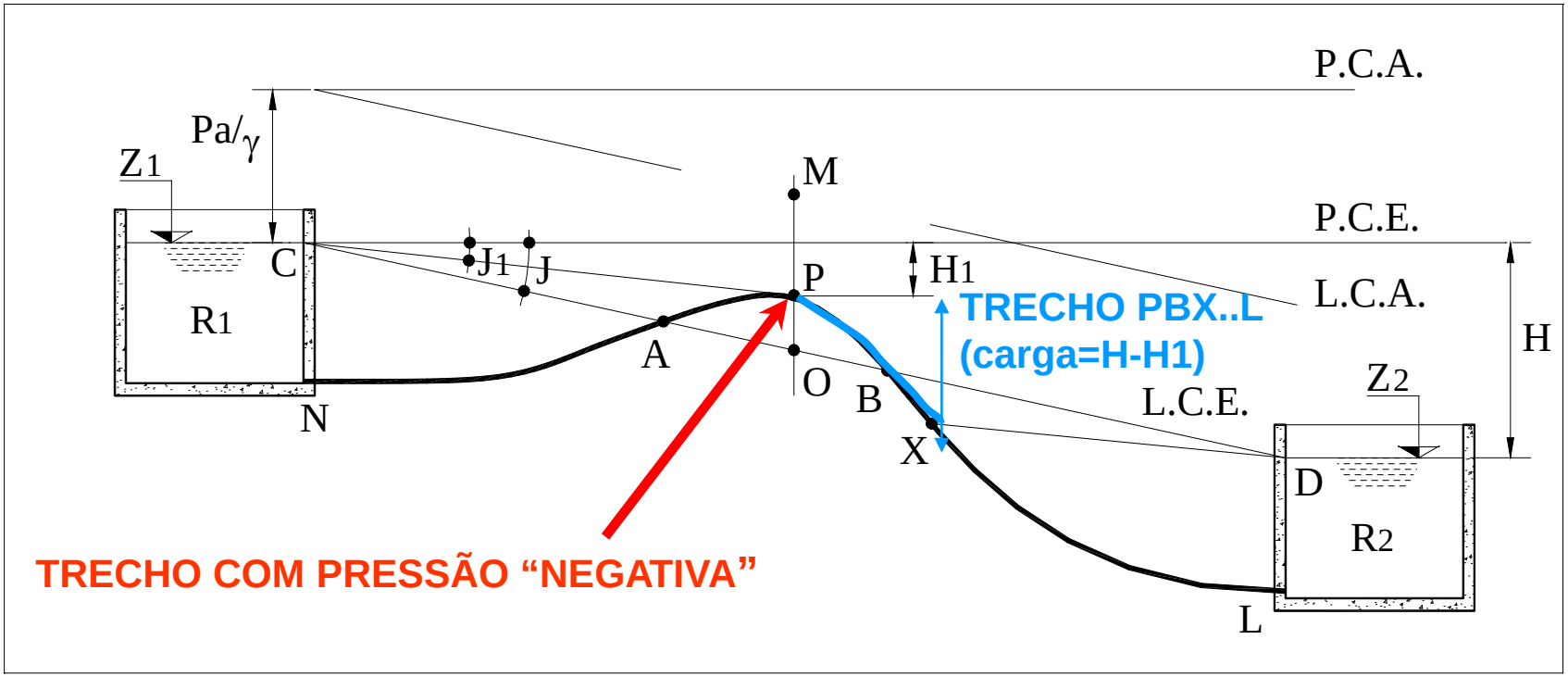
TRAÇADO 2

Problemas:

Trecho PBX: entrada de ar (canal)

- **Reduz Vazão: Qreal<Qcalculada**
- **P-X mal aproveitado: Alta carga e Baixa Q**

A partir de X: seção plena do conduto.



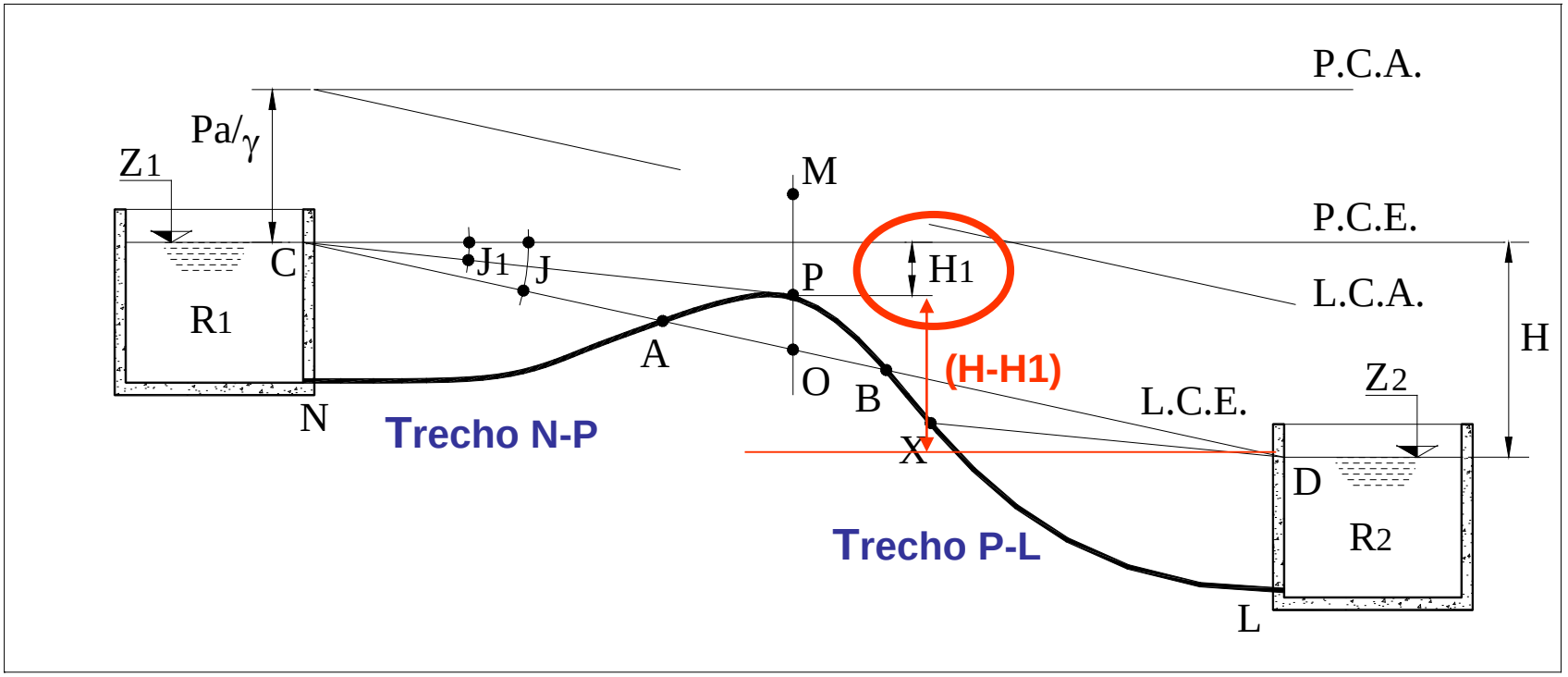
SOLUÇÃO → INSTALAR RESERVATÓRIO DE "PASSAGEM" NO **PONTO P**

Caixa Passagem: **Dimensionar para 2 trechos (N-P e P-L) para Q projeto**

- **Trecho NP:** **Carga H1 – para diâmetro D_1**
- **Trecho PL:** **Carga (H - H1) para diâmetro $D_2 < D_1$)**

$$\Delta H = 0{,}0827 \frac{fLQ^2}{D^5}$$

$D_2 < D_1$



Outros TRAÇADOS

- Mais incomuns

TRAÇADO 3

Traçado 3: Canalização corta a *LCE* e o *PCE*, mas fica abaixo da *LCA*.

Devido a pressão própria, a água irá até o ponto G escorvando-se o trecho G-E-F por meio de bomba, o encanamento funcionará como um sifão.

- **No caso da Entrada de Ar Techo G-E-F, tal que Pressão em P = Patm**

Escoamento cessará completamente (até escorvar novamente o sifão);

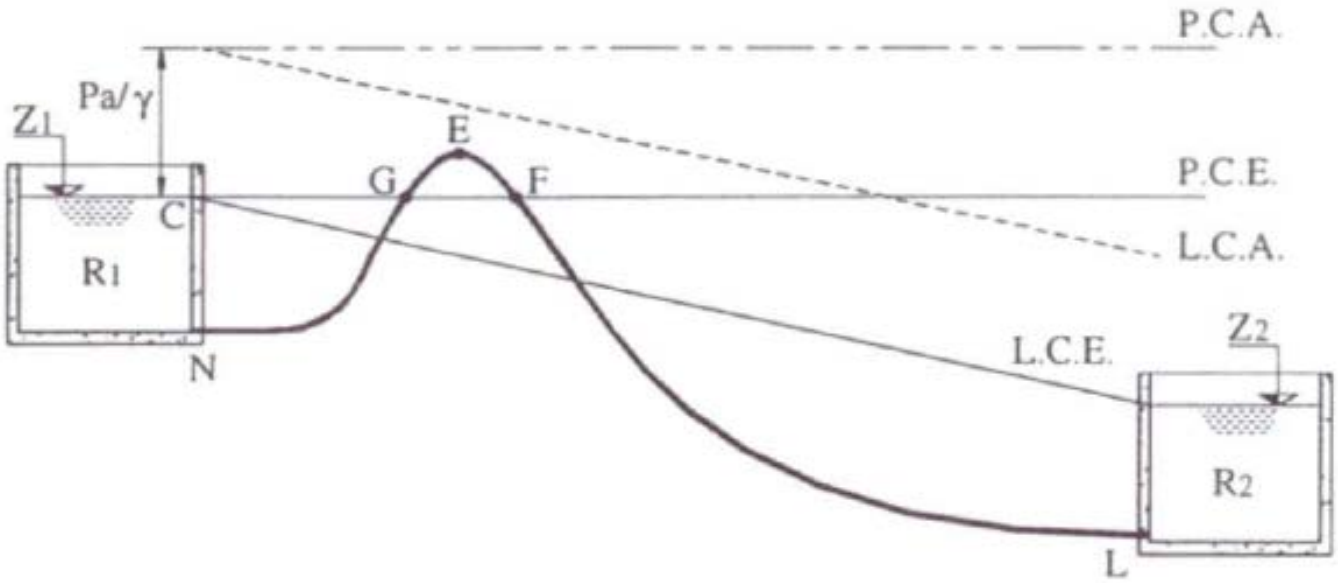


Figura: Adutora por gravidade – Traçado 3

TRAÇADO 4

Traçado 4: Canalização corta a *LCE* e *LCA*, mas fica abaixo do *PCE*.

Situação semelhante ao do traçado 2, mas a vazão aduzida será inferior.

A ***LCE*** torna-se **C-P** no trecho N-P e X-D no trecho P-L.
O trecho P-X funcionará como conduto livre, só adquirindo pressão no ponto X.

Solução: Instalar caixa de passagem no ponto alto - dimensionar a adutora com dois trechos distintos (N-P e P-L) com Diâmetros diferentes.

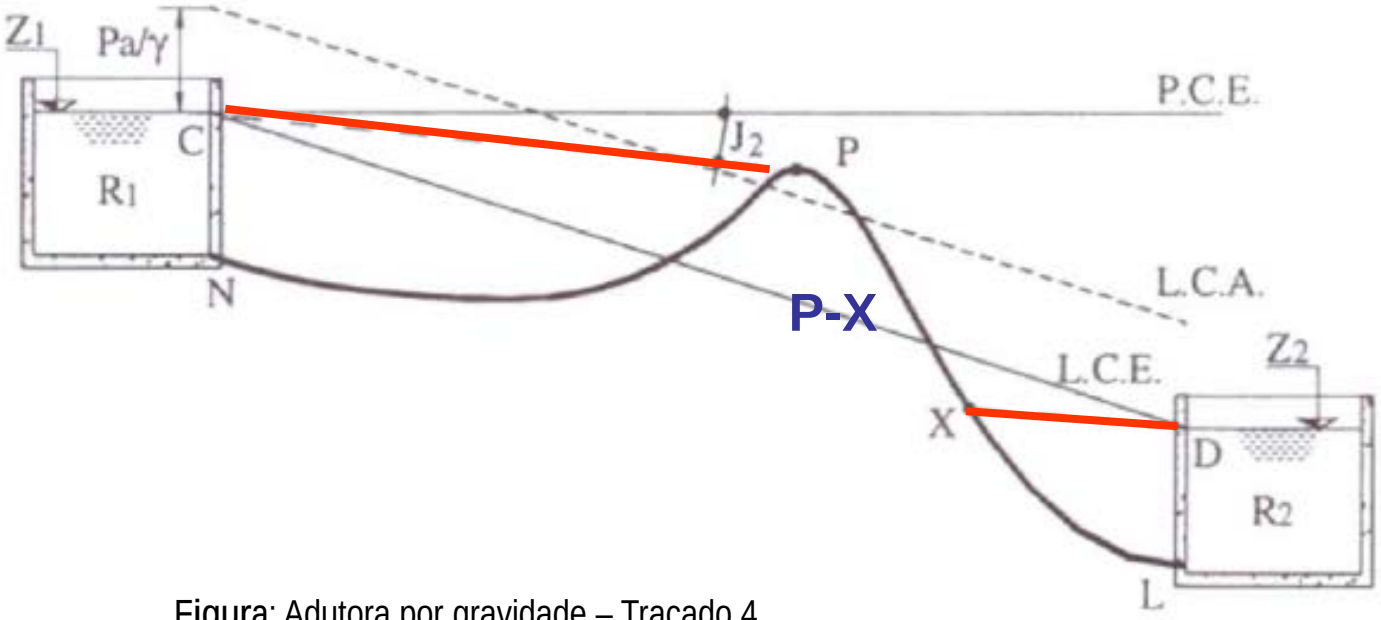
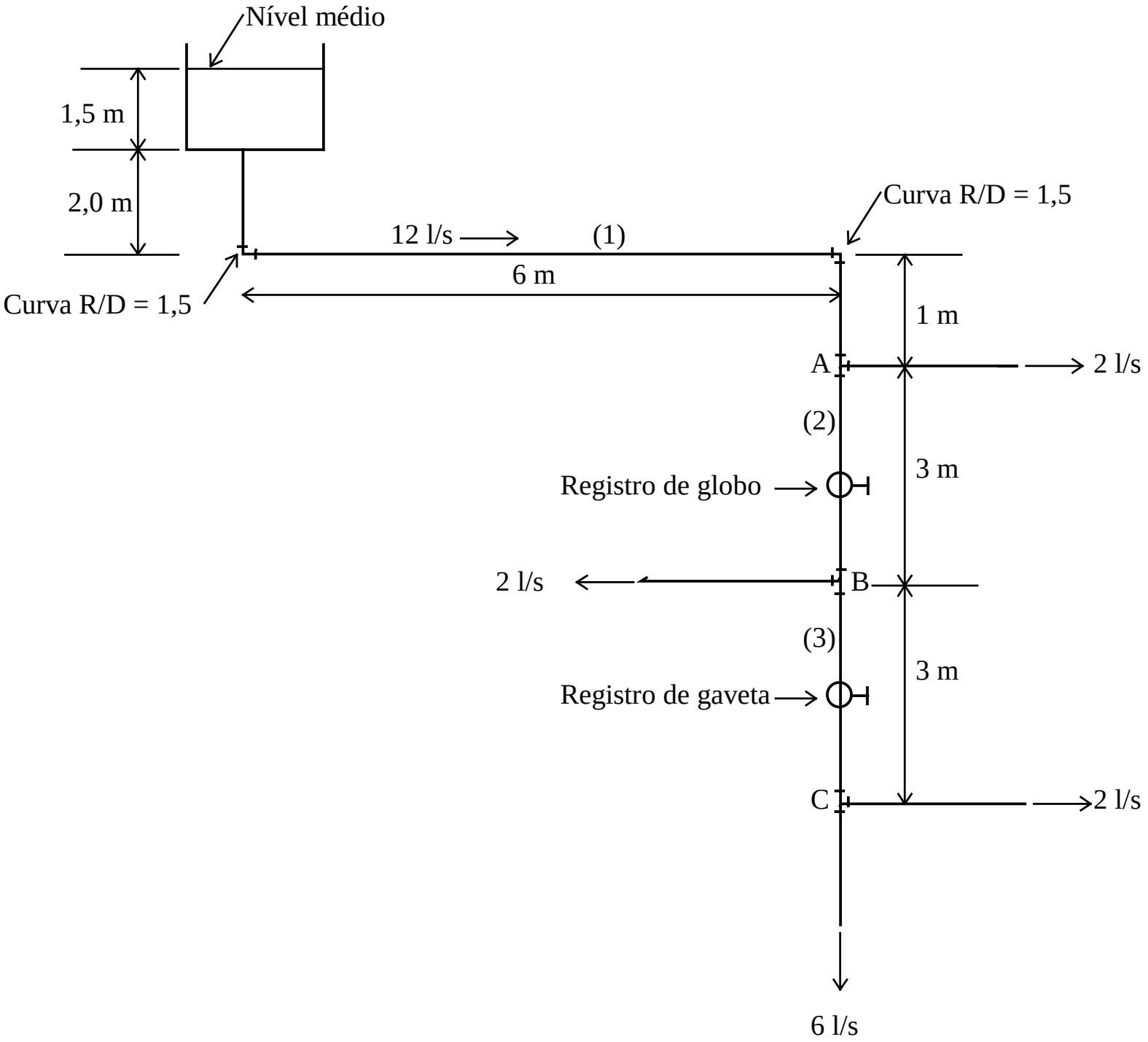


Figura: Adutora por gravidade – Traçado 4

1º Exercício prático de Hidráulica dos Condutos Forçados(SHS - 409)

- Assunto : Instalações Hidráulico-Sanitárias
-
- Numa coluna de distribuição de água em um edifício tem-se uma parte da coluna, como mostra a figura, a ser dimensionada. O critério de dimensionamento impõe uma carga mínima de pressão dinâmica de 4 m.c.a. nos pontos de derivação A, B e C (pontos de alimentação para os apartamentos).
- Sendo aço galvanizado novo o material das tubulações, para as vazões mostradas e usando a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao determine:
- os diâmetros dos trechos 1, 2 e 3.
- verifique se as velocidades médias nos trechos especificados satisfazem as condições de velocidades máximas permitida pela norma NBRB-5626/82 com D em metros e $V_{max} \leq 2{,}50$ m/s.
-
- Adote como critérios de projeto o seguinte:
-
- Dividir a instalação em trechos nos quais a vazão tem um certo valor constante.
- Em cada trecho, no cálculo do comprimento virtual, incluir todas as peças existentes menos a última que será contada no trecho seguinte de jusante.
- Nos pontos de mudança de diâmetro ao se determinar o comprimento virtual do trecho de jusante incluir a peça de transição (cotovelo, curva ou tê) tomada com o comprimento equivalente correspondente ao trecho de montante (maior diâmetro), pois a tabela de comprimentos não apresenta valores dos comprimentos equivalentes das peças de redução (luva ou nipple).


Nível médio
1,5 m
2,0 m
Curva R/D = 1,5
12 l/s
(1)
6 m
Curva R/D = 1,5
1 m
A
2 l/s
(2)
Registro de globo
3 m
2 l/s
B
(3)
Registro de gaveta
3 m
C
2 l/s
6 l/s

- **Assunto: Pré-dimensionamento de tubulações, no projeto de água fria, em instalações hidráulico-sanitárias, conforme NBR – 5626 / 1982**
-
- A norma para projetos de distribuição de água fria em prédios de apartamentos, recomenda que a máxima velocidade, em cada trecho da instalação, seja igual a $V_{max} = 14\sqrt{D}$ ou $V_{max} = 2{,}50$ m/s, prevalecendo o menor valor, onde V_{max} (m/s) e D (m).
- As tabelas a seguir servirão para o pré-dimensionamento dos diâmetros em cada trecho, a partir da vazão especificada no projeto.

MATERIAL P.V.C – Soldável – Classe 15

DIÂMETRO NOMINAL (POL)	(MM)	DIÂMETRO EXTERNO (MM)	DIÂMETRO INTERNO (MM)	Vmax = 14 √ D (m/s)	Vmax (m/s)	Qmax = Vmax*Área (L/s)
¾	20	25	21,6	2,06	2,06	0,75
1	25	32	27,8	2,33	2,33	1,41
1 ¼	32	40	35,2	2,63	2,50	2,43
1 ½	40	50	44,0	2,94	2,50	3,80
2	50	60	53,4	3,24	2,50	5,60
2 ½	60	75	66,6	3,61	2,50	8,71
3	75	85	75,6	3,85	2,50	11,22
4	100	110	97,8	4,38	2,50	18,78

MATERIAL AÇO GALVANIZADO – Classe leve (L)

DIÂMETRO NOMINAL (POL)	(MM)	DIÂMETRO INTERNO (MM)	Vmax = 14 √ D (m/s)	Vmax (m/s)	Qmax = Vmax*Área (L/s)
¾	20	22,3	2,09	2,09	0,82
1	25	28	2,34	2,34	1,44
1 ¼	32	37	2,69	2,50	2,69
1 ½	40	42	2,87	2,50	3,46
2	50	54	3,25	2,50	5,73
2 ½	65	69	3,68	2,50	9,35
3	80	82	4,00	2,50	13,20
3 ½	90	94,4	4,30	2,50	17,50
4	100	106,5	4,48	2,50	22,27

SHS-409 – Hidráulica dos Condutos Forçados

Perdas de Carga Localizadas

Material: Assunto: Instalações Hidráulico-Sanitárias Equação: Fair-Whipple - Hsiao

Trecho	Vazão de Projeto (l/s)	Diâmetro (Pol.)	Comprimento (m)			Perda Unitária J (m/m)	Perda Total (m)	Cotas Piezométricas		Cota Geom. (m)	Carga de Pressão Disp. (m.c.a.)	V (m/s)	Observações
			Real	Equival.	Total			Montante (m)	Jusante (m)				

- Obrigada!