

Carboidratos – Amido e Açúcares

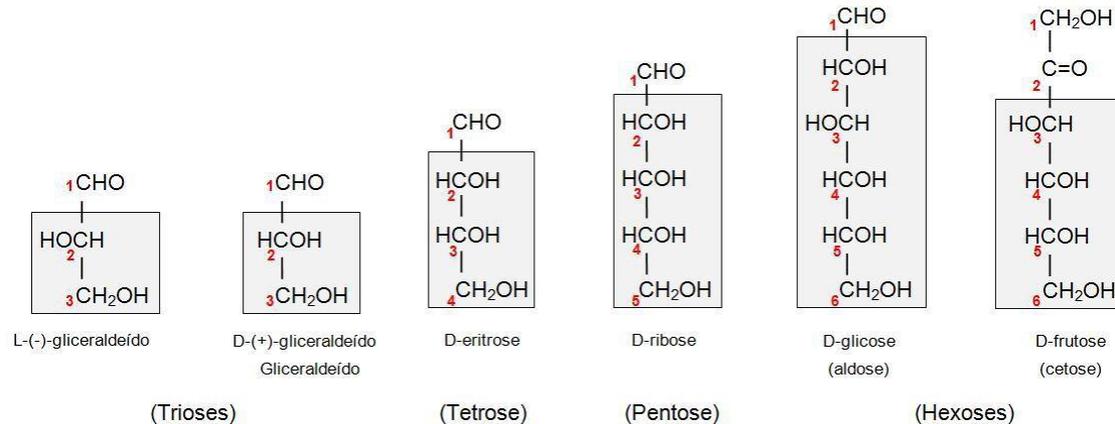


Bromatologia

Carboidratos

Grupo variado de substâncias cuja estrutura básica é formada por C, H, O.

Em sua maioria são polihidroxialdeídos ou polihidroxicetonas.



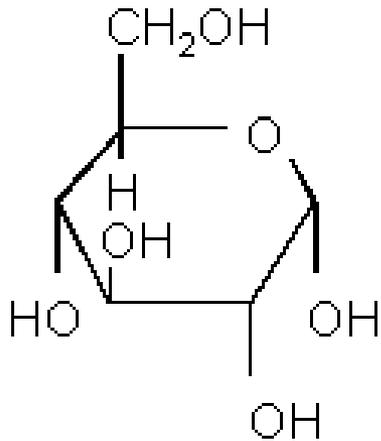
Os carboidratos são classificados em dois grupos principais de acordo com sua complexidade estrutural:

Carboidratos simples ou monossacarídeos

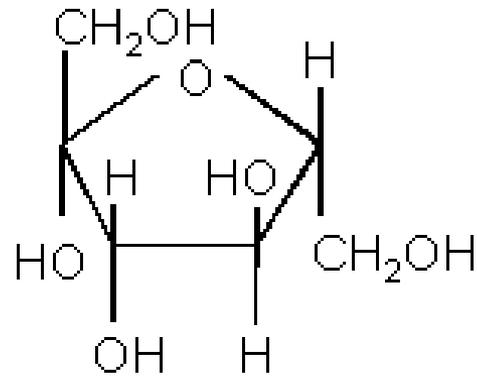
Carboidratos complexos, representados pelos oligossacarídeos e polissacarídeos.

Monossacarídeos

Importantes em alimentos



Glicose



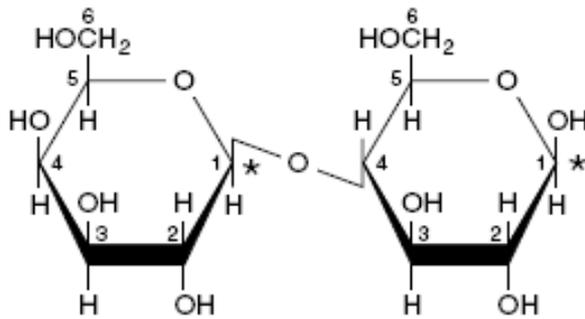
Frutose

Oligossacarídeos

Importantes em alimentos

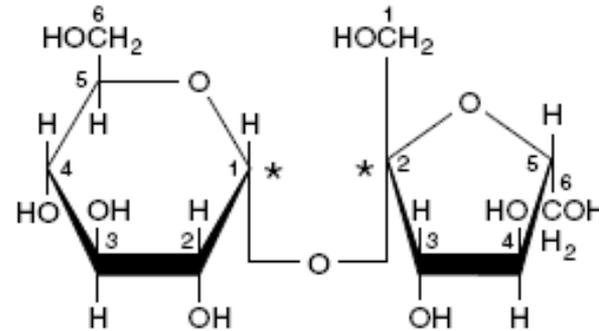


Lactose



O-β-D-Galactopyranosyl-(1 → 4)-β-D-glucopyranose

Sacarose



O-α-D-Glucopyranosyl-(1 → 2)-β-D-fructofuranoside

Polissacarídeos



Polímeros de alto peso molecular de estrutura complexa e variada que geram monossacarídeos após hidrólise por ácidos ou enzimas específicas.

Tipos:

Homopolissacarídeos (ex: amido, glicogênio)

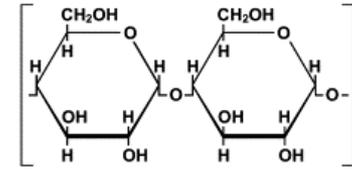
Heteropolissacarídeos (ex: pectinas)

Polissacarídeos

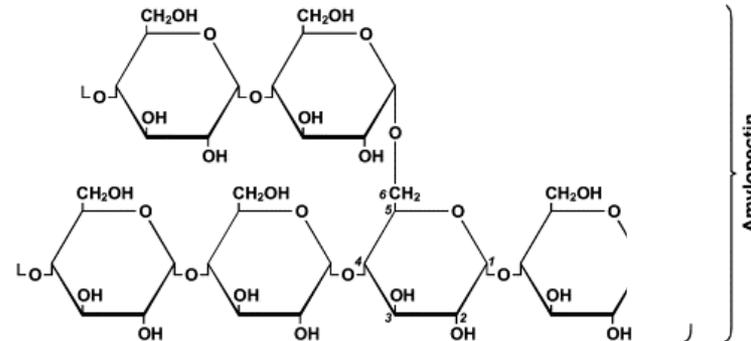
Amido e Glicogênio



Ambos são formados exclusivamente por moléculas de glicose unidas por ligações α -1,4 e ramificadas por ligações α -1,6.

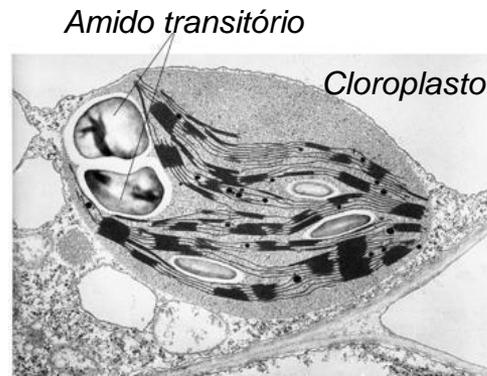


Amylose

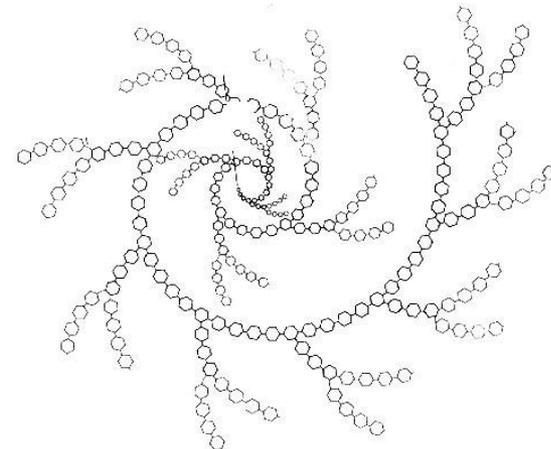


Amylopectin

O amido é o polissacarídeo de glicose das plantas encontrado nas folhas, como amido transitório (acumulado de dia, degradado à noite), e nas sementes, raízes, tubérculos e frutos, como amido de reserva.



O glicogênio é uma molécula altamente ramificada e, por isso, mais solúvel que o amido

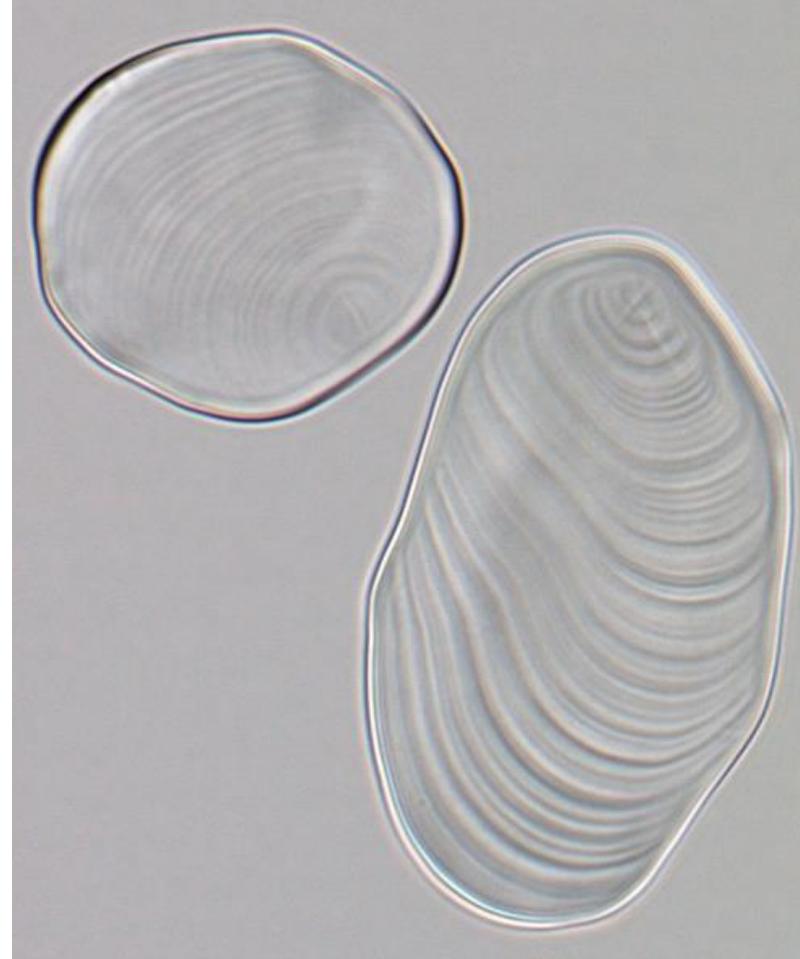


AMIDO

Principal polissacarídeo de reserva da maioria das plantas superiores

Diferenças de acordo com a fonte botânica:

- tamanhos
- formatos
- características físico-químicas



O amido é composto por tipos de estrutura:

- ✓ Amilose
- ✓ Amilopectina

GRÂNULOS DE AMIDO

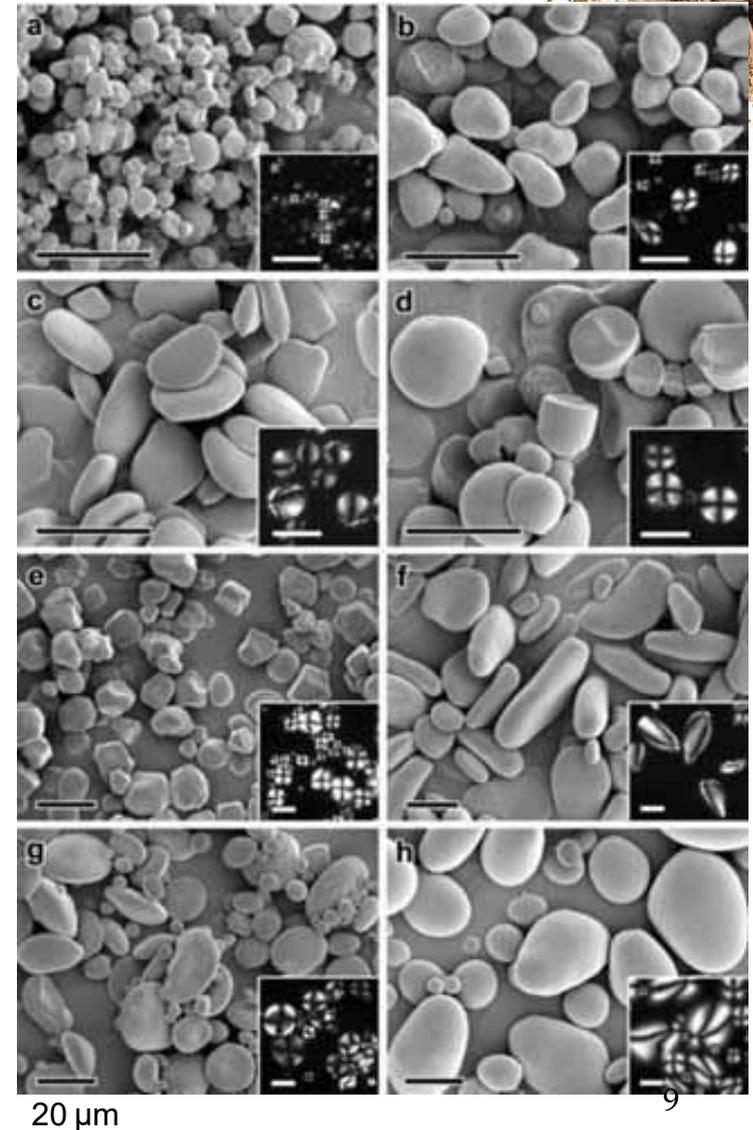
Starch – Stärke, 62: 389–420, 2010

Diferenças de acordo com a fonte botânica:

- tamanhos
- formatos
- características físico-químicas

Micrografias por MEV e óptica-luz polarizada de grânulos de amido nativo:

- (a) taro
- (b) castanha
- (c) gengibre
- (d) mandioca
- (e) milho
- (f) banana verde
- (g) trigo
- (h) batata



COMPONENTES ESTRUTURAIS



Dois tipos de cadeia:

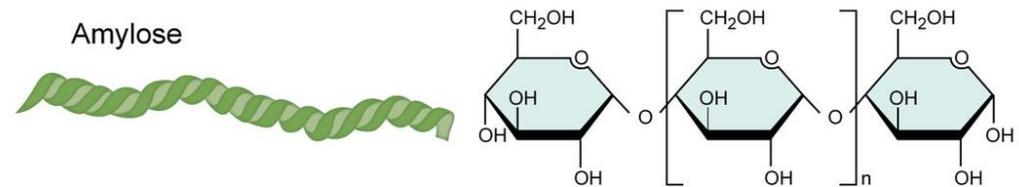
- ✓ Amilose
- ✓ Amilopectina

Amilose

Polímero linear de D-glicose

α -(1,4)

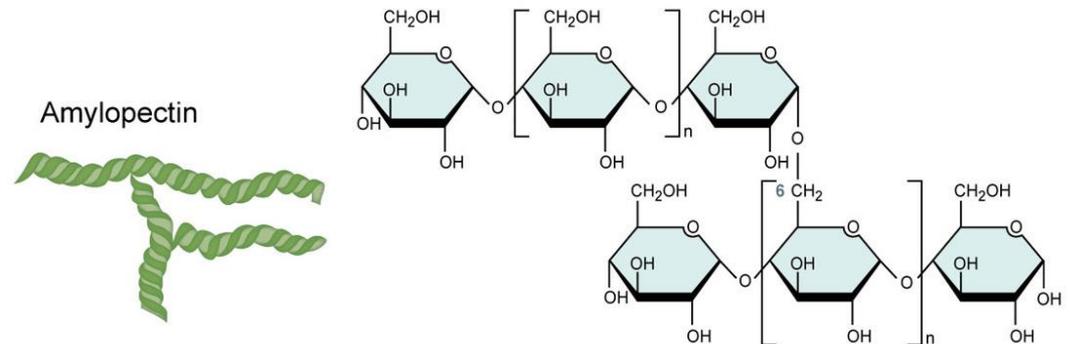
10 ou mais ligações α -(1,6)
10 a 30 % grânulo



Amilopectina

Polímero de D-glicose com ligações α -(1,4)

e 5% de ramificações α -(1,6)
70 a 100% grânulo
Confere estrutura ao grânulo



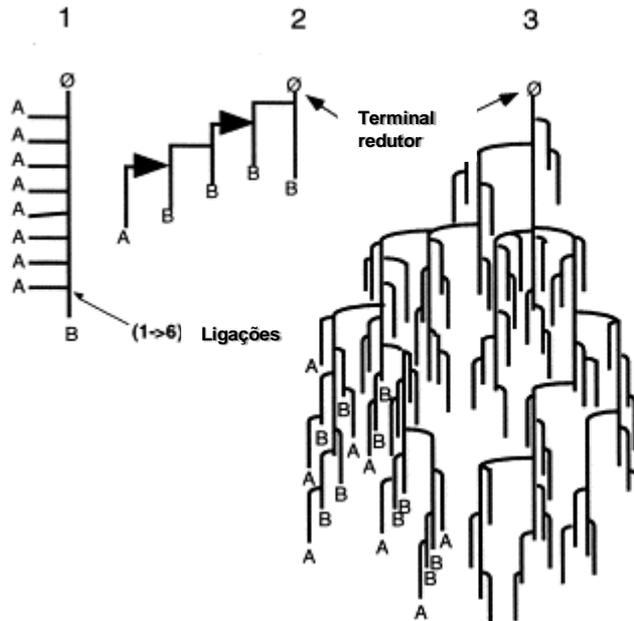
COMPONENTES ESTRUTURAIS

Amilopectina

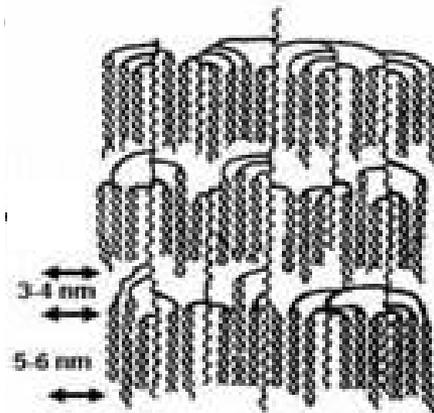


Amilopectina = **crystalinidade** do grânulo de amido
70 a 100% do grânulo

~1 milhão D-glicose unidas por ligações α -(1,4) e ramificações α -(1,6)



Cacho amilopectina

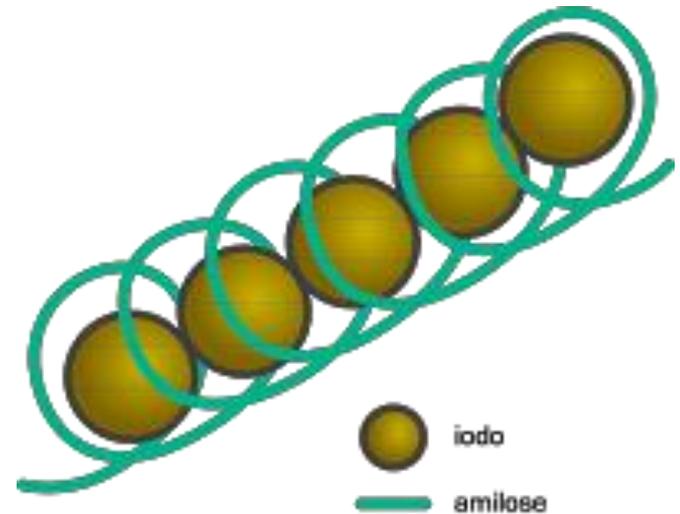


COMPONENTES ESTRUTURAIS



Características da AMILOSE

- ✓ 250-2000 resíduos de α -glicose em ligação α -(1,4)
- ✓ Alta tendência a retrogradar, forma géis fortes e firmes
- ✓ Iodeto reage com amilose formando complexo de cor azul
- ✓ IG inversamente proporcional ao teor de amilose



Mutantes:

Baixo teor = amido ceroso de milho, amido de arroz

Alto teor = amido de milho ou trigo

COMPONENTES ESTRUTURAIS



Quanto menor o teor de amilose mais pegajoso será o arroz

Com menor tendência a formação de géis

A gelatinização depende do teor de amilose



Arroz

Grão longo contém ~ 23% a 26% amilose.

Grão médio contém ~18% a 23% amilose

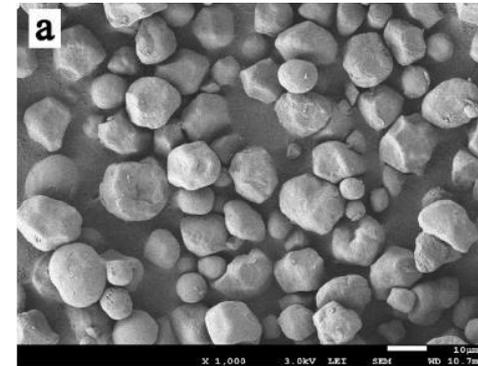
Grão curto contém ~15% a 18% amilose

Tipos de amido

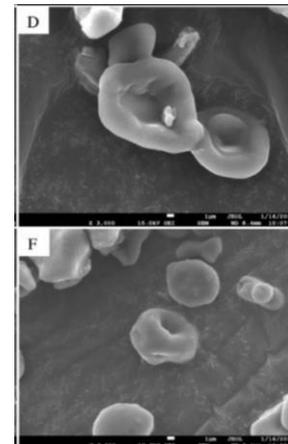
- Normal
 - Relação Amilopectina:Amilose = 3:1



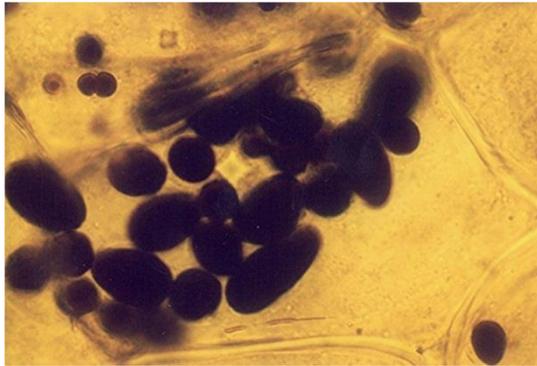
- Ceroso
 - 100% Amilopectina
 - Muito usado como espessante
 - Aspecto cremoso aos produtos onde é incorporado



- Alto teor de amilose
 - 60-85% Amilose
 - Usado na formação de filmes de amido
 - Quando retrogradado, é resistente a digestão.



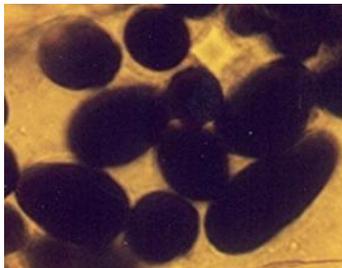
OBTENÇÃO DE AMIDO



Grânulos de formatos e tamanho variáveis
Cristalino
Insolúvel em água

Isolamento:

- sedimentação
- centrifugação
- filtração

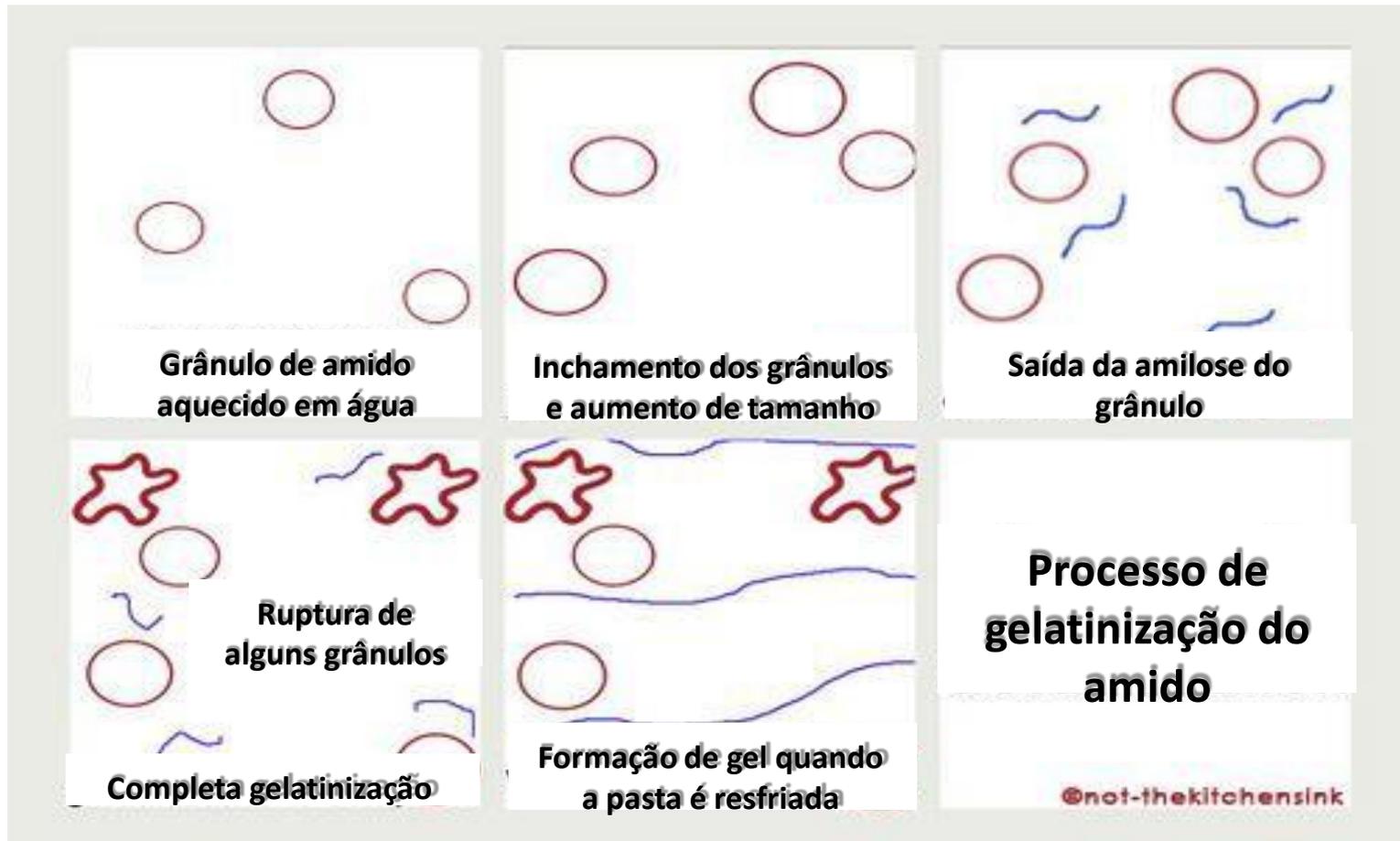


Modificação:

- processos físicos
- químicos
- enzimáticos

GELATINIZAÇÃO DO AMIDO

Os grânulos de amido nativos são insolúveis quando suspensos em água fria, mas quando aquecidos ocorre um inchamento irreversível dos grânulos de até 40% do seu tamanho original, produzindo uma pasta viscosa.

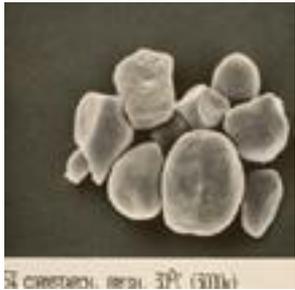


Formação de géis de amido

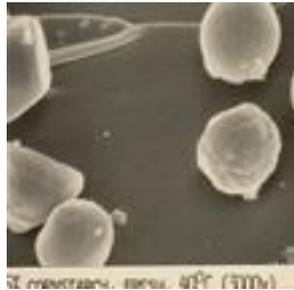


Amido – aquecimento em água

30oC



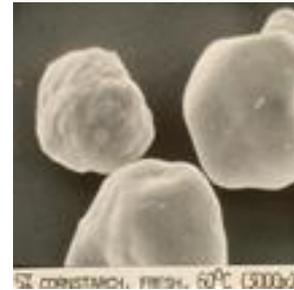
40oC



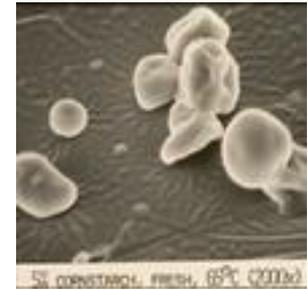
50oC



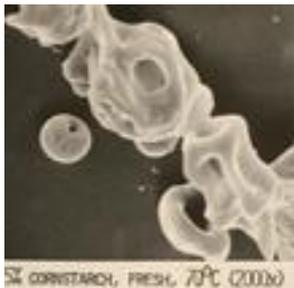
60oC



65oC



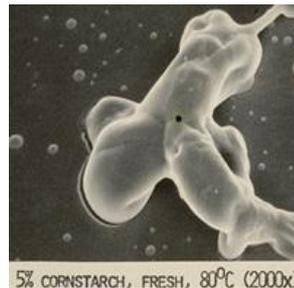
70oC



75oC



80oC



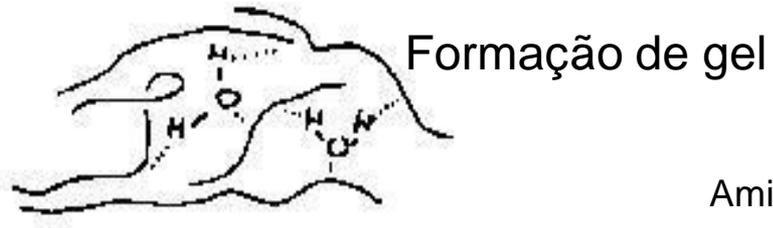
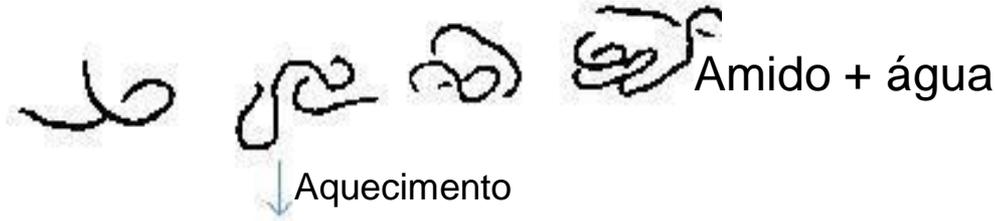
85oC



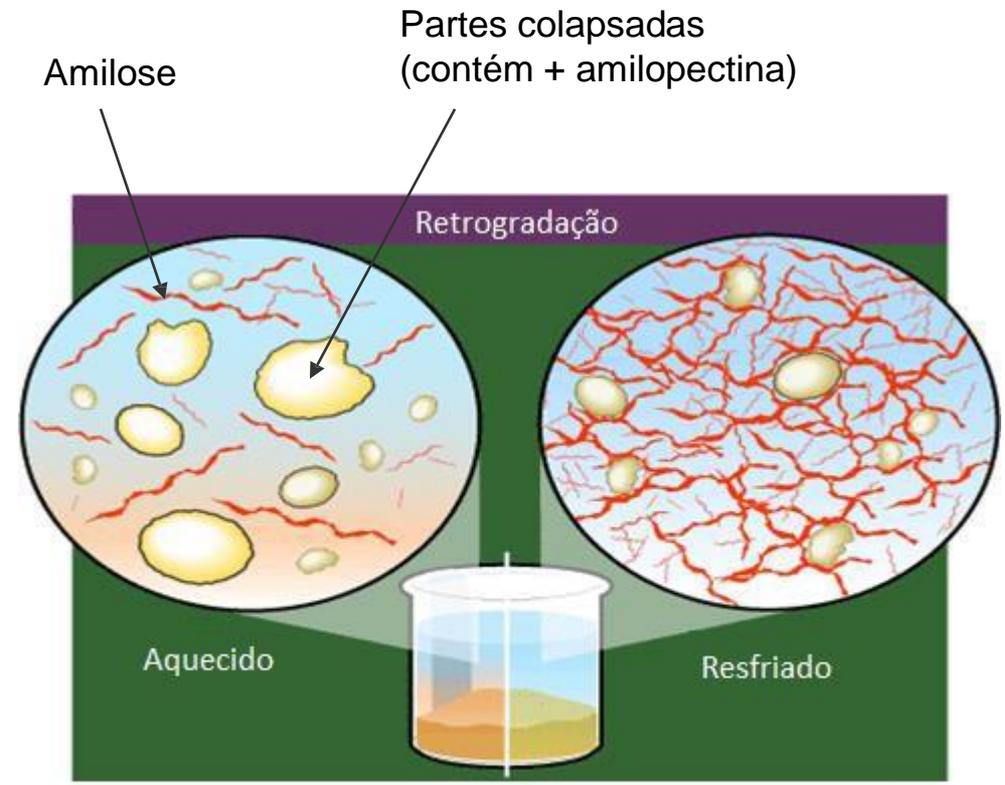
90oC



Retrogradação do amido



A retrogradação acontece principalmente devido a reaproximação das moléculas de amilose, mais lineares. A amilopectina, devido as ramificações, tende a se reaproximar menos



GELATINIZAÇÃO E RETROGRADAÇÃO



Gel amido nativo



Resfriamento

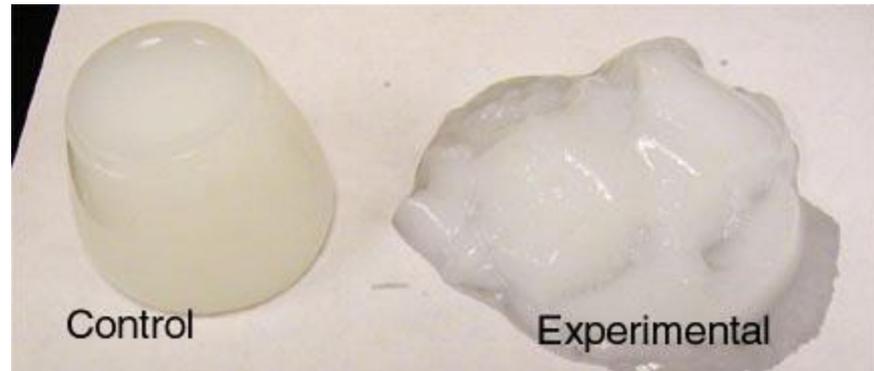
Moléculas de amilose e amilopectina se rearranjam

Cadeias lineares se alinham de maneira paralela (Pontes H)



Gel com estrutura + cristalina

Teor de amilose do amido



sinerese

Perda de água incorporada na gelatinização

A modificação química ou enzimática do amido nativo é feita, em parte, para prevenir a possibilidade de retrogradação e a consequente diminuição da vida de prateleira do alimento

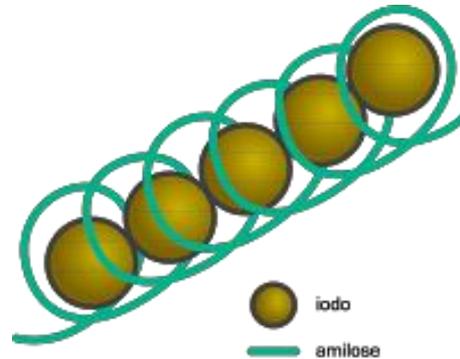


Métodos para Determinação de Carboidratos em Alimentos

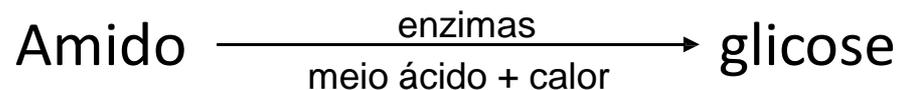
ANÁLISE DE CARBOIDRATOS

Amido

Análise qualitativa: coloração por iodo (Lugol),
microscopia



Análise quantitativa: o amido deve ser totalmente
hidrolisado à glicose, que é quantificada.



ANÁLISE DE CARBOIDRATOS

Métodos

- Químicos

- *Espectrofotométricos* - baseados na formação de compostos coloridos após reação em meio ácido

- Físicos

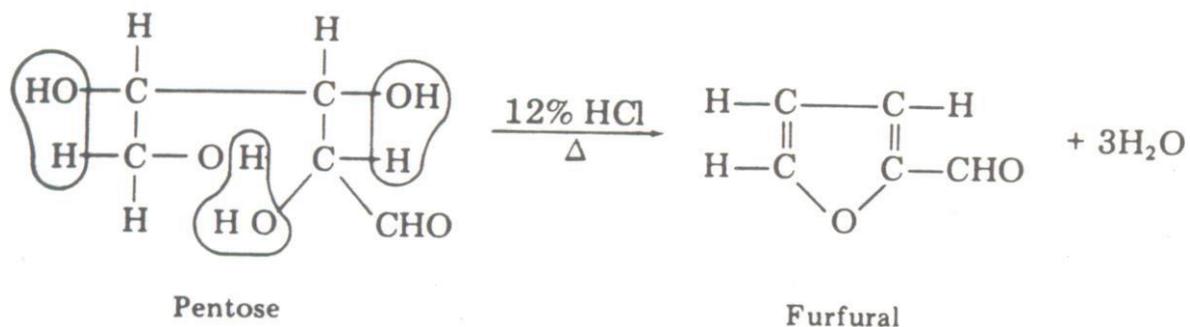
Polarimetria, Refratometria

- Enzimáticos

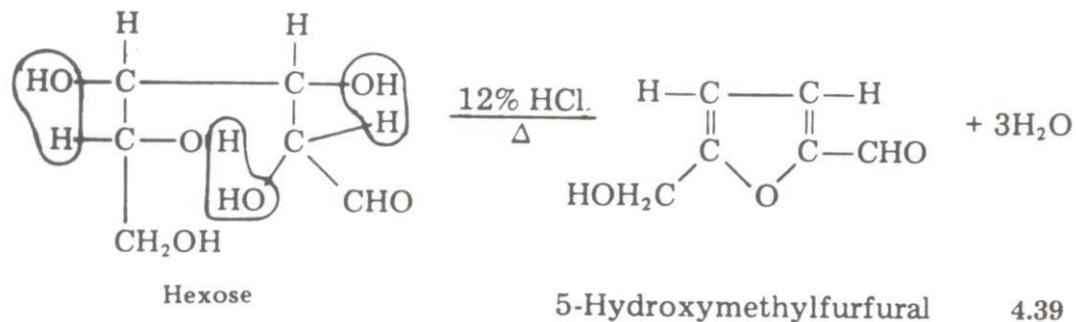
- Cromatográficos

MÉTODOS QUÍMICOS

MÉTODOS BASEADOS NA DESIDRATAÇÃO DOS AÇÚCARES POR ÁCIDOS FORTES



4.38



4.39

MÉTODOS QUÍMICOS

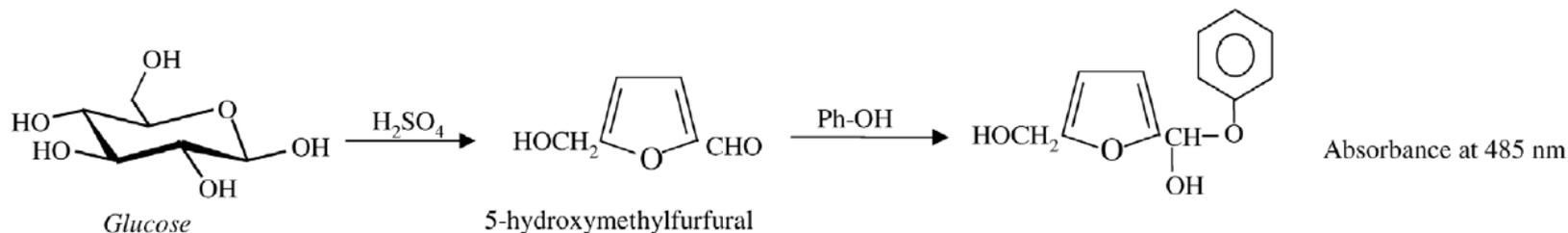
Mono e oligossacarídeos:

Espectrofotometria:

Açúcares solúveis totais:



Reação com Fenol + Ácido sulfúrico concentrado = Resulta em compostos de cor alaranjada que são medidos no espectrofotômetro.



Exige muito cuidado na manipulação



MÉTODOS QUÍMICOS



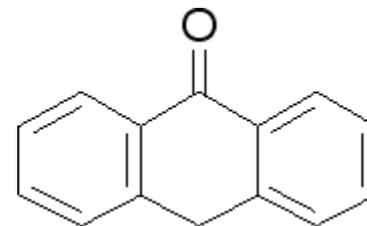
Mono e oligossacarídeos:

Espectrofotometria:

Açúcares redutores:

Reação com Antrona + Ácido sulfúrico = Resulta em compostos de cor que vão do marrom-esverdeado ao verde e que são medidos no espectrofotômetro.

Exige cuidado na manipulação

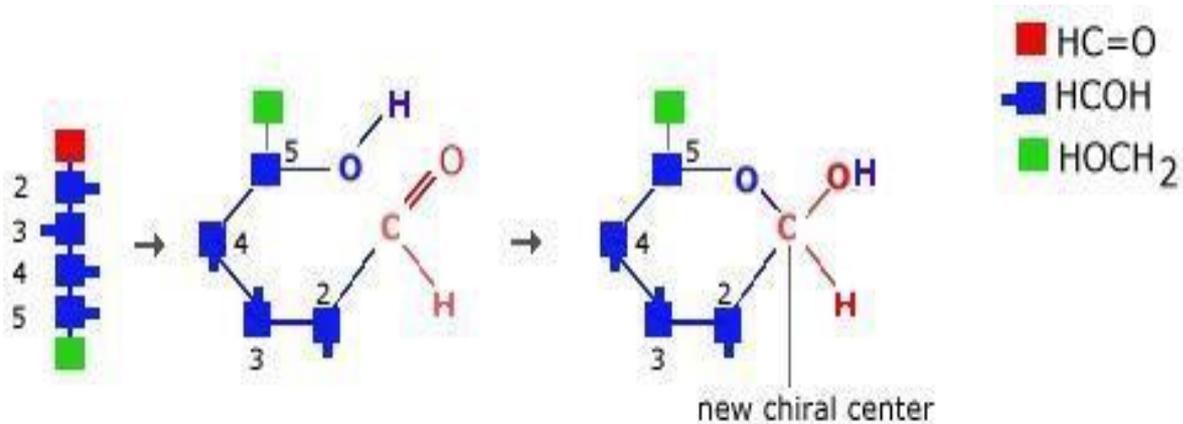


Antrona

MÉTODOS QUÍMICOS

MÉTODOS BASEADOS NO PODER REDUTOR DOS AÇÚCARES

Todos os açúcares que possuam um grupo cetônico ou aldeídico livres, são classificados como açúcares redutores





Espectrofotometria

A close-up photograph of a chrysanthemum flower. The petals are arranged in a dense, circular pattern and exhibit a vibrant rainbow gradient. Starting from the left, the petals transition from bright pink to magenta, then to orange, yellow, and finally to a bright green on the right side. The center of the flower is dark, and the overall appearance is highly detailed and colorful.

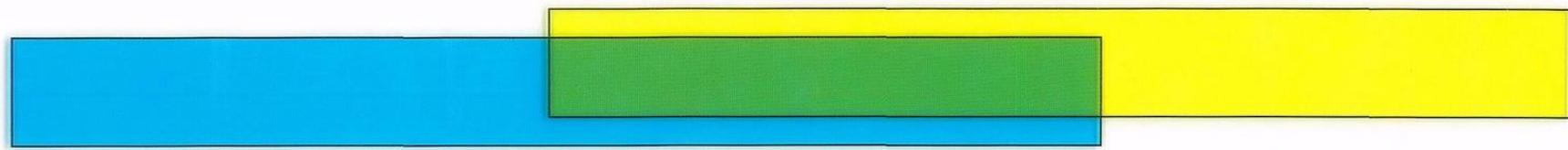
**Por que enxergamos
cores?**

Absorção

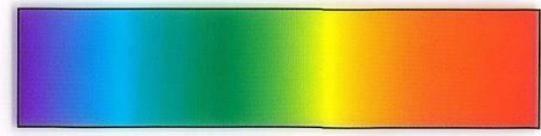
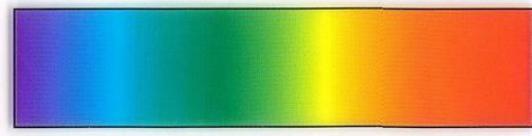
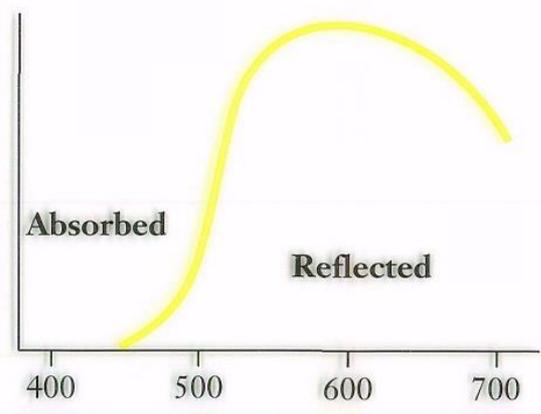
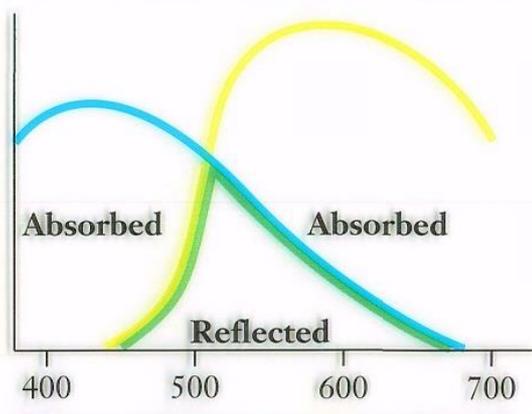
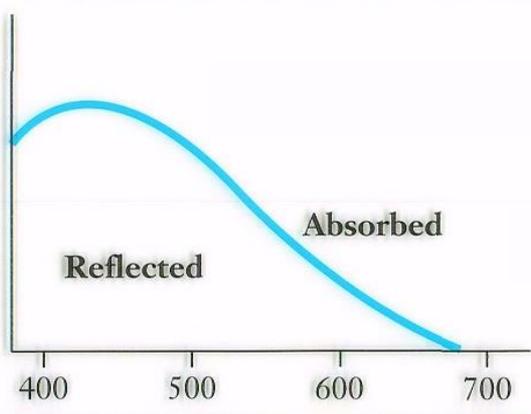


Enxergamos cores, pois as moléculas absorvem parte da luz visível e refletem outra parte. A parte refletida é captada pelo olho humano e interpretada pelo nosso aparato visual

As espécies que absorvem luz são chamadas substâncias cromóforas.



Relative intensity of light reflected



← Wavelength in nanometers (billionths of a meter) →

(a)

(b)

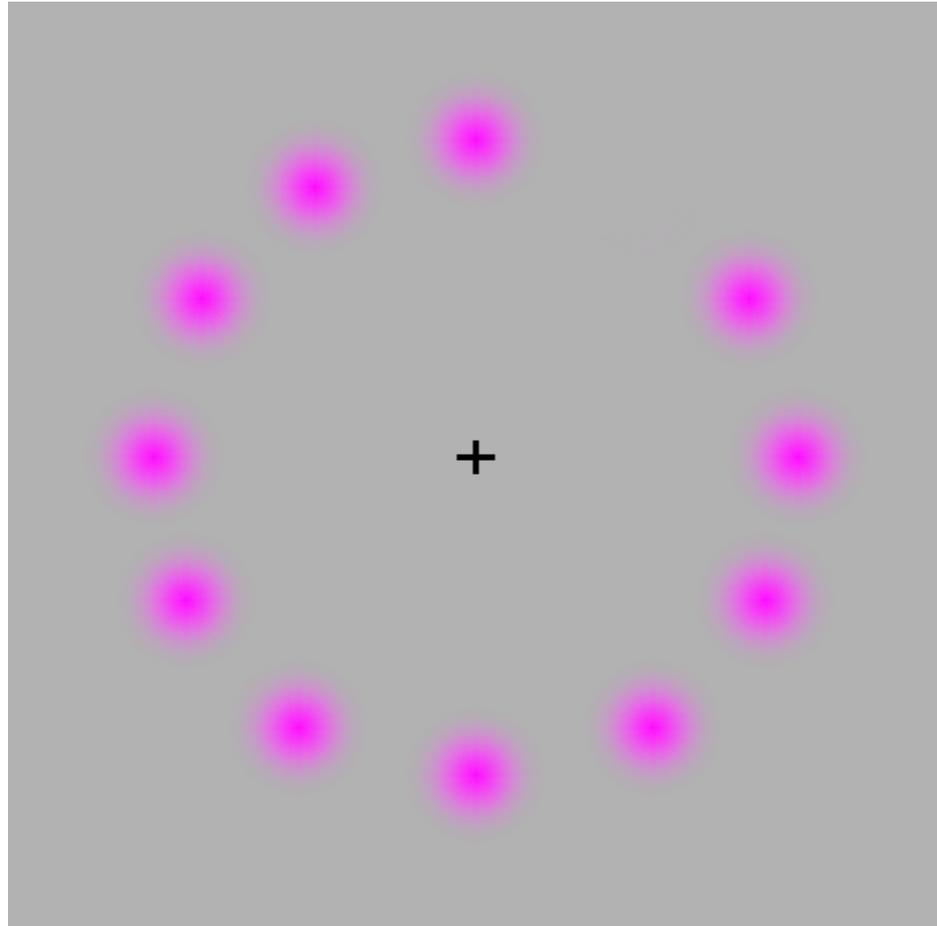
(c)

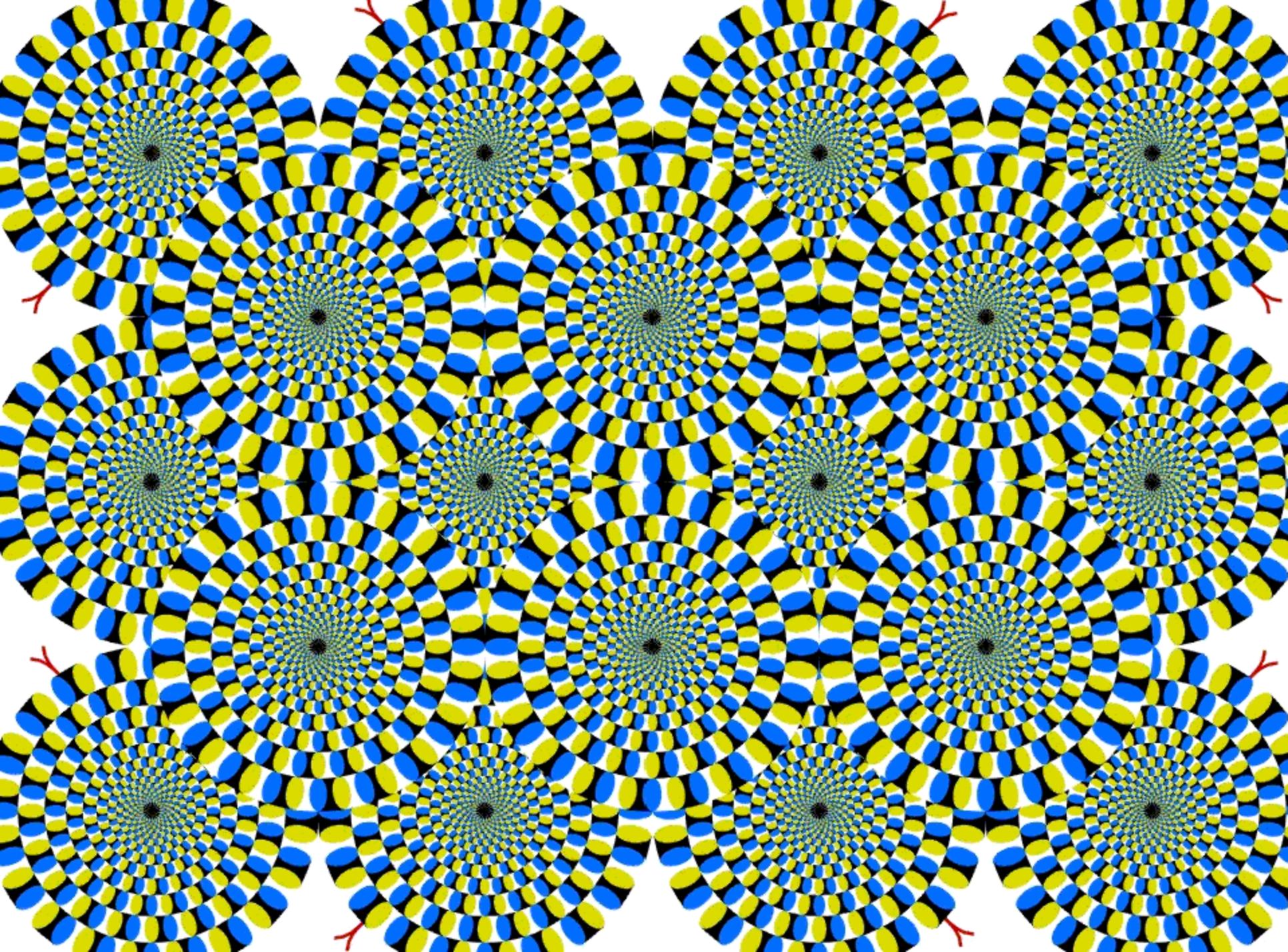


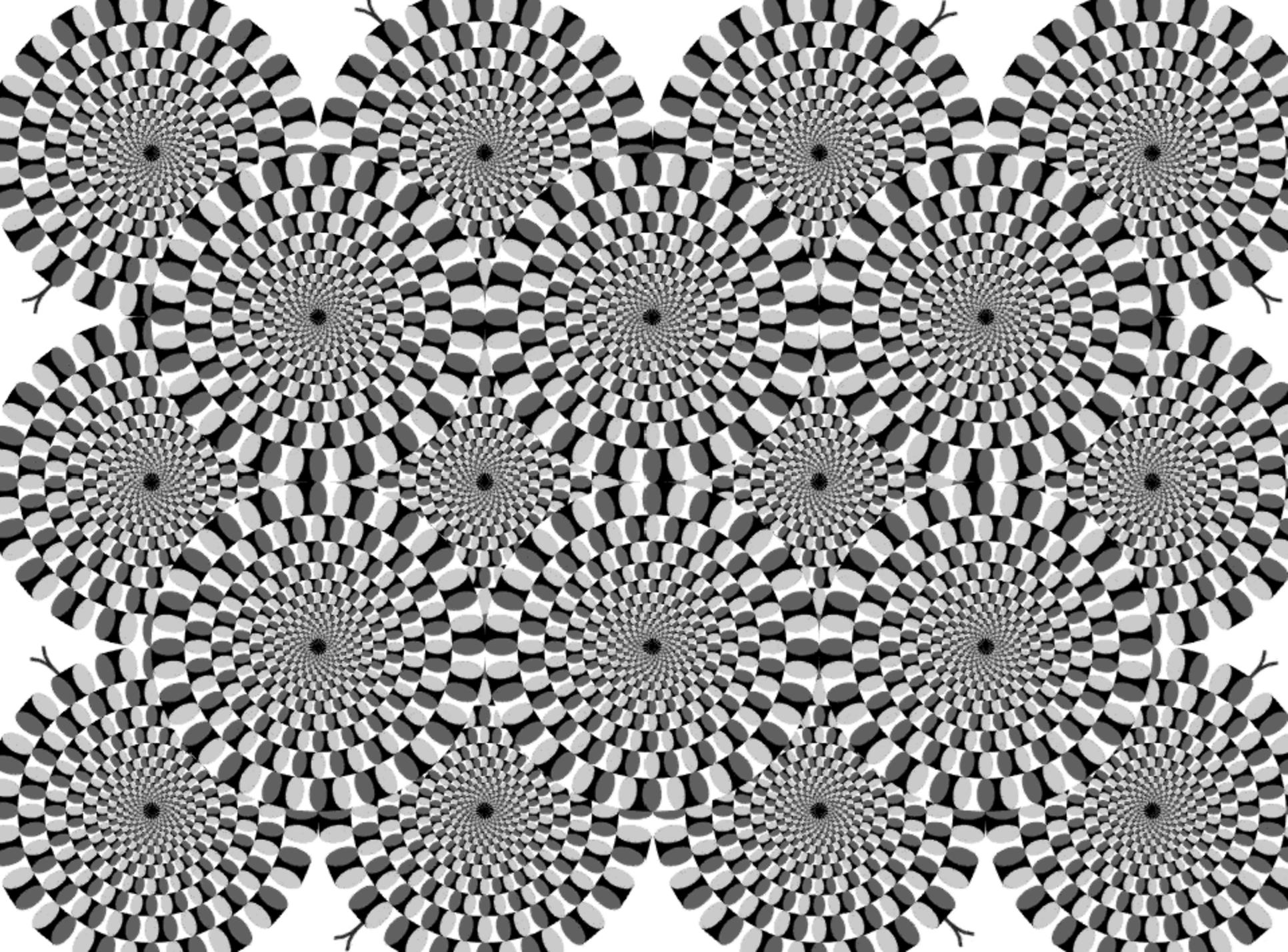
Seria possível determinar a concentração de um composto utilizando apenas nossa visão?

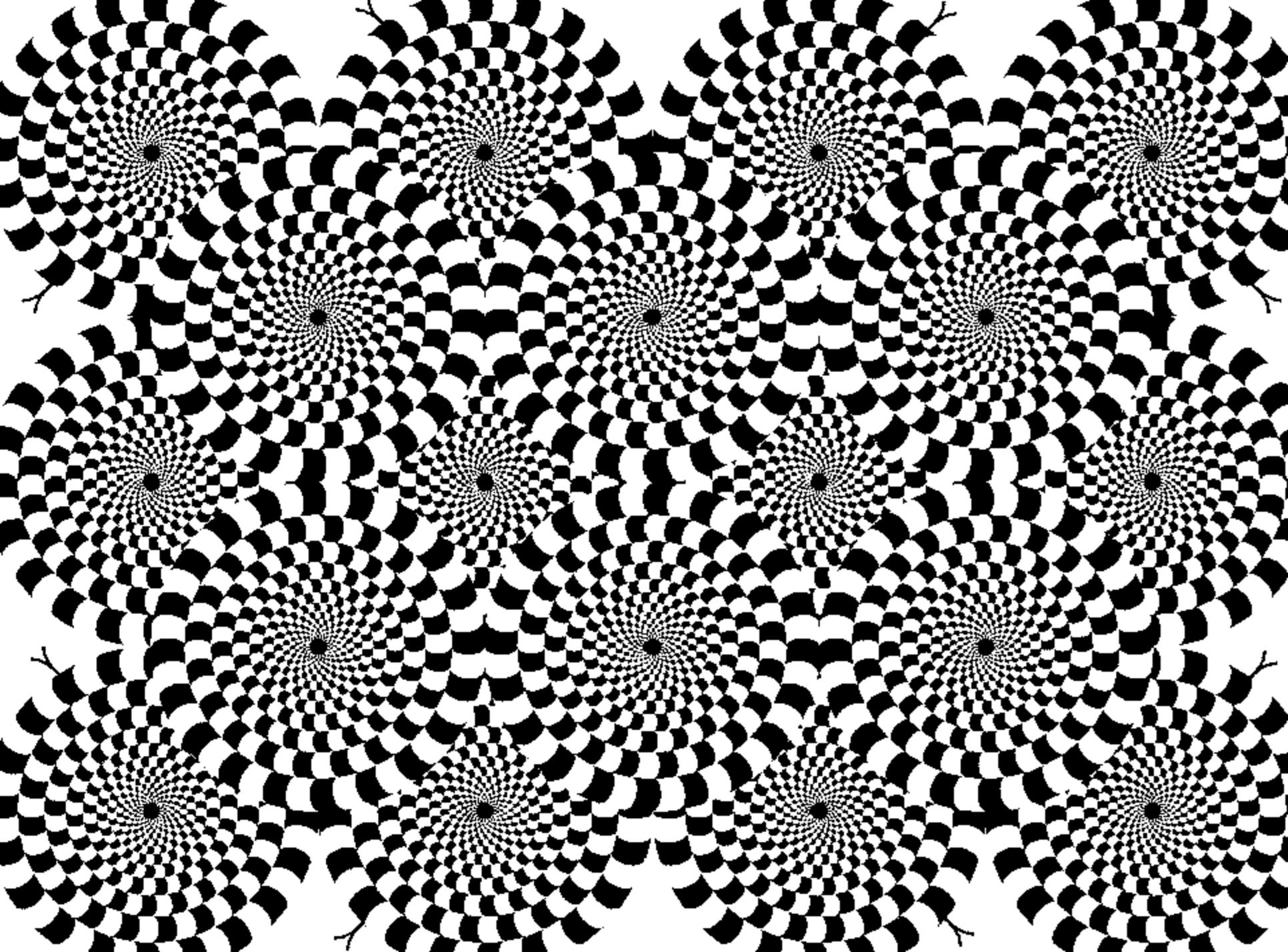


Porém, podemos nos enganar com as cores....

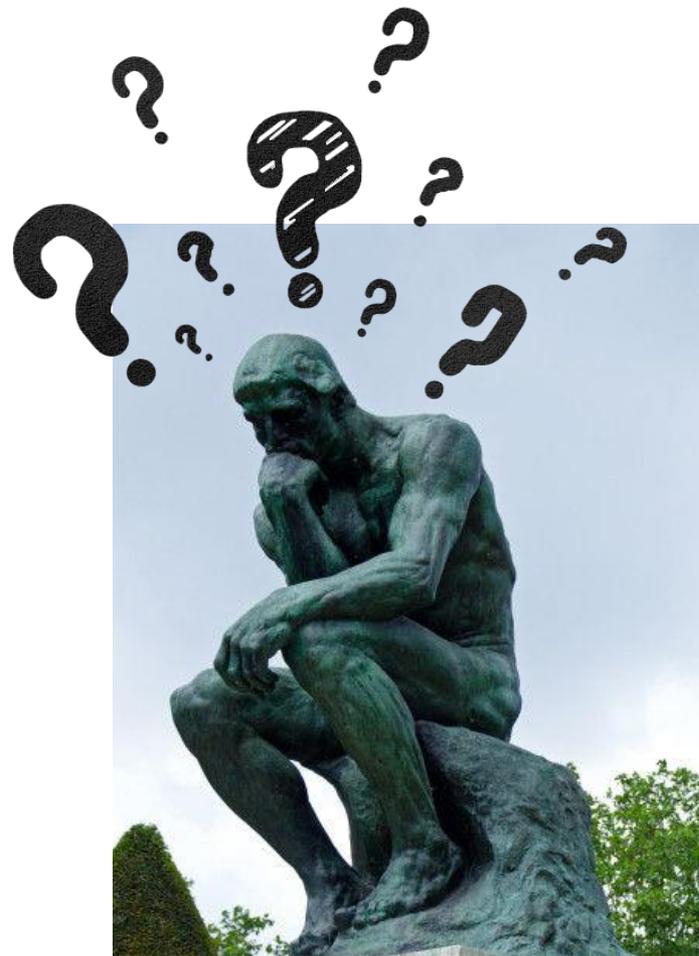






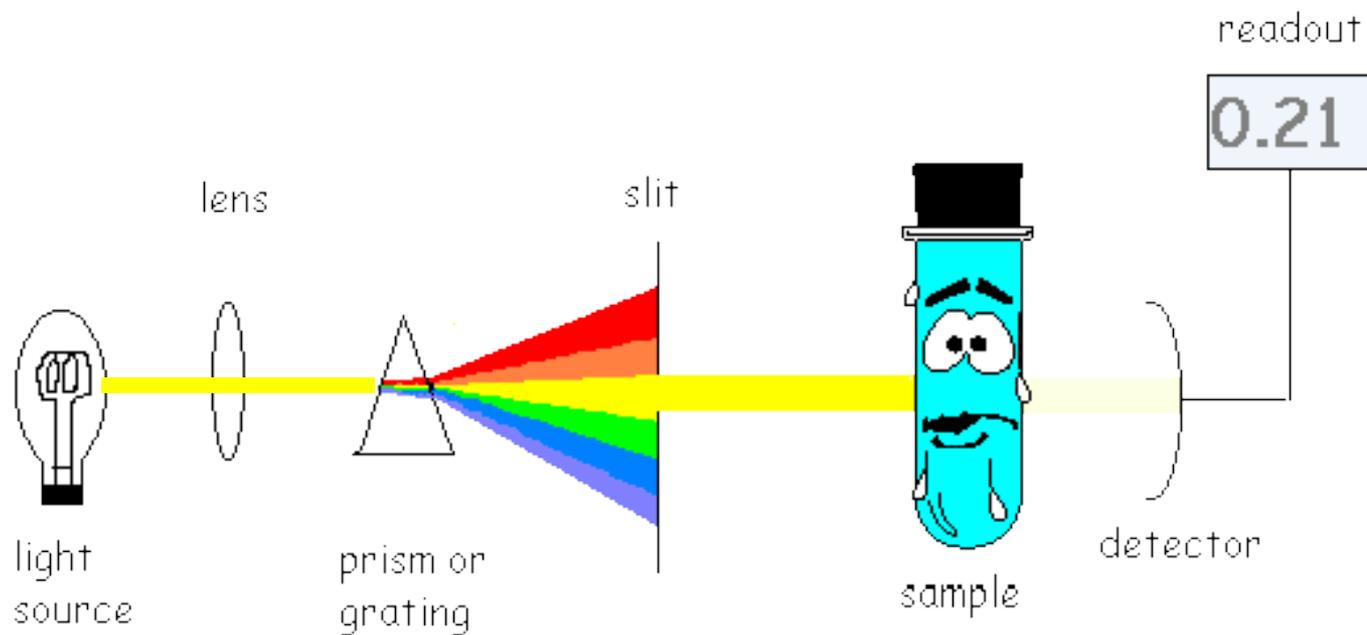


Como medir a
concentração de uma
substância sem
depender de nossa
análise visual?



Princípio

Spectrophotometer



Análise espectrofotométrica

Determinar a concentração de um dado analito em uma solução da amostra.

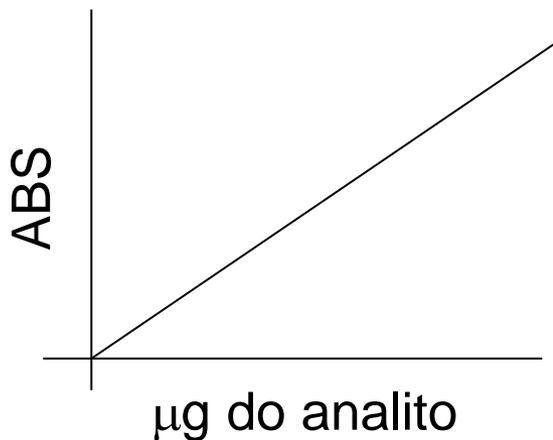
Princípio

A determinação é baseada na medida da quantidade de luz que é absorvida a partir de um feixe que passa por uma solução da amostra

Análise espectrofotométrica

Requerimento básico:

Proporcionalidade entre Absorbância e Concentração
“Lei de Beer (ou Lambert-Beer)”



$$y = ax + b$$

Ou

$$\text{Abs} = a.C + b$$

Onde C é a quantidade do analito

Como fazer uma análise
espectrofotométrica?



Análise espectrofotométrica

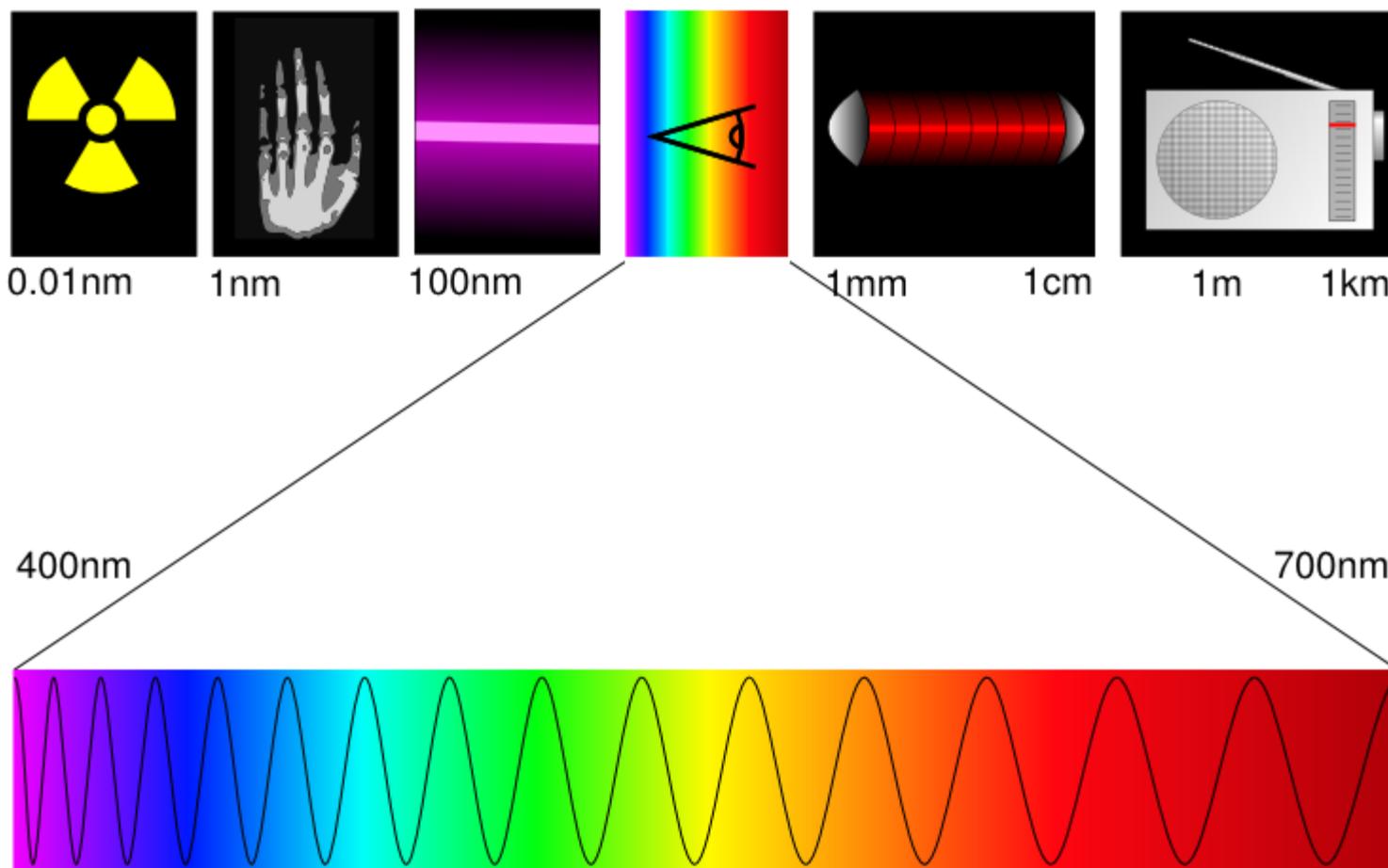
1) O analito deve ser uma substância cromófora

Caso o analito de interesse não absorva luz na região do Visível, este deve ser convertido em outras espécies químicas que absorvam luz nessa região. A amostra deve se encontrar em uma solução homogênea.

2) Deve-se fazer a análise em um comprimento de onda específico para a substância.

Análise espectrofotométrica

Radiações eletromagnéticas



Análise espectrofotométrica

3) O aparelho deve ser zerado.

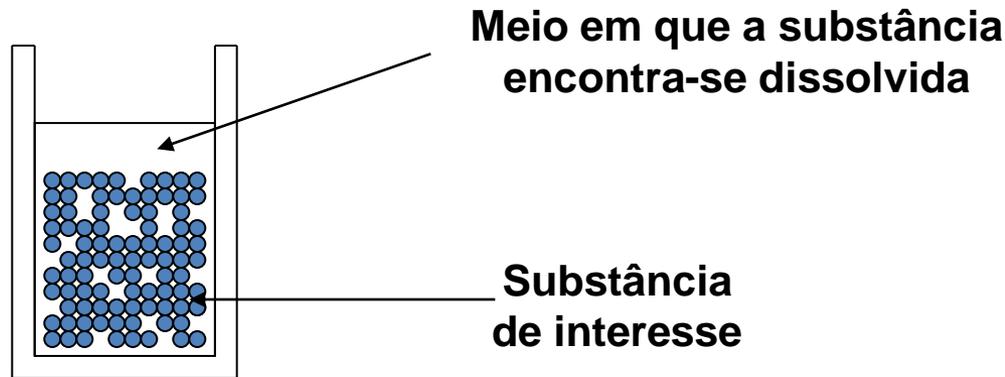
Toda substância possui um certo nível de absorção de luz.

Desta forma todo o meio em que se encontra a substância de interesse responde por uma certa porcentagem da Absorbância registrada em uma análise.

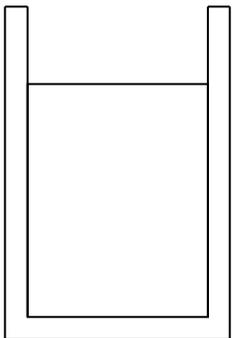
Assim sendo é necessário descontar o valor desta Absorbância antes de proceder as leituras da amostra.

Análise espectrofotométrica

Como isto é feito?



Realizando uma medida de Absorbância de uma solução que contenha apenas os componente do meio em que a substância se encontra, **sem** a substância.



O valor encontrado é descontado do valor de ABS das amostras e dos padrões

Os espectrofotômetros fazem esse processo automaticamente.

Isso é o que se chama zerar o aparelho com um **branco** da amostra.

Análise espectrofotométrica

4) Necessário a construção de uma curva-padrão.

É necessário que se faça uma medida de soluções contendo concentrações conhecidas da substância que será analisada.

Desta forma, as Absorbâncias obtidas a partir destas soluções servirão de base para o cálculo da concentração da substância na amostra.

Curva-padrão

Quantidade do padrão	Absorbância
----------------------	-------------

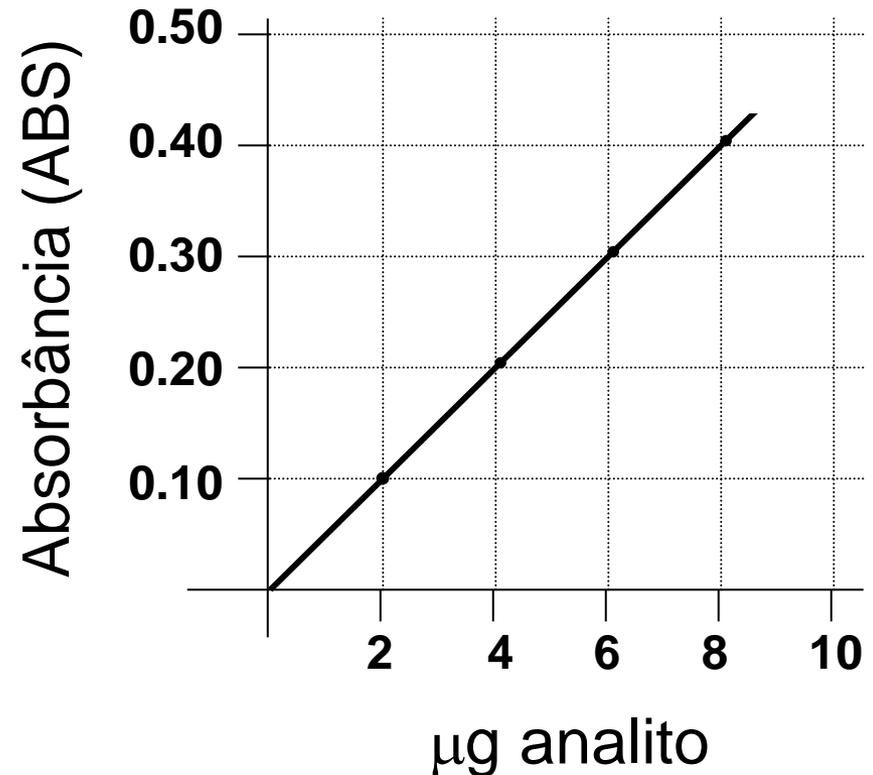
2 μg	0.10
-----------------	------

4 μg	0.20
-----------------	------

6 μg	0.30
-----------------	------

8 μg	0.40
-----------------	------

10 μg	0.50
------------------	------



A faixa de concentração do padrão deve fornecer sinais de Absorbância que fiquem na faixa de linearidade previsto pela Lei de Beer (0.2-0.8 para a maioria dos casos)

Análise espectrofotométrica

5) A quantidade de amostra analisada deve ficar dentro da curva padrão

As leituras da amostra deverão apresentar valores de Absorbância dentro do intervalo estabelecido na curva-padrão.

Caso as ABS fiquem acima do valor superior da curva, a amostra deverá ser adequadamente diluída.

Caso as ABS fiquem abaixo do menor valor, será necessário empregar maior quantidade de amostra na análise.

Análise espectrofotométrica

Requerimentos:

- 1) O analito deve ser uma substância cromófora.
- 2) Deve-se fazer a análise em um comprimento de onda específico para a substância.
- 3) O aparelho deve ser zerado.
- 4) Necessário a construção de uma curva-padrão.
- 5) A quantidade de amostra analisada deve ficar dentro da curva padrão