## Prova Experimental

### Lista de materiais

| Material | Quantidade | | Material | Quantidade |
|---|---|---|---|---|
| Amostra de três plantas: açafrão-da-terra, urucum e beterraba | | | Guardanapos | |
| Colher metálica | 1 | | Frasco lavador(pisseta) 500 ml com água | 1 |
| Espátula com colherzinha | 1 | | Frasco lavador (pisseta) 500 ml com álcool | 1 |
| Ralador | 1 | | Saco plástico | 1 |
| Tubos capilares | 15 | | Cronômetro | 1 |
| Tubos de ensaio | 6 | | Tesouras | 1 |
| Béqueres 250 ml | 2 | | Pares de luvas | 3 |
| Papel filtro circular (Para Parte 2) | 6 | | Suporte para tubo de ensaio | 1 |
| Papel filtro quadrado (Para Parte 3) | 1 | | Batas (jaleco) | 3 |
| Fita adesiva | Tira de 40 cm | | Óculos de proteção | 3 |
| Pipeta de Pasteur 3 ml | 3 | | Lápis | 3 |
| Frasco pequeno de 5ml com tampa amarela e com mistura desconhecida | 1 | | Caneta | 3 |
| Copo de plástico marcado com o número 3 (Para Parte 3) | 1 | | Borracha | 1 |
| Régua | 1 | | Copos descartáveis (para parte 2) | 6 |
| Escovinha para lavagem de tubos de ensaio | 1 | | Pratos descartáveis | 3 |

**PRECAUÇÕES**

- **Não inalar diretamente o álcool.**
- **Não ingerir o álcool nem nenhuma das amostras vegetais.**
- **Use o jaleco (bata), as luvas e os óculos de proteção.**
- **Manuseie com precaução os materiais, porque pode ser que não se forneçam adicionais.**
- **Tenha cuidado especial com o ralador.**
- **Coloque o saco plástico cobrindo a mesa, a fim de protegê-la .**

**RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS**

- É de sua total liberdade começar a prova por qualquer uma das partes.
- Um lugar de trabalho limpo e organizado facilita as dinâmicas do experimento, portanto, adeque suas posições de trabalho para poder otimizar espaço e tempo.
- Utilize um pouco do tempo para reconhecer os materiais de trabalho e investigue a função de cada um deles.
- As plantas selecionadas possuem bastante pigmento vegetal. Seja cuidadoso ao lavá-las, evitando a mútua contaminação.

**Contexto.**

A Beterraba (em espanhol: remolacha), *Beta vulgaris*, é uma planta originada no mediterrâneo oriental, que tem sido cultivada em todo o planeta. Essa planta apresenta três variedades importantes: duas de consumo comum e uma usada na produção de sacarose e de biocombustíveis. As moléculas corantes da beterraba, betaxantinas e betacianinas, são compostos não prejudiciais, que não são digeridos pelo organismo e que são amplamente utilizados na indústria de corantes para alimentos.

O Urucum (em espanhol: achiote), *Bixa orellana*, é uma planta arbustiva originada na América Central e América Tropical. As comunidades indígenas têm utilizado suas folhas como antibiótico, seus frutos como matéria prima para tecer artesanatos e como condimento para preparação de alimentos. O principal corante dessa planta é a bixina, encontrado abundantemente no arilo de suas sementes.

O Açafrão da terra (em espanhol: cúrcuma), *Curcuma longa*, é uma planta cujo caule é do tipo rizoma, ou seja, consiste em um talo modificado que se encontra enterrado no solo. Apesar de ser originária da Índia, algumas espécies do mesmo gênero podem ser encontradas na América. O rizoma do açafrão é uma especiaria muito apreciada na Índia, utilizada na fabricação do *curry*. Na América, as comunidades amazônicas o utilizam como tinta natural para fibras na elaboração de bolsas e mochilas. O principal composto corante presente no açafrão é a curcumina.

**NOTA 1**

Observe as amostras vegetais e as imagens que são mostradas mais adiante neste documento para responder à primeira parte do problema.

As amostras vegetais fornecidas não necessariamente se igualam em formato e cor com aquelas das imagens, pois amostras vegetais marcadas com o mesmo nome não pertencem à mesma espécie, e sim à mesma família.

**NOTA 2**

Nas partes 2 e 3 desta prova, você terá que fazer “siembras” de extratos em papel filtro. Levem em conta a instrução dada antes da prova e as seguintes imagens para fazer suas “siembras”.

## Parte 1

## Taxonomia

Uma das técnicas mais simples para identificar e classificar organismos vivos é a chave dicotômica. Essa técnica é composta de duas etapas: a primeira etapa consiste em selecionar características (**caracteres biológicos**) que podem ser encontrados, em algum de seus estados, em todos os organismos vivos do conjunto estudado. A segunda etapa consiste em definir, para cada caráter, valores – **estados de caráter** – contrastantes entre si e mutuamente excludentes.

Na tabela 1, há um exemplo de classificação correta dos estados de caráter correspondentes a um par de caracteres pertinentes para um conjunto de plantas:

**Tabela 1**

| Caráter | Estado 1 | Estado 2 |
|---|---|---|
| **Forma de folha** | Forma ovalada | Forma não ovalada |
| **Cor do fruto** | Vermelho | Não vermelho |

Na tabela 2, há um exemplo de classificação **INCORRETA** dos estados de caráter correspondentes a um par de caracteres pertinentes para um conjunto de plantas:

**Tabela 2**

| Caráter | Estado 1 | Estado 2 |
|---|---|---|
| **Cor da folha** | Verde escuro | Amarelo esverdeado |
| **Tamanho do talo** | De 1 cm a 10 cm | De 10 cm a 20 cm |

**1.1** Observe detalhadamente as amostras fornecidas das 3 plantas e as imagens que são mostradas nas páginas seguintes. Com base nas suas observações, selecione quatro caracteres da tabela 3 que são pertinentes e quatro que não são para elaborar uma chave dicotômica de classificação para as três plantas. Preencha a tabela A na folha de respostas

Lembre-se de que os caracteres que você considerar pertinentes devem:

- Estar presente, em algum dos seus estados, nas três plantas.
- Ter estados de caráter definidos de maneira clara, que podem ser facilmente medidos e observados.
- Ter estados de caráter mutuamente excludentes.
- Ter estados de caracteres que abranjam todas as possíveis opções.

**Tabela 3. Matriz de caracteres e estados de caráter.**

| | CARÁTER | ESTADO 1 | ESTADO 2 |
|---|---|---|---|
| **1** | Tipo de margem (borda) da folha | lisa | não lisa |
| **2** | Altura da planta na fase adulta | < 10 m | ≥ 10 m |
| **3** | Quantidade de glândulas nas folhas | muitas | poucas |
| **4** | Presença de pelos nas folhas | presentes | ausentes |
| **5** | Disposição das folhas | simples | alternada |
| **6** | Tipo de raiz | modificada em bulbo | não modificada em bulbo |
| **7** | Tipo de talo | Lenhoso (em forma de madeira) | Herbáceo (não em forma de madeira) |
| **8** | Número de anteras | de 1 a 5 | mais de 5 |
| **9** | Aroma das folhas | agradável | desagradável |
| **10** | Número de pétalas | de 1 a 4 | mais de 4 |
| **11** | Cor das sépalas | verde | não verde |
| **12** | Largura da lâmina foliar | de 1 cm a 5 cm | de 4 cm a 8 cm |
| **13** | Cor das pétalas | vermelha | Roxo (violeta) |

Flor do Urucum

Raiz do Urucum

Flor (amarelo) e inflorescência (violeta) do Açafrão-da-terra

Detalhes da flor do Açafrão-da-terra

Flor da beterraba

**1.2** A seguir, apresentamos uma chave dicotômica para a família das plantas vasculares. Use-a para identificar a família a que pertence cada uma das amostras vegetais. Uma vez identificadas, preencha a tabela B na folha de respostas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1a | Talo modificado em rizoma..... | 2 |
| | 1b | Talo não modificado em rizoma..... | 5 |
| 2 | 2a | Folhas suculentas (grossas com muita água em seu interior).... | Orchidaceae |
| | 2b | Folhas não suculentas (delgadas)..... | 3 |
| 3 | 3a | Folhas com um nervo central que se ramifica em nervos laterais mais finos..... | Zingiberaceae |
| | 3b | Folhas sem um nervo central. Todos os nervos são paralelos à borda da folha..... | 4 |
| 4 | 4a | Talos ocos..... | Poaceae |
| | 4b | Talos não ocos..... | Ciperaceae |
| 5 | 5a | Com crescimento secundário..... | 6 |
| | 5b | Sem crescimento secundário..... | 9 |
| 6 | 6a | Flores completas (com todas as suas partes)..... | 7 |
| | 6b | Flores incompletas (com ausência de alguma de suas partes)... | Clusiaceae |
| 7 | 7a | Flores com 5-8 estames..... | Melastomataceae |
| | 7b | Flores com mais de 8 estames..... | 8 |
| 8 | 8a | Folhas com pontos translúcidos e odor aromático ao cortar..... | Myrtaceae |
| | 8b | Folhas sem pontos translúcidos nem odor..... | Bixaceae |
| 9 | 9a | Raiz modificada em forma de bulbo suculento..... | 10 |
| | 9b | Raiz não modificada..... | Crassulaceae. |
| 10 | 10a | Borda da folha fortemente invaginada (ondulada)..... | Apiaceae |
| | 10b | Borda da folha não invaginada (não ondulada)..... | Amaranthaceae |

**Parte 2. Cromatografia com extratos vegetais**

O botânico russo Mikhail Tswett desenvolveu o método da cromatografia na separação dos constituintes de um extrato vegetal, e sobre essa descoberta, disse o Prêmio Nobel de química, 1937, P. Karrer: "…nenhuma outra descoberta exerceu uma influência tão grande, ou ampliou o campo da pesquisa em Química Orgânica como fez a análise cromatográfica de adsorção de Tswett. A pesquisa no campo das vitaminas, dos hormônios, dos carotenoides e outros compostos naturais nunca teria progredido tão rapidamente e nem teria chegado a resultados tão importantes, se não fosse por este método (cromatografia), que também tem permitido separar a enorme variedade de combinações estreitamente relacionadas, existentes na natureza"

**Primeiro objetivo: identificar a solubilidade dos extratos vegetais em dois solventes: água destilada e álcool etílico.**

- Rale finamente o açafrão-da-terra (cúrcuma) e a beterraba (remolacha) colocando em pratos descartáveis separados.
- Lave muito bem o ralador após cada uso, utilizando água,álcool e a escova.
- Pegue aproximadamente $3\ a\ 5$ frutos de urucum (achiote), abra os frutos e retire as sementes, usando uma colher, colocando em um prato. Macere as sementes com uma colher e uma espátula.
- No suporte de tubo de ensaio, coloque $6$ tubos de ensaio, rotulados com o nome do extrato e do solvente, conforme a tabela abaixo.

| **# Tubo** | Tubo 1 | Tubo 2 | Tubo 3 | Tubo 4 | Tubo 5 | Tubo 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Planta** | Beterraba (Remolacha) | Açafrão (Cúrcuma) | Urucum (Achiote) | Beterraba (Remolacha) | Açafrão (Cúrcuma) | Urucum (Achiote) |
| **Solvente** | Água | Água | Água | Álcool | Álcool | Álcool |

- Em cada tubo de ensaio coloque $3$ colherezinhas (a colherzinha que faz parte da espátula metálica) do extrato correspondente.
- Em cada tubo de ensaio, coloque $5\ \mathrm{mL}$ do solvente correspondente com a pipeta de Pasteur. Agite a mistura por aproximadamente 1 minuto.
- Deixe os tubos de ensaio em repouso por um período de 5 min.

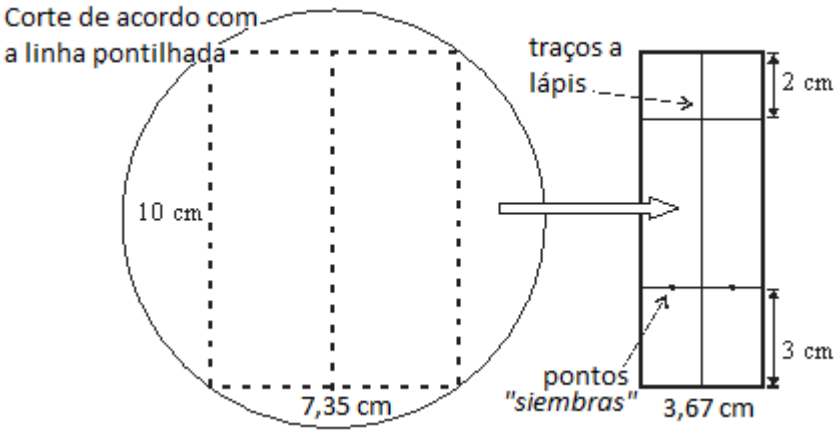
**Pergunta:**

**2.1** Complete a tabela C da folha de respostas.

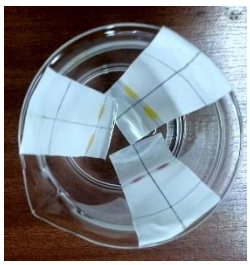
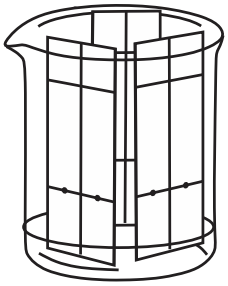
**Segundo objetivo: comprovar em qual dos dois solventes fornecidos se dissolve melhor cada extrato vegetal.**

**Procedimento:**

- Pegue o papel de filtro circular e proceda como é indicado na figura abaixo para obter 6 tiras de papel (duas tiras em cada círculo). Faça os traços mostrados com lápis.




- Retire com um tubo capilar aproximadamente 3 mm da mistura de cada tubo de ensaio. Use um tubo capilar diferente para cada mistura.
- Aplique dois pontos *("siembras")* do conteúdo de cada tubo em cada uma das tiras de papel de filtro.
- Coloque 50 mL de água em um dos béqueres e 50 mL de álcool no outro.
- Para continuar, adicione as três tiras de papel de filtro com os pontos *("siembras")* dos tubos 1, 2 e 3 no béquer que contém a água; e as três tiras de papel de filtro com os pontos *("siembras")* dos tubos 4, 5 e 6 no béquer que contém álcool. Disponha as tiras como se ilustra nas figuras abaixo.

- Aguarde até que se complete a eluição (migração dos componentes de uma amostra por capilaridade. O solvente, ao passar pelo papel, arrasta os compostos da amostra) através da tira de papel. No momento em que o solvente alcance a linha superior, ou tenha transcorrido 15 minutos, retire as tiras de papel dos béqueres.

**Perguntas:**

Define-se o coeficiente de retenção como:

$$R_f = \frac{\text{distância percorrida pelo ponto } (\text{"siembras"})}{\text{distância percorrida pelo solvente}}.$$

Sendo a distância percorrida pelo ponto *("siembras")* medida desde a linha inferior traçada na tira de papel até a altura alcançada pelo ponto. E a distância percorrida pelo solvente medida desde a linha inferior da tira de papel até a altura alcançada pelo solvente.

O coeficiente de retenção é proporcional à solubilidade do extrato no solvente.

**2.2** Complete a tabela D na folha de respostas.

**2.3** Complete a tabela E e justifique a escolha do melhor solvente para cada extrato, considerando os dados da tabela D e a estrutura molecular do solvente.

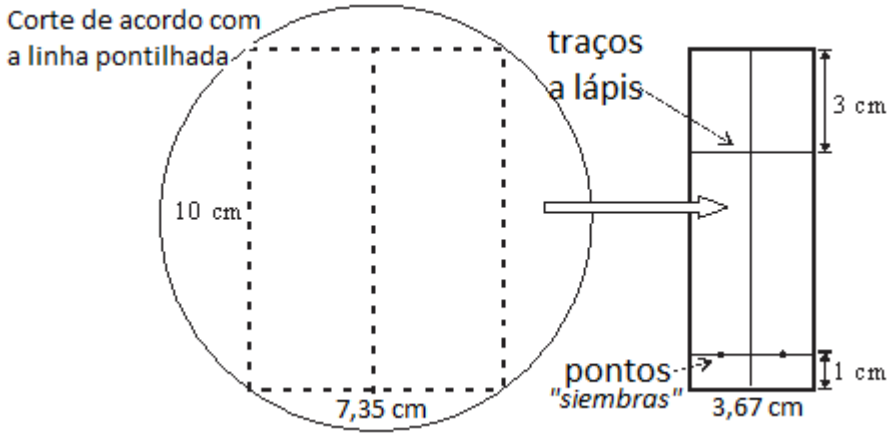
**Terceiro objetivo: determinar os extratos e os solventes presentes na mistura, amostra desconhecida, contida no frasco de tampa amarela.**

**Procedimento:**

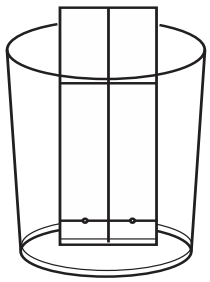
- Prepare as seguintes misturas nos copos de plástico, utilizando a pipeta de Pasteur para contar as gotas de acordo com a tabela abaixo. Rotule os copos com os números de 1 a 5.

| Mistura | Água (gotas) | Álcool etílico (gotas) |
|---|---|---|
| 1 | 60 | 0 |
| 2 | 45 | 15 |
| 3 | 30 | 30 |
| 4 | 15 | 45 |
| 5 | 0 | 60 |

- Pegue o papel filtro circular e proceda como se indica na figura abaixo para obter pelo menos 5 tiras de papel (duas tiras em cada círculo). Marque, com um lápis, nas tiras de papel os traços indicados na figura abaixo. Rotule com os números de 1 a 5.




- Com ajuda de um tubo capilar, retire, aproximadamente, 3 mm da amostra contida no frasco de tampa amarela.
- Aplique dois pontos *("siembras")* do extrato contido no frasco em cada uma das 5 tiras de papel de filtro.
- Coloque 1 tira de papel, preparada acima, no copo de plástico contendo o solvente (ver figura abaixo).



- Aguarde até que se complete a eluição através da tira de papel. Uma vez que se alcance a linha superior ou tenha transcorrido 15 minutos, retire as tiras de papel dos copos descartáveis.

**Perguntas:**

**2.4** Desenhe os resultados obtidos em cada tira de papel, na tabela F da folha de respostas.

**2.5** Complete a tabela G na folha de respostas.

**2.6** A mistura desconhecida contém um ou vários dos extratos das três plantas. Observando as cores que aparecem nas tiras de papel de filtro, determine qual ou quais dos extratos estavam na mistura contida no frasco com tampa amarela.

**2.7** Considerando as suas observações no experimento, sugira com qual ou quais solventes foi preparada a mistura desconhecida, contida no frasco de tampa amarela.

**2.8** Com base em suas observações, os desenhos realizados na tabela F e os dados colocados na tabela G, explique o comportamento das distâncias de eluição das 5 tiras de papel de filtro, comparando as 5 tiras entre si.

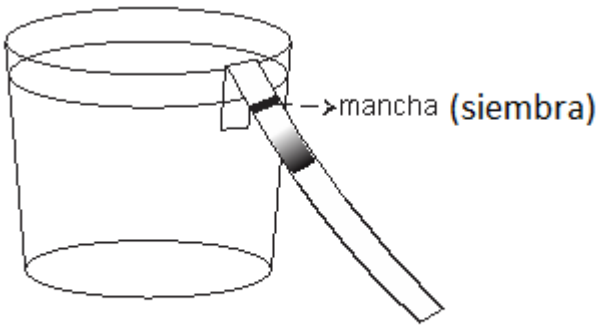
## Parte 3. Cinemática com extratos vegetais

**Procedimento:**

- Corte tiras do papel filtro quadrado de 1 cm de largura e de 13 cm de cumprimento.
- Nestas tiras de papel, trace linhas transversais a LÁPIS, a cada 0,5 cm.
- Coloque água no copo plástico transparente, marcado como número 3, até 1 cm abaixo de sua borda.
- Faça uma "siembra" com um capilar fino, do extrato de beterraba puro na tira de papel, a 3 cm de uma de suas extremidades. (observe a figura abaixo).

  Observação: Fazer uma "siembra", nesse caso, consiste em despejar o conteúdo do tubo capilar em uma superfície preparada, formando uma faixa transversal – mancha. Fique atento à demonstração do monitor no início da prova.
- Dobre a tira de papel filtro, tal que 1 cm fique submerso em água e a marca do extrato fique 1 cm abaixo da borda do copo (observe a figura abaixo).
- A água começa a deslocar-se pela tira e passa pela "siembra". Será observada uma mancha que se desloca ao longo da tira de papel.
- Acione o cronômetro quando a mancha passa pela linha seguinte à faixa da "siembra".

  Registre no mínimo 10 valores de tempo.
- RECOMENDAÇÃO: em uma outra tira, sem linhas, faça um ensaio qualitativo de uns 3 minutos, só para visualizar o fenômeno.



**Objetivo: investigar o movimento da mancha ao longo da tira.**

**Perguntas**

**3.1** Complete a tabela da posição ***x*** do extremo da mancha em função do tempo ***t***.

**3.2** Faça um gráfico de ***x*** versus ***t***.

**3.3** Teoricamente se pode demonstrar que a relação ***x*** versus ***t*** é:

$$x^2 = kt \tag{1}$$

Verifique graficamente se esta proporcionalidade é válida, segundo os dados que foram obtidos.

**3.4** Calcule o coeficiente ***k*** da fórmula (1).

**3.5** Calcule a velocidade média ***v*** para cada intervalo de tempo.

**3.6** Faça um gráfico de ***v*** versus ***x***.