



Tecnologia para laboratórios.



REOLOGIA NO MUNDO DOS COSMÉTICOS

Isabela Magri

Abertura

No contexto dos cosméticos, um valor isolado de viscosidade é **insuficiente**.

O aspecto mais relevante é compreender como o produto se comporta quando submetido a diferentes condições de movimento (espalhar na pele, bombear, misturar ou envasar).



O que é reologia?

A ciência que estuda como os materiais se deformam e fluem quando uma força é aplicada.

O material escorre ou não escorre?

Ele se deforma facilmente ou resiste ao movimento?

Ele volta ao formato original depois de ser deformado?

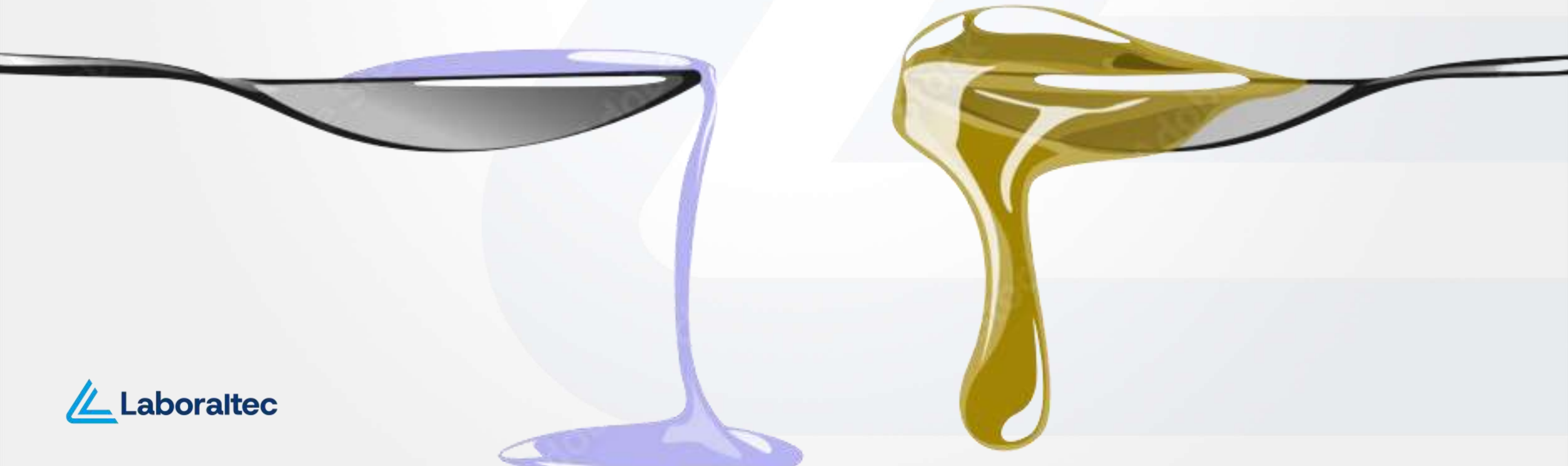
Nos cosméticos:

- apertamos um tubo,
- espalhamos um creme na pele,
- agitamos um produto,
- ou quando ele passa por bombas e tubulações durante o seu processo de fabricação.

Viscosidade

Resistência de um fluido ao escoamento

Líquidos simples (água e mel) possuem a viscosidade constante, porém a maioria dos cosméticos não se comporta assim.



Viscosidade dos Cosméticos

Por que não medir só um ponto de viscosidade?

Um único valor é apenas uma “foto”. O cosmético sofre diferentes forças ao longo do processo e da aplicação — por isso é necessário avaliar o comportamento completo do material.

A viscosidade faz parte da reologia, mas a reologia não pode ser explicada apenas pela viscosidade.

Parâmetros importantes

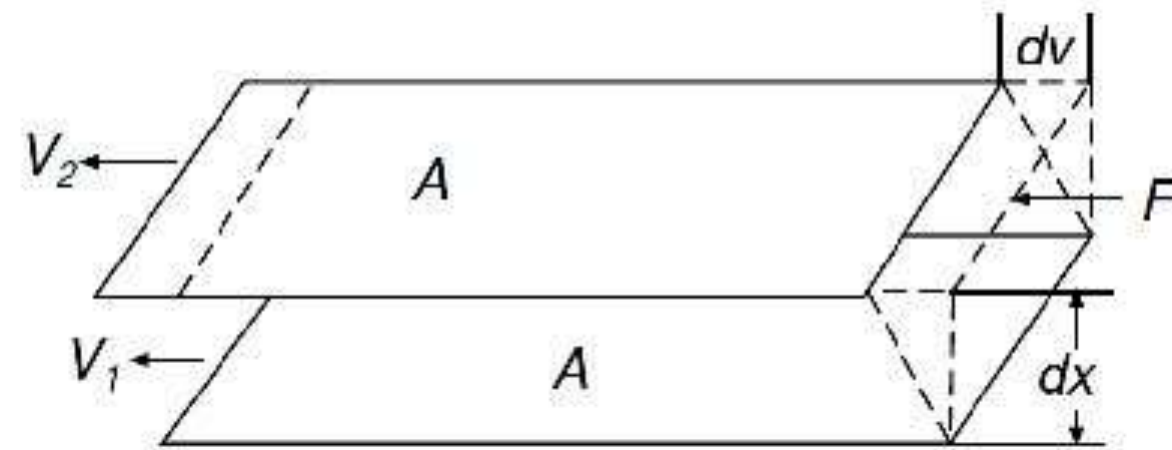
Tensão de cisalhamento (shear stress)

Força por área necessária para provocar o escoamento do material.

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Taxa de cisalhamento (shear rate)

Velocidade com que o material está sendo deformado



$$\gamma' = \frac{\Delta V}{\Delta x} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta x}$$

Tensão limite de escoamento (yield stress)

Força mínima necessária para que um material deixe de se comportar como sólido e comece a fluir como líquido.

Lei da Viscosidade de Newton

$$\tau = \eta \cdot \gamma'$$

τ = tensão de cisalhamento (shear stress)

η = viscosidade

γ' = taxa de cisalhamento (shear rate)

A viscosidade é a constante que relaciona a tensão aplicada com a taxa de deformação do fluido.

Que instrumento mede a viscosidade?

Viscosímetro

Principais tipos de viscosímetros da Brookfield

Linha Digital



DVPlus



DV2Plus



CAP2000+



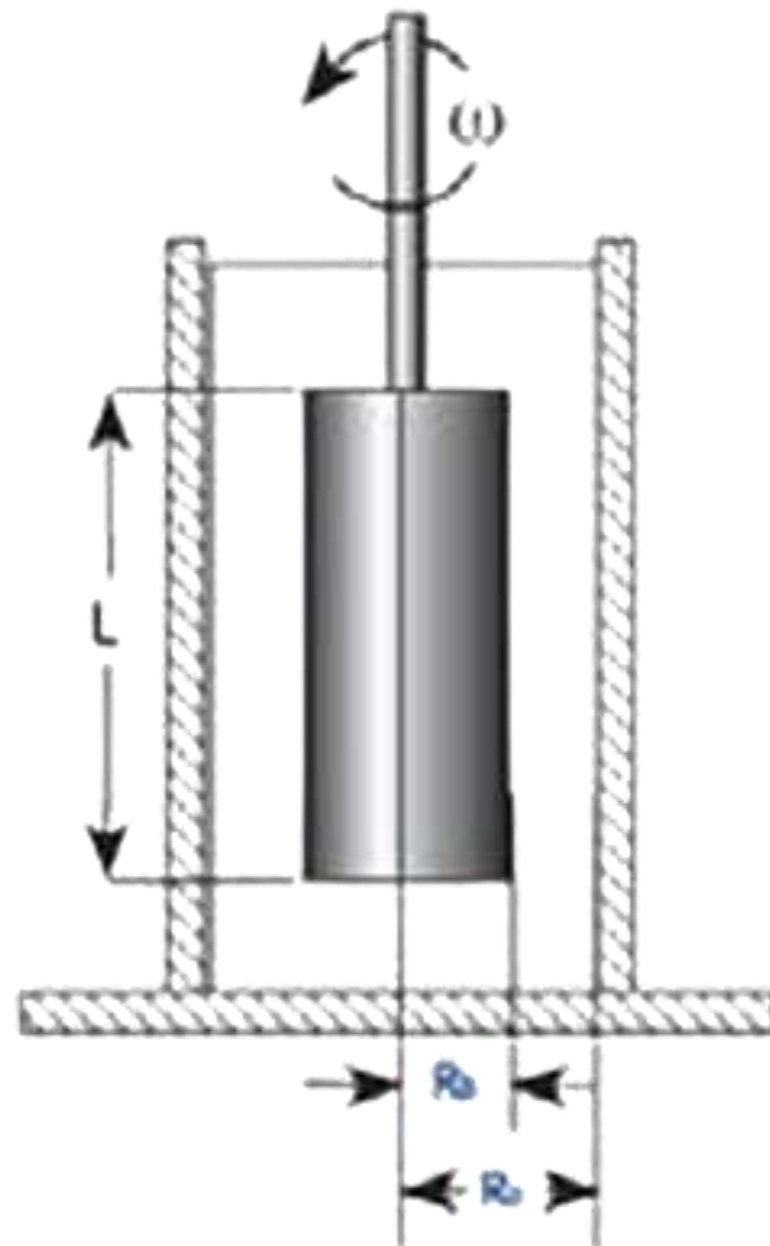
KU-3



Analógico

Conversão de RPM para Taxa de Cisalhamento

Spindle gira no fluido → cria camadas com velocidades diferentes → **gera taxa de cisalhamento (γ')**



Geometria:

R_b = raio do spindle

R_c = raio do recipiente

L = comprimento imerso

Taxa de cisalhamento

$$\gamma' = \frac{\Delta V}{\Delta x} = \frac{2\omega R_c^2 R_b^2}{x^2 (R_c^2 - R_b^2)}$$

Conversão prática

$$\gamma' = K \cdot N$$

N = RPM

K = constante do spindle

Tensão de cisalhamento

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{M}{2\pi R_b^2 L}$$

Viscosidade

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma'}$$

Comportamento dos materiais

Elástico - Viscoso - Viscoelástico



Material elástico



Deforma-se e retorna à forma original
Exemplo: borracha

DEFORMAÇÃO TEMPORÁRIA

Material viscoso

Deforma-se e não retorna a forma original
Exemplo: mel, óleo

DEFORMAÇÃO PERMANENTE



Material viscoelástico

Deforma-se como um líquido, mas mantém parte da estrutura, como um sólido.
Exemplo: *creme cosmético*

- Espalhabilidade;
- Sensação ao toque;
- Estabilidade do produto.



Que instrumento usamos para medir esse comportamento?

Reômetro

Principais tipos de viscosímetros da Brookfield



RSO



RSX SST



RSX CC



RSX CP



DVNext

Como medir o comportamento dos materiais?

Reômetro

Aplica uma **deformação oscilatória**
Mede-se como o material **responde ao movimento**

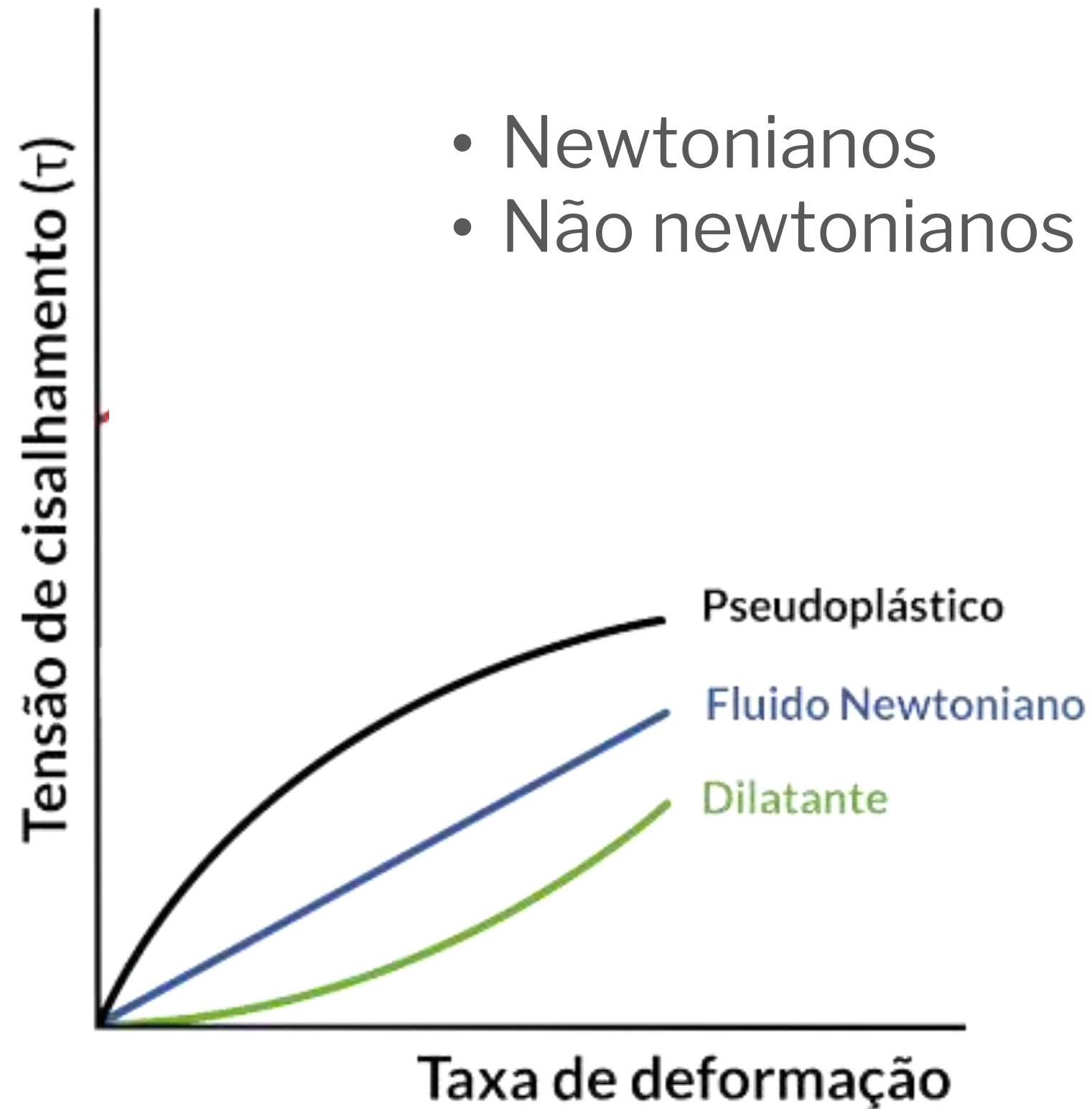
G'

Mede o quanto o material se comporta como **sólido**
Quanto ele **deforma e volta**

G''

Mede o quanto o material se comporta como **líquido**
Quanto ele **deforma e não volta**

Tipos de fluxo



Fluidos newtonianos

Viscosidade constante, independente da força aplicada.

Exemplo prático: Suco de maçã

- Ensaio no DVNNext LV com adaptador ULA-EY
- Viscosidade constante com aumento da rotação
- 4 °C: ~2,5 cP | 25 °C: ~1,4 cP
- Independente do cisalhamento
- Viscosidade ↓ com aumento da temperatura

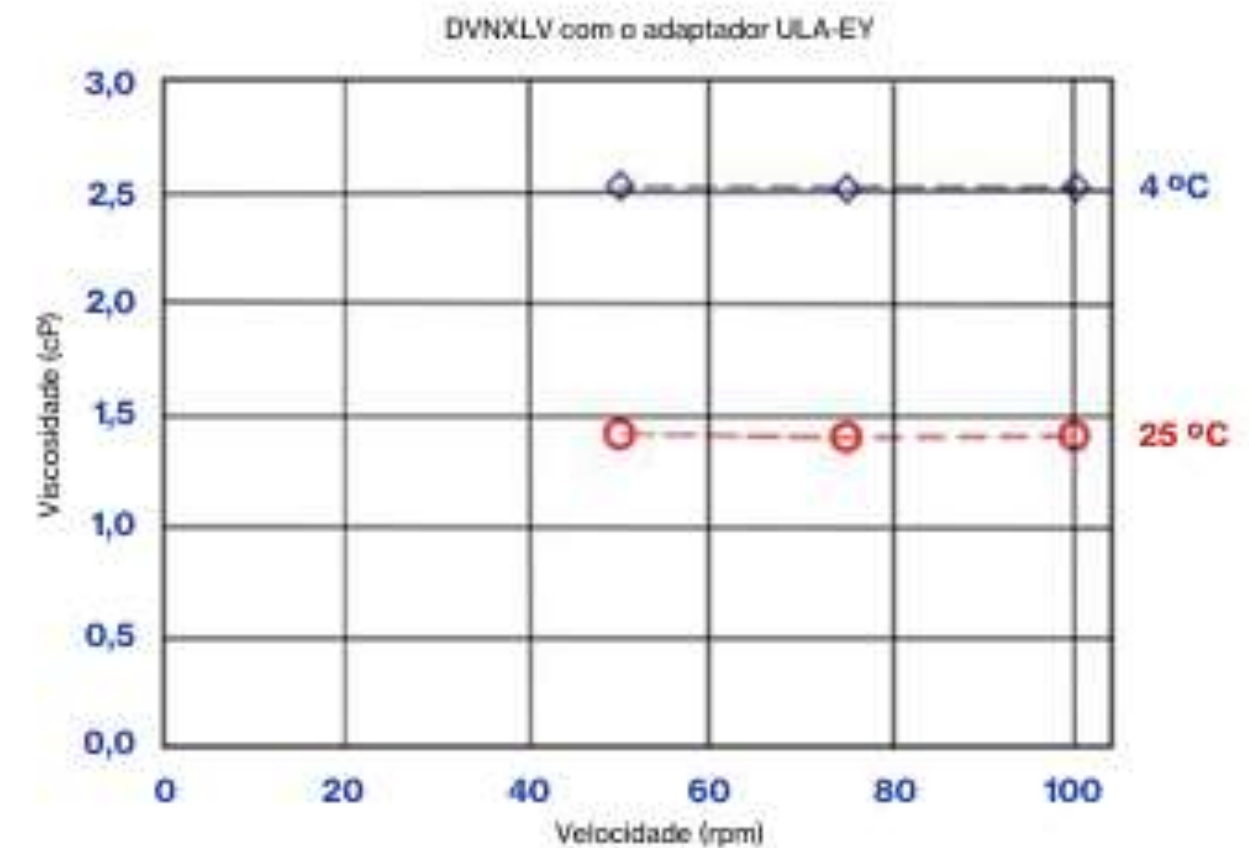


Figura 1

Fluidos não newtonianos

Viscosidade varia com a força aplicada

Tipos de fluidos não newtonianos:

- Pseudoplásticos;
- Dilatantes;
- Tixotrópicos;
- Reopéticos;

Exemplos: *cremes, géis, shampoos, etc.*



Fluidos não-newtonianos

Pseudoplástico (*shear-thinning*)

- Afinamento ao cisalhamento, ou seja, viscosidade diminui com o aumento da força aplicada

Tixotropia

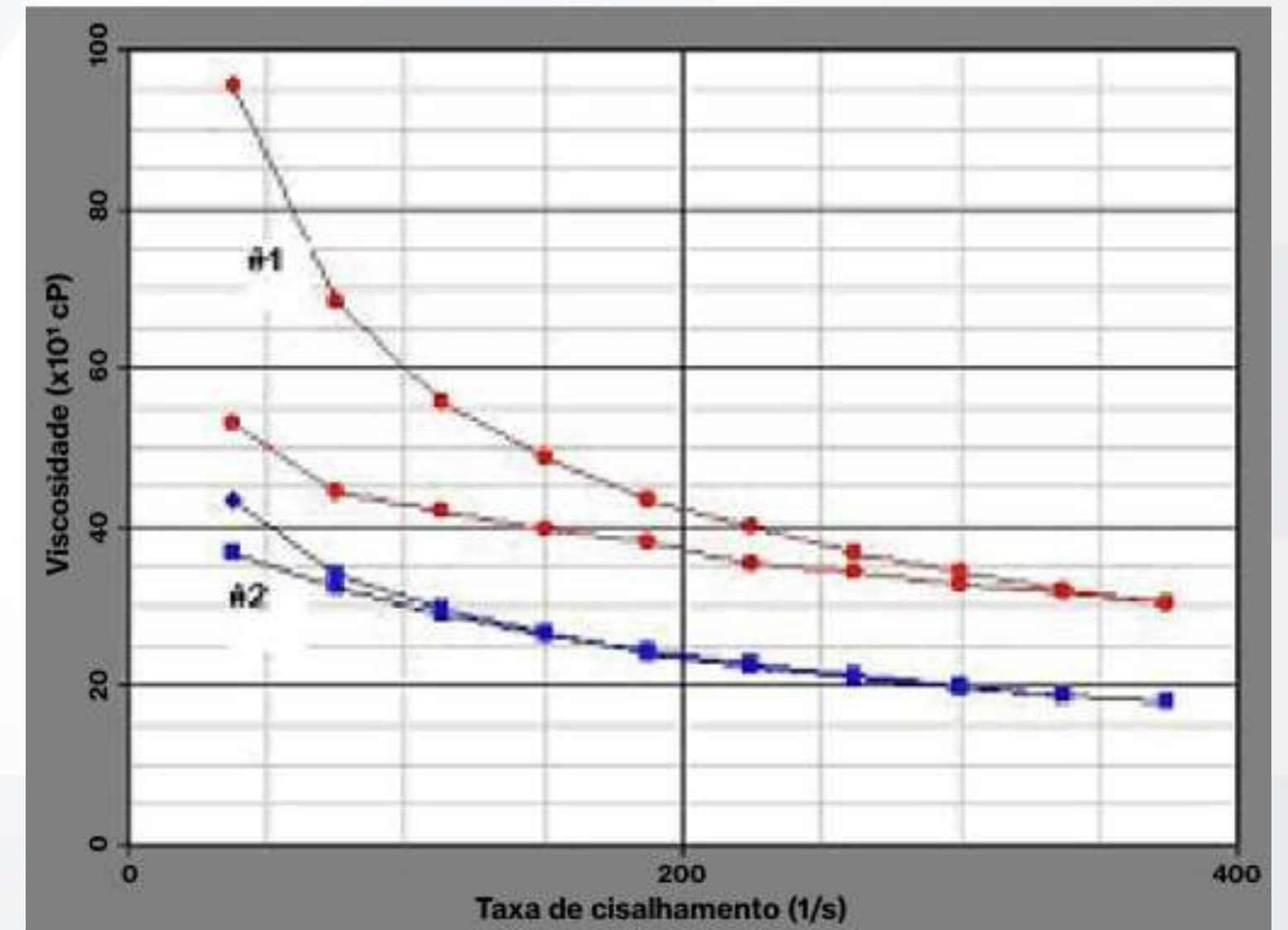
- Quando uma força constante é aplicada, a viscosidade diminui ao longo de um período de tempo.

Todo fluido tixotrópico é pseudoplástico, mas nem todo pseudoplástico é tixotrópico

Exemplo prático

Pomadas farmacêuticas

- Ensaio em reômetro DVNext (cone-placa CPA-40 + TC-550)
- Comportamento pseudoplástico + tixotropia (viscosidade ↓ com cisalhamento)
- Amostra 1: maior queda → estrutura mais sensível (tixotropia)
- Amostra 2: queda gradual → estrutura mais resistente
- Impacto: espalhabilidade e aplicação



Quais fatores influenciam a reologia do fluido?

Temperatura - Cisalhamento - Tempo - Histórico do material

Reologia Aplicada a Cosméticos

A reologia define **como o produto responde à força durante o uso** e isso impacta diretamente o sensorial percebido pelo consumidor.

Impactos na aplicação:

- Espalhabilidade
- Sensação de leveza ou peso
- Pegajosidade
- Absorção percebida
- Toque seco ou cremos



Demonstração

Medição da tensão limite de escoamento (*yield stress*) de máscaras capilares



Análise dos resultados

Amostra 1

- Yield stress: 82 Pa

Amostra 2

- Yield stress: 57,4 Pa

Amostra 1 apresenta maior resistência ao início do fluxo, enquanto a amostra 2 flui mais facilmente sob as mesmas condições de teste.

Conclusão

- Reologia vai além da viscosidade
- Comportamento depende de cisalhamento, tempo e temperatura
- Dois produtos com mesma viscosidade podem se comportar diferente
- Ferramenta estratégica para desenvolvimento, qualidade e sensorial

Entender o comportamento é desenvolver cosméticos melhores.



 **Laboraltec**

DISTRIBUIDOR
AUTORIZADO
LOVIBOND®
e STARNA®

