

# Sistemas Circulatórios

[4]

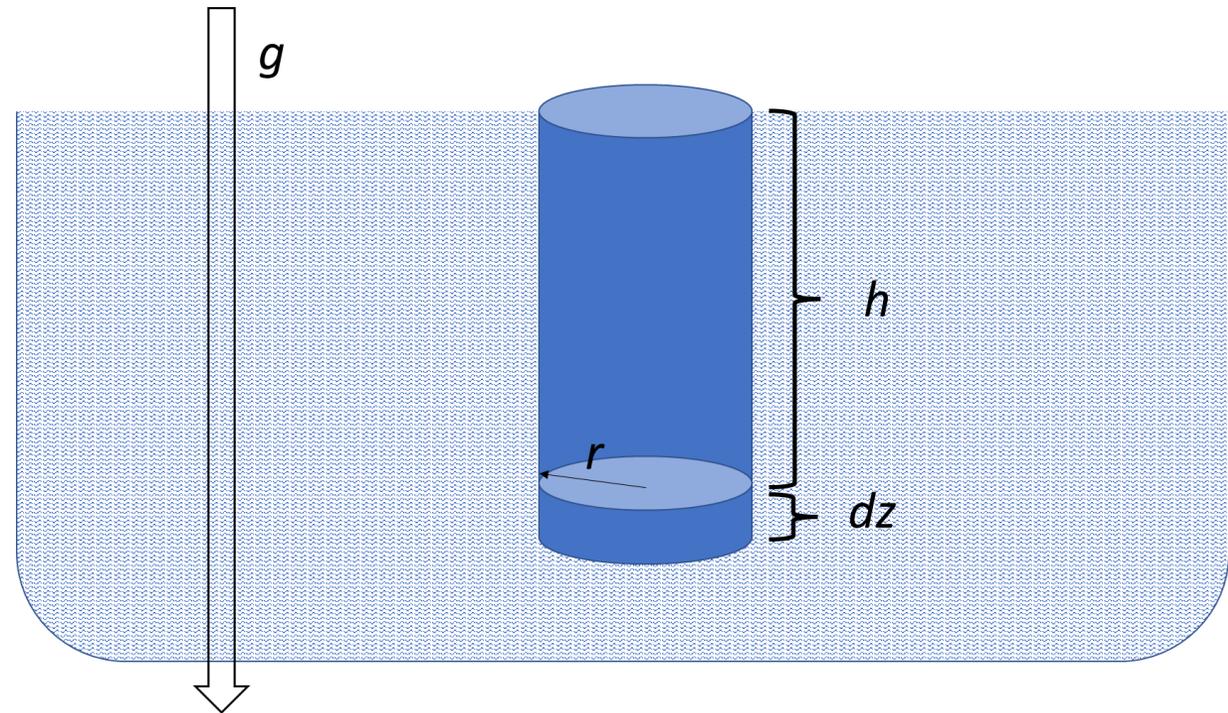
# Assuntos

- Hidrostática e balanço hídrico no capilar
- Pressão e fluxo: hidrodinâmica básica
- Pressão ao longo do sistema

# Hidrostática

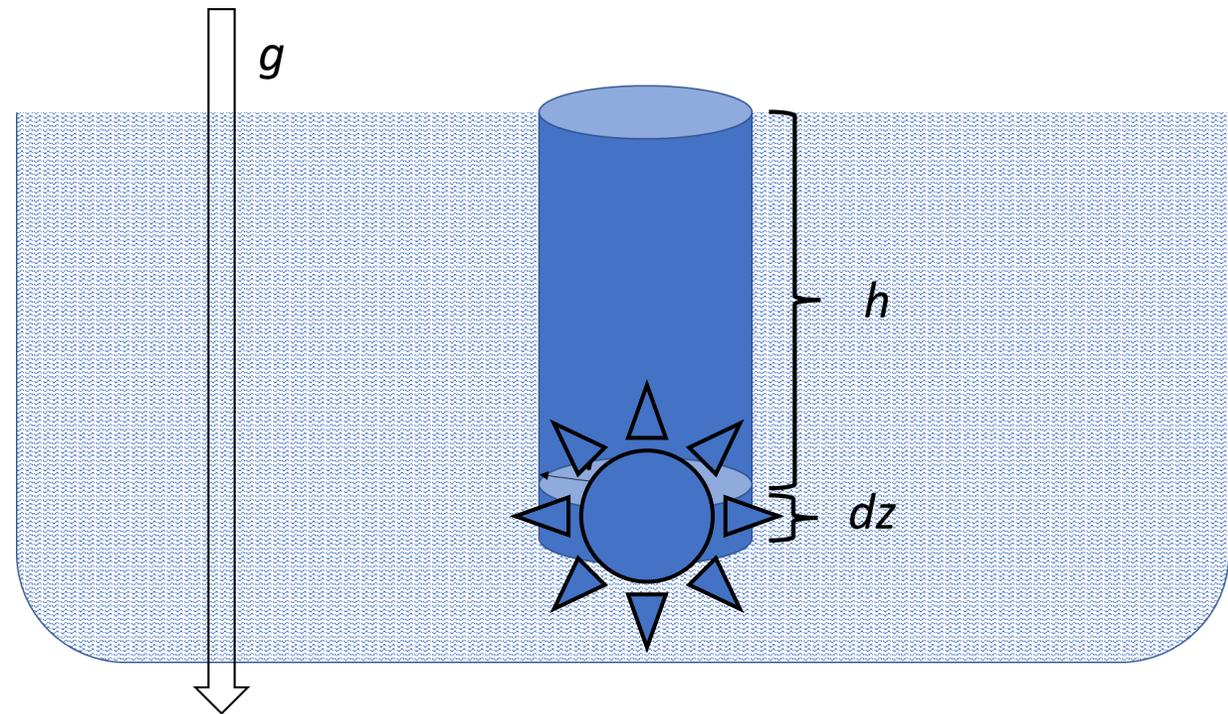
# Hidrostática

- A pressão em uma coluna hídrica depende da densidade do líquido e da altura da coluna



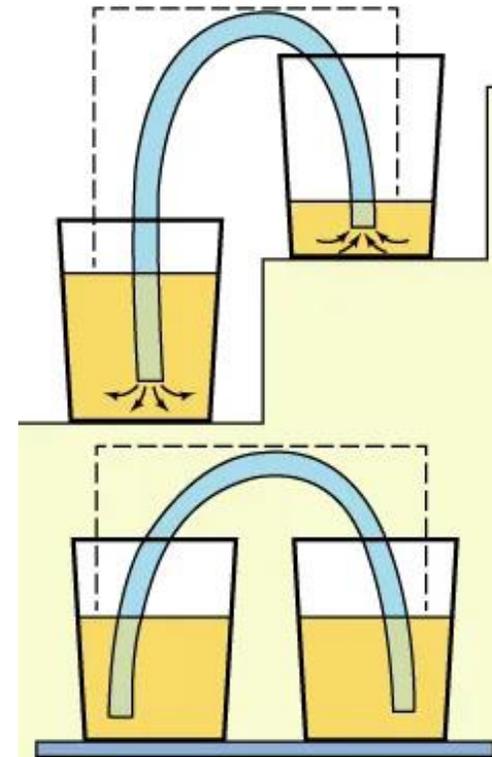
# Hidrostática

- Se a pressão é a mesma para todos os lados de um determinado ponto, e decorrente da massa de fluido acima, esta pressão não causa fluxo → hidroSTÁTICA



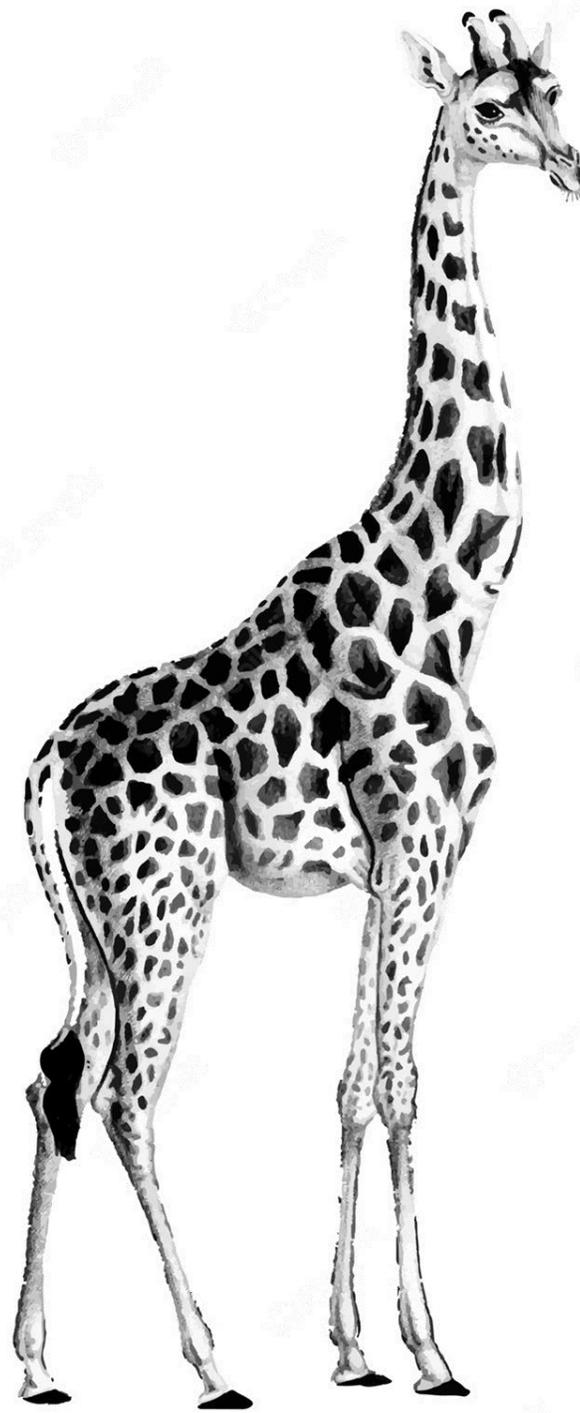
# O efeito sifão

A energia potencial gravitacional de um lado de um sifão é igual à do outro lado. Assim, não há necessidade de se colocar energia para o deslocamento do líquido (a não ser a energia para vencer fenômenos dissipadores como a viscosidade).



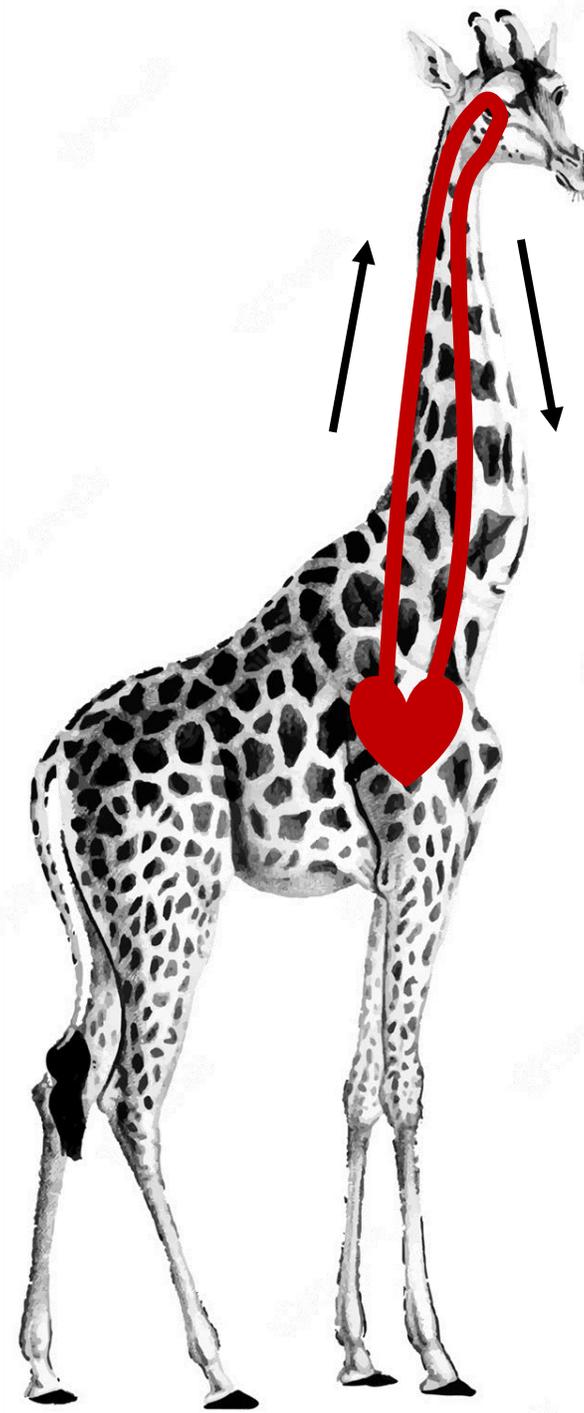
# O efeito sifão

A energia potencial gravitacional de um lado de um sifão é igual à do outro lado. Assim, não há necessidade de se colocar energia para o deslocamento do líquido (a não ser a energia para vencer fenômenos dissipadores como a viscosidade).



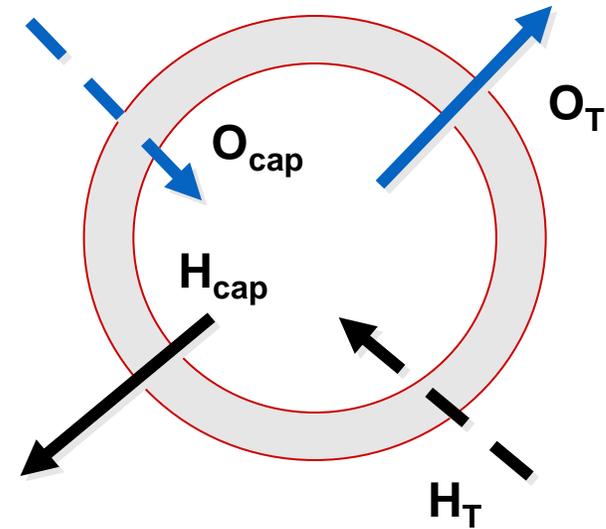
# O efeito sifão

A energia potencial gravitacional de um lado de um sifão é igual à do outro lado. Assim, não há necessidade de se colocar energia para o deslocamento do líquido (a não ser a energia para vencer fenômenos dissipadores como a viscosidade).



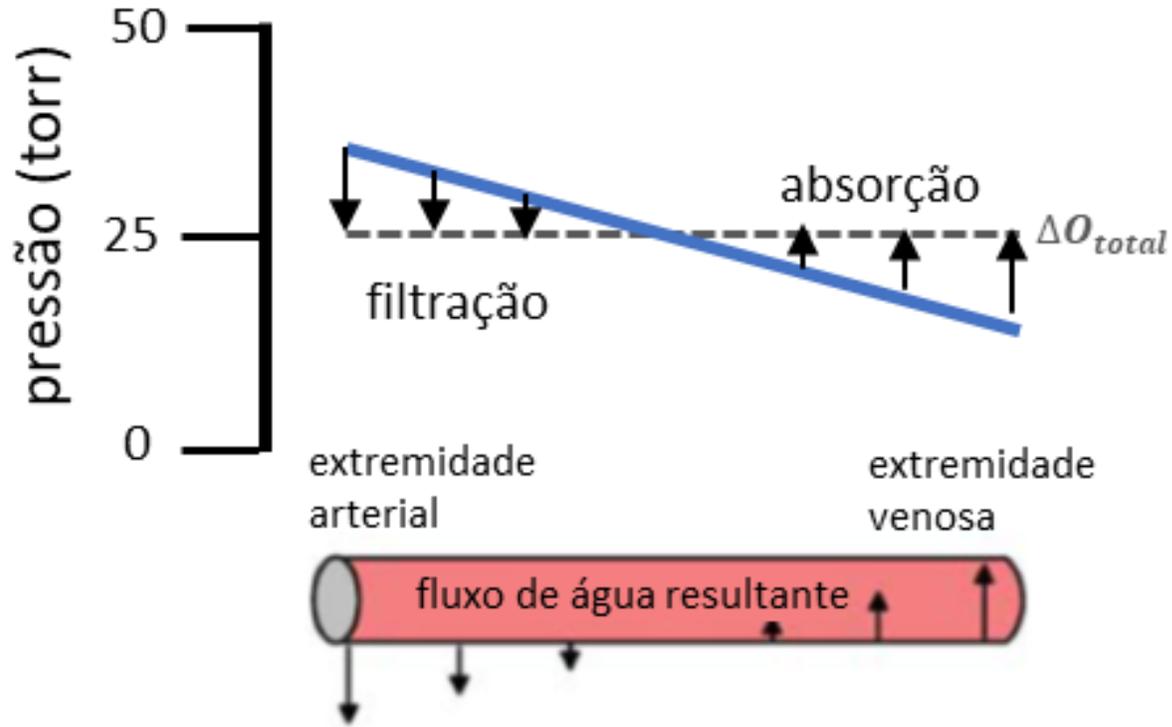
## Balanço hídrico no capilar

$$J_{H_2O} = k_{H_2O} \cdot A \cdot \left[ \Delta h - \sum \sigma_i \cdot \Delta O_i \right]$$

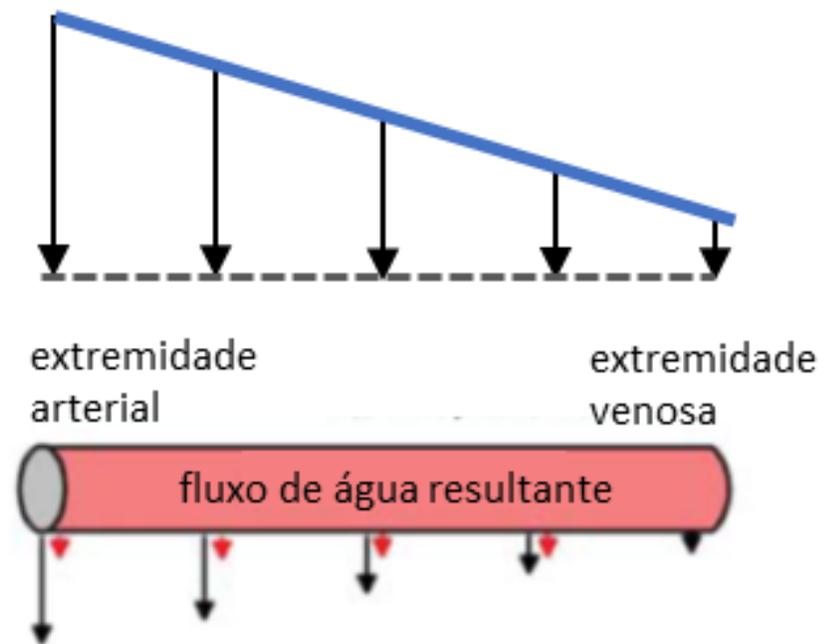


# Balço hídrico no capilar

modelo de Starling



resultados experimentais recentes

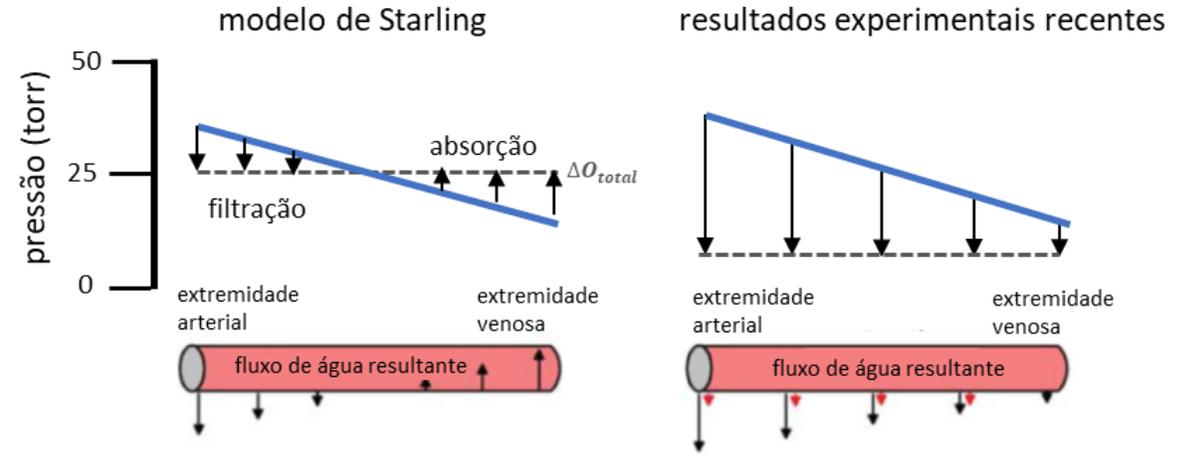


# Balanço hídrico no capilar

## A sobra de água

uma vez que há saída de água do capilar, o que ocorre?

turgor cutâneo ←



A água que migra para fora dos vasos sanguíneos cria uma pressão hídrica nos tecidos, ou seja, o fluido intersticial é mantido sob pressão. Esta pressão hídrica mantém todos os órgãos ligeiramente tensionados. Na pele, tal tensionamento é o chamado turgor cutâneo, que é o leve estiramento presente na pele.

## Balanço hídrico no capilar

## Rugas de imersão

A pele é muito pouco permeável à água. As perdas cutâneas de água se dão pela sudorese, através de estruturas especializadas, as glândulas sudoríparas. Portanto, a formação das rugas-de-imersão não pode estar relacionada à passagem de água do meio externo para a pele, ou da pele para o meio externo, pois, se assim fosse, esperaríamos efeitos opostos na imersão em água doce e na imersão em água do mar.

## Balanço hídrico no capilar

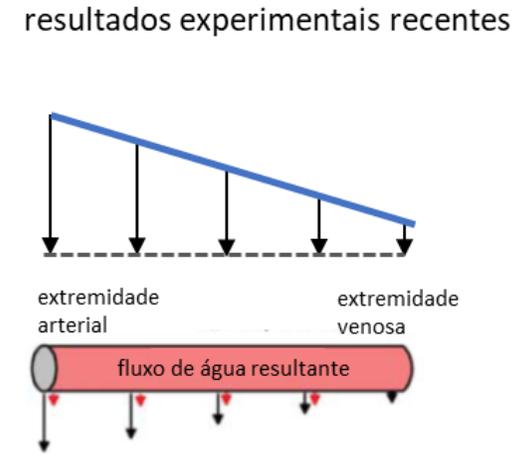
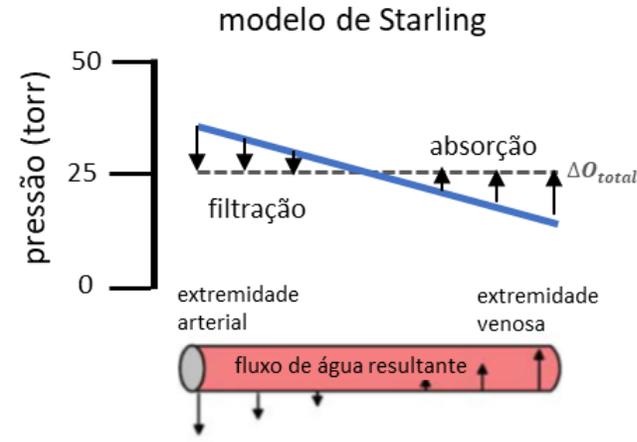
### Rugas de imersão

Mãos ou dedos desnervados não apresentam o fenômeno das rugas-de-imersão. Mais recentemente, se evidenciou que a presença de água junto à pele causa uma alteração de osmolaridade nos canais das glândulas sudoríparas e que esta alteração é sinalizada, por vias neurais, ao sistema nervoso autônomo, desencadeando uma reação simpática de vasoconstrição local, com concomitante diminuição da pressão hídrica capilar.

# Balço hídrico no capilar

## A sobra de água

uma vez que há saída de água do capilar, o que ocorre?

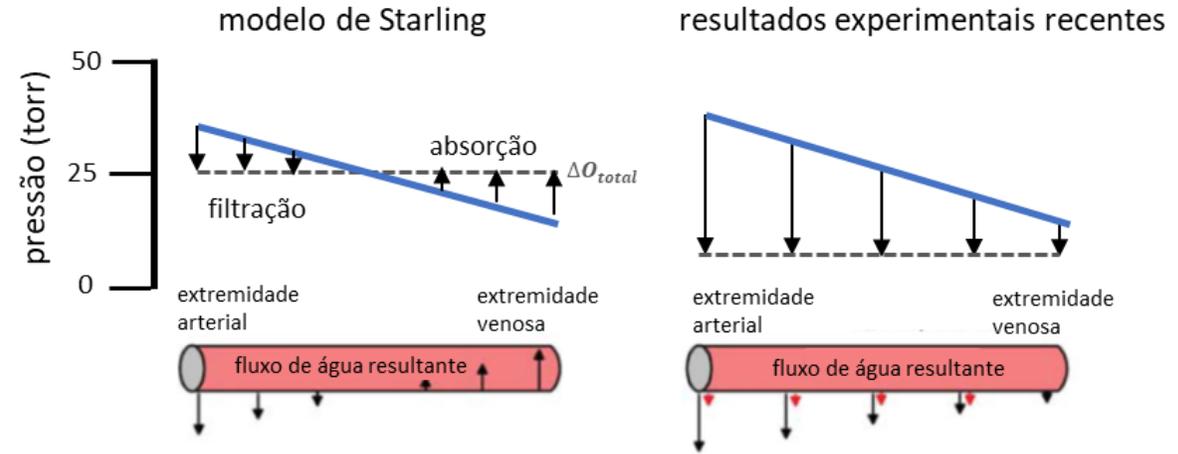


# Balanço hídrico no capilar

## A sobra de água

uma vez que há saída de água do capilar, o que ocorre?

turgor cutâneo ←



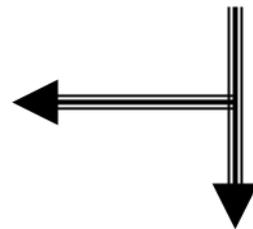
Contudo, o turgor cutâneo está presente e ainda assim o balanço de forças no capilar não zera (ver resultado experimental anteriormente apresentado). Portanto, há saída de água mas não há formação de edema. Para onde vai essa água?

# Balanço hídrico no capilar

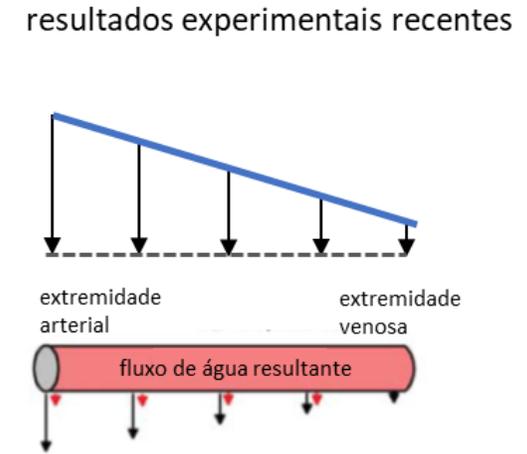
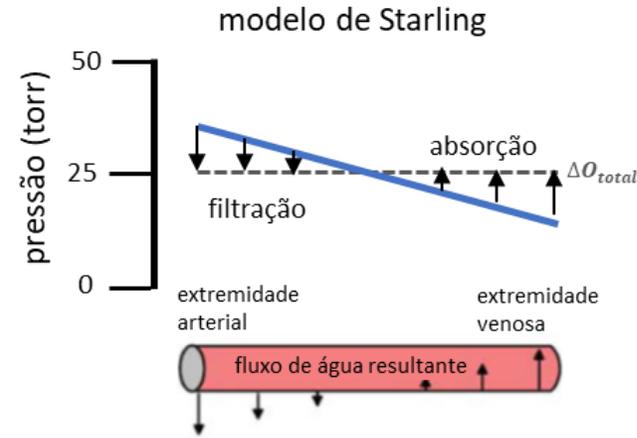
A sobra de água

uma vez que há saída de água do capilar, o que ocorre?

turgor cutâneo



retorna pelo sistema linfático



# Hidrodinâmica

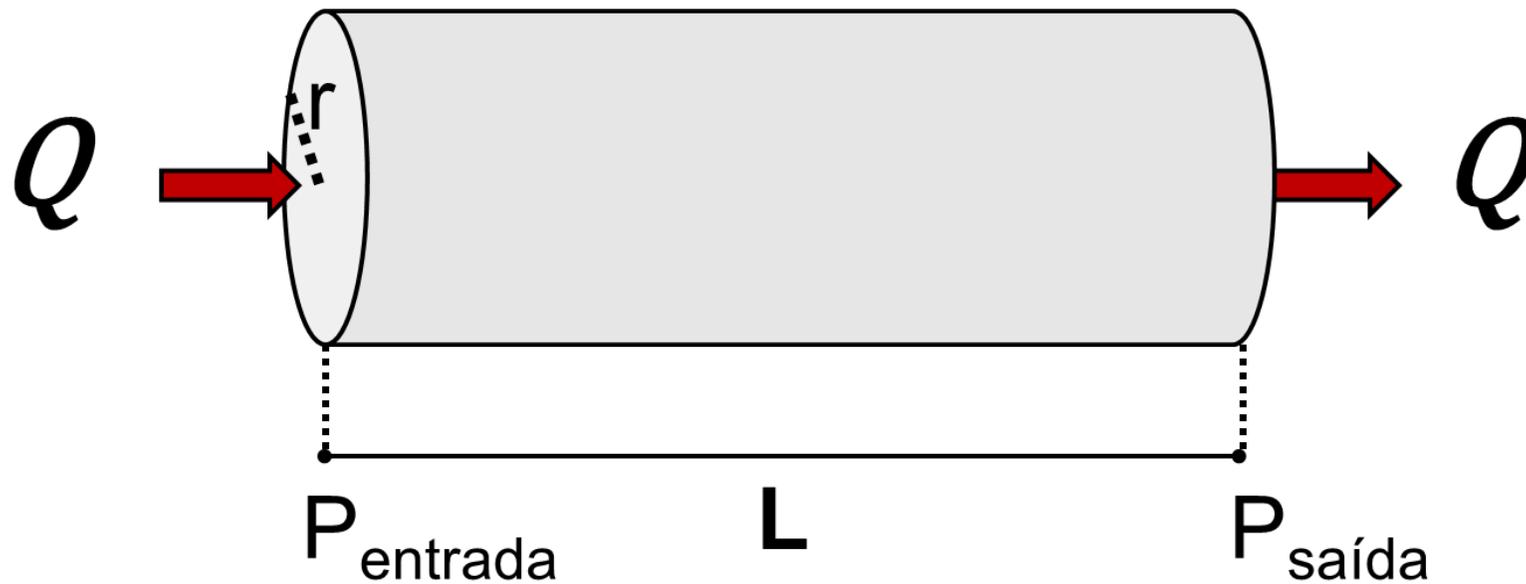
# Hidrodinâmica

Como concluimos, o papel do coração é o de colocar pressão no sistema. Por outro lado, os órgãos e tecidos têm suas necessidades supridas pelo débito cardíaco, que é um fluxo.

Ou seja, as células necessitam de fluxo, mas o coração fornece pressão.

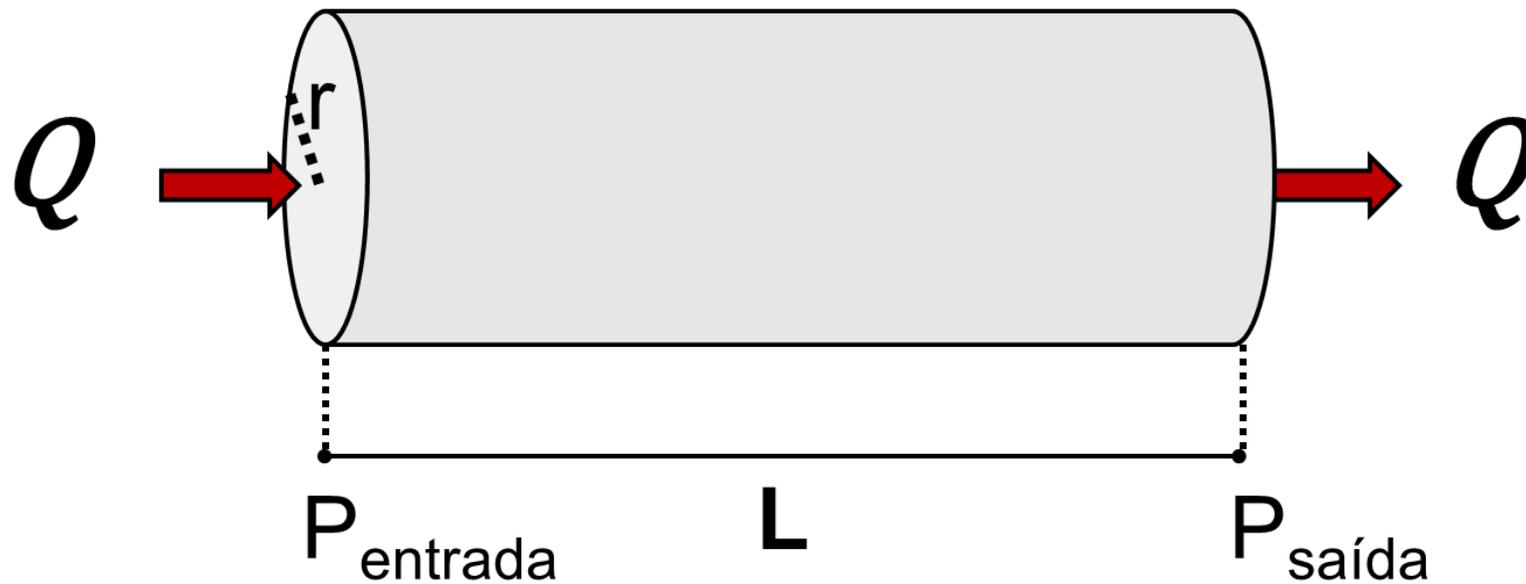
Como esta pressão se relaciona, então, ao fluxo necessário?

# A equação de Hagen-Poiseuille



# A equação de Hagen-Poiseuille

$$Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot \mu \cdot L} \cdot \Delta P$$



# A equação de Hagen-Poiseuille

$$Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot \mu \cdot L} \cdot \Delta P$$

Suponha que uma arteríola sofra uma vasodilatação e aumente em 10% o seu raio. qual o impacto disso sobre o fluxo local?

# Vasoconstrição e vasodilatação: como ocorrem?

**Vasoconstrição**

**Vasodilatação**

# Vasoconstrição e vasodilatação: como ocorrem?

## **Vasoconstrição**

- Aumento de tônus da musculatura é necessária E suficiente

## **Vasodilatação**

# Vasoconstrição e vasodilatação: como ocorrem?

## **Vasoconstrição**

- Aumento de tônus da musculatura é necessária E suficiente

## **Vasodilatação**

- Diminuição do tônus da musculatura lisa é necessária

# Vasoconstrição e vasodilatação: como ocorrem?

## **Vasoconstrição**

- Aumento de tônus da musculatura é necessária E suficiente

## **Vasodilatação**

- Diminuição do tônus da musculatura lisa é necessária, porém não é suficiente

# Vasoconstrição e vasodilatação: como ocorrem?

## Vasoconstrição

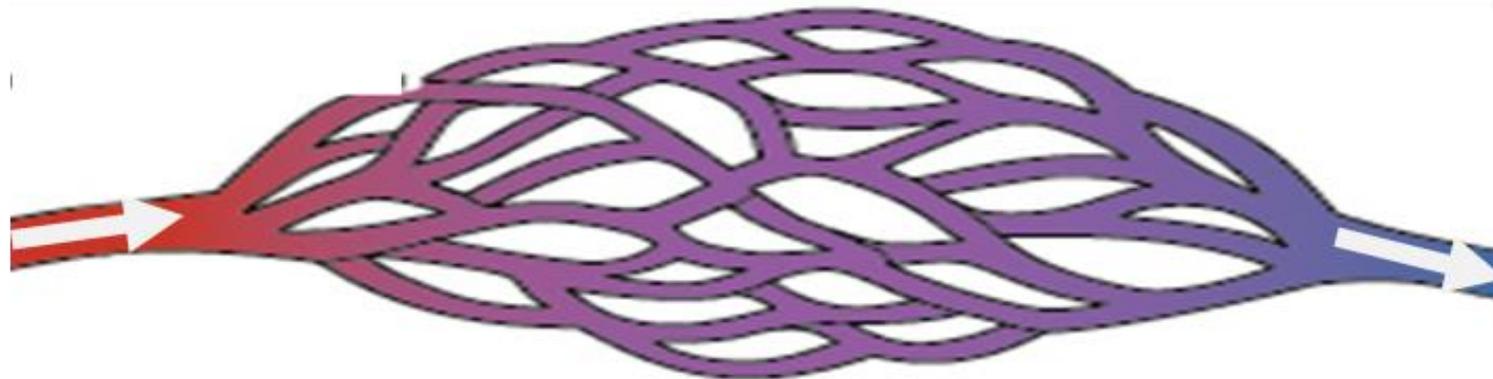
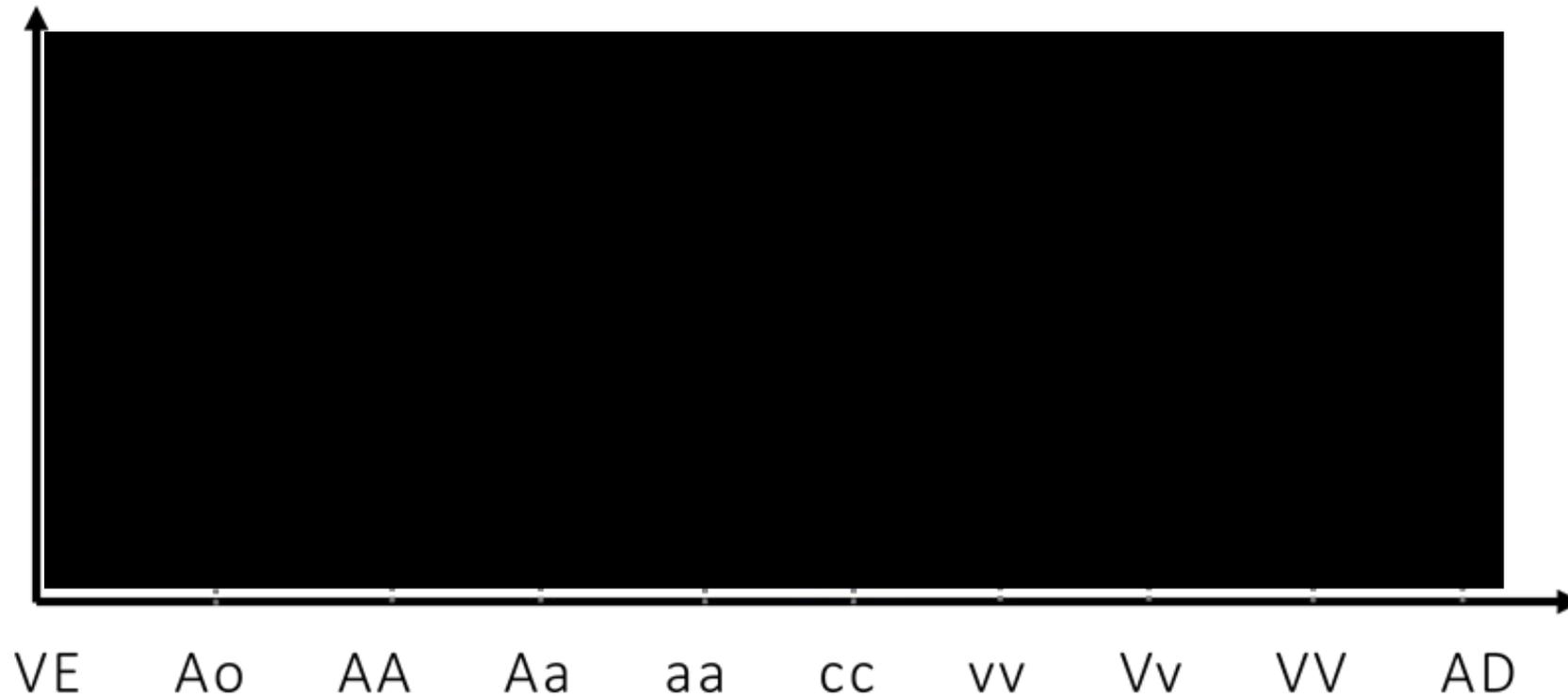
- Aumento de tônus da musculatura é necessária E suficiente

## Vasodilatação

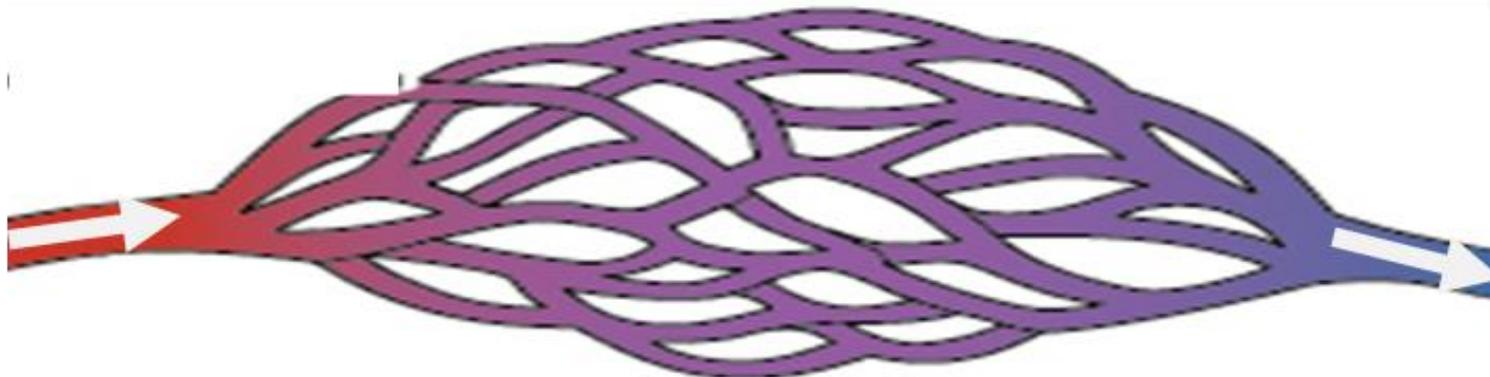
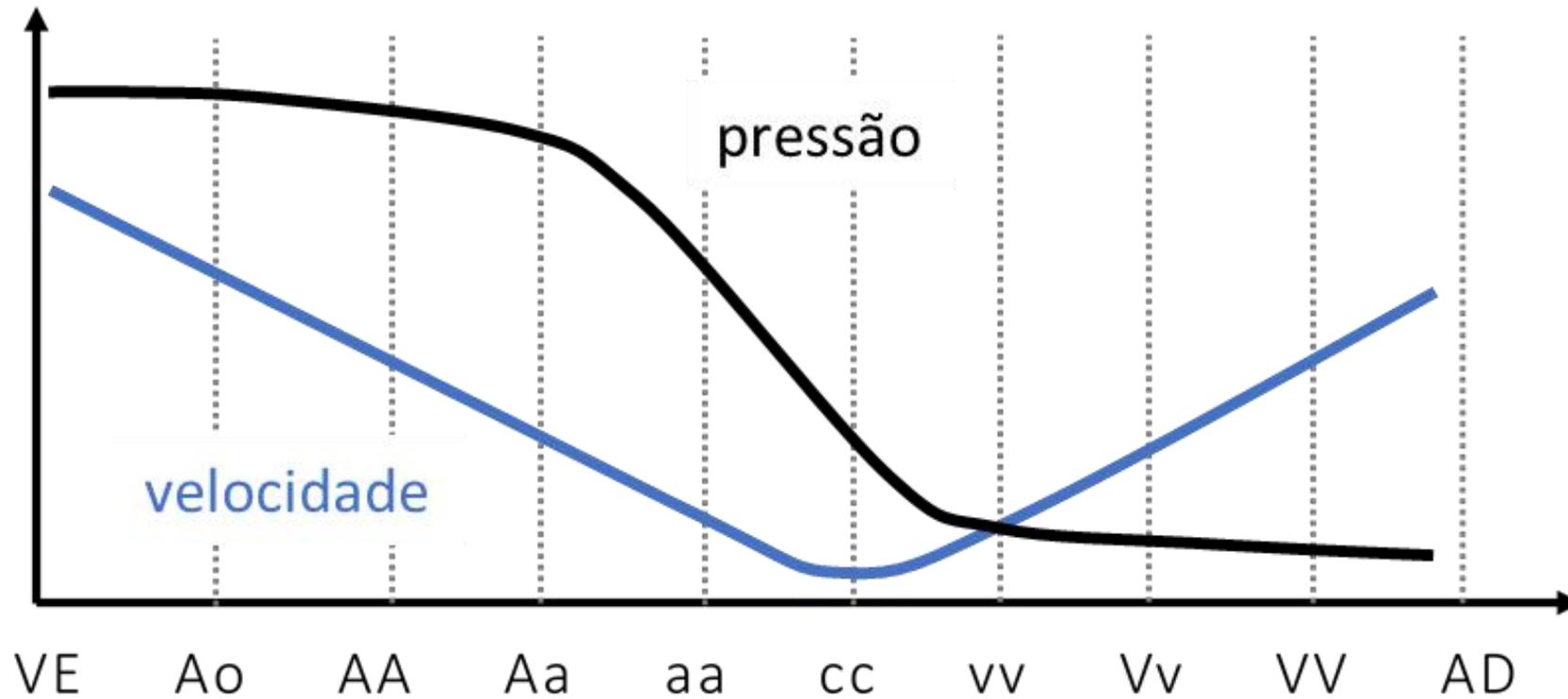
- Diminuição do tônus da musculatura lisa é necessária, porém não é suficiente: **tem que haver pressão dentro do vaso**

Pressão ao longo do sistema

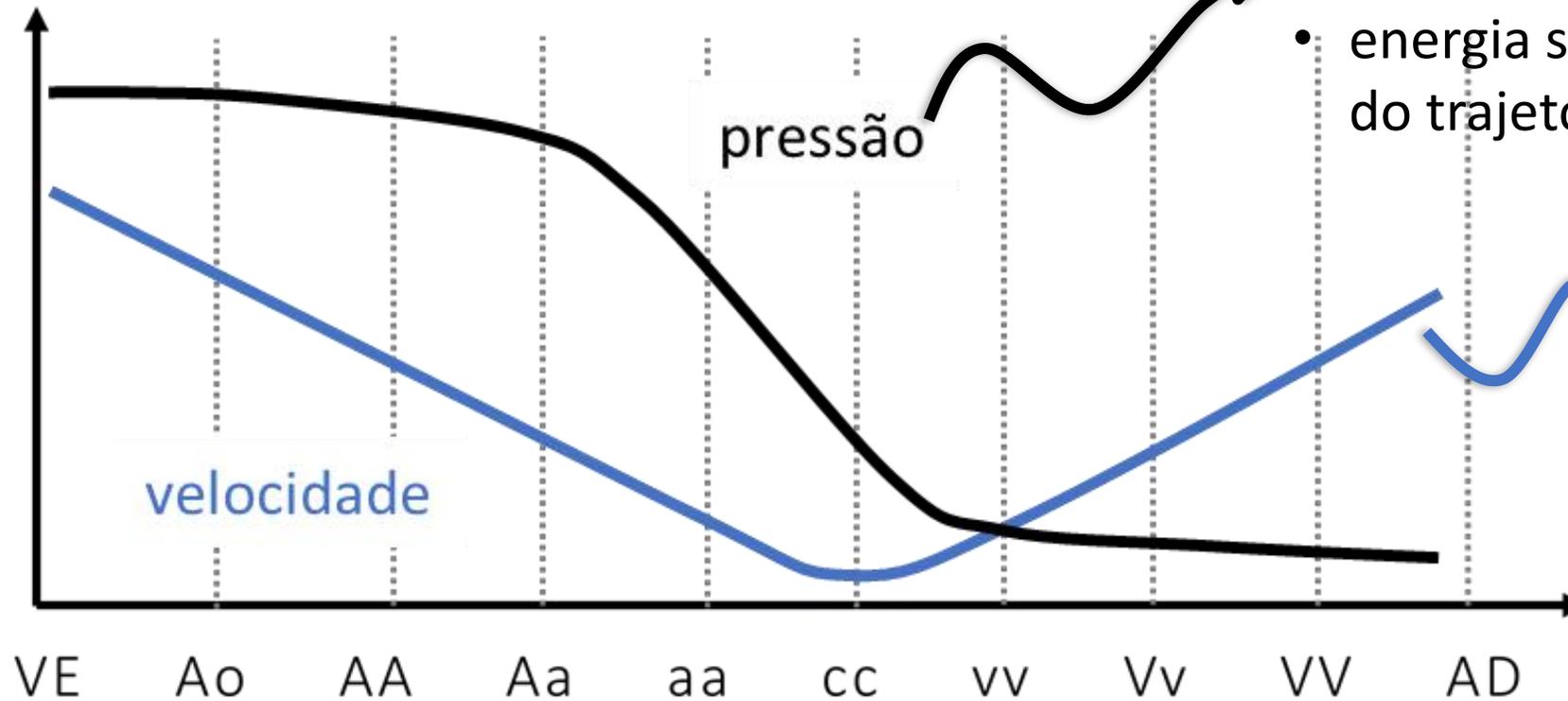
# Pressão ao longo do sistema



# Pressão ao longo do sistema



# Pressão ao longo do sistema



- o coração é o elemento que coloca energia no sistema
- energia se dissipa ao longo do trajeto

a velocidade diz respeito à relação de área

