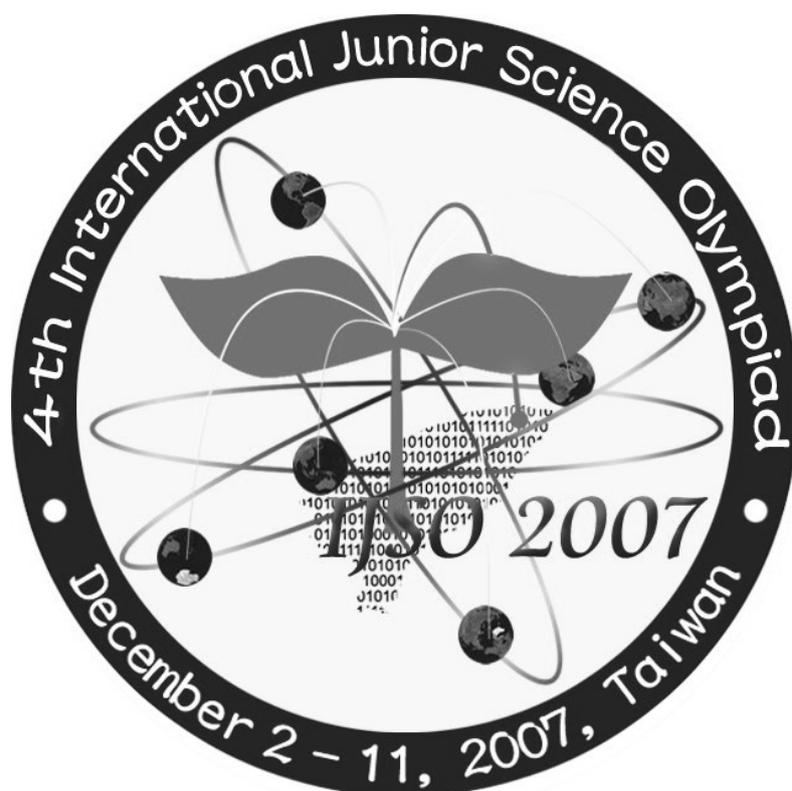


# 4<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad



**Exame Prático**

**08 de Dezembro de 2007**



## 4<sup>th</sup> INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Prova Experimental 8 de Dezembro de 2007

### INFORMAÇÕES IMPORTANTES

1. Durante todo o tempo que você estiver no laboratório, deverá usar equipamentos de segurança.
2. É terminantemente proibido comer ou beber dentro do laboratório. Caso seja necessário, você deve chamar o Assistente do Laboratório e fazer um lanche próximo ao laboratório.
3. Os chuveiros de segurança estão localizados dentro dos banheiros, nos dois lados do laboratório.
4. Espera-se que os participantes trabalhem de forma segura, se comportem socialmente e que mantenham os equipamentos e o local de trabalho limpo. Mantenha o tom de voz baixo quando estiver argumentando com seus colegas de time.
5. Não deixe o laboratório até que você tenha permissão para fazê-lo. Chame o Assistente de laboratório caso precise ir ao banheiro.
6. Os trabalhos só devem começar quando for dado o sinal.
7. Você tem 4,5 horas (incluídos 30 minutos de tempo de leitura) para completar a prova experimental e registrar os seus resultados na folha de respostas. Haverá um aviso 30 (trinta) minutos antes do fim do tempo de prova. Você deve parar imediatamente qualquer trabalho assim que for comunicado o fim da prova. Qualquer atraso acarretará em nota 0.0 (zero) na prova experimental.
8. Tenha certeza que o seu time tem o conjunto completo da prova experimental: 3 (três) cópias da prova e 4 (quatro) cópias das folhas de respostas. Somente uma cópia da folha de respostas (de papel amarelo) será corrigida.
9. Use somente a caneta e a calculadora fornecidas pela organização.
10. O código do time assim como o código dos estudantes, deve ser escrito em todas as páginas da versão amarela da folha de respostas (versão oficial). Cada membro da equipe deve assinar a primeira página da versão oficial.
11. Todos os resultados devem ser escritos nos espaços designados na folha de respostas. Dados escritos em qualquer outra parte, que não a designada, não serão corrigidos.
12. Após completar a prova, ponha todos os equipamentos de volta em seu lugar de origem e descarte todas as soluções no béquer denominado "Waste".
13. Ao fim da prova coloque SOMENTE a versão oficial da folha de respostas (uma cópia apenas) em cima do envelope que está na mesa. Aguarde o Assistente de laboratório verificar e coletar sua prova. Você pode levar todos os outros papéis com você.

## **A. Introdução**

Energia é necessária em nossa vida diária. Eletricidade é uma das formas de energia que é facilmente obtida na sociedade moderna. Produzir e converter eletricidade eficientemente são uns dos mais importantes desafios do século XXI. Na experiência, você construirá uma bateria química, e descobrirá como eletrólitos afetam a corrente, e determinará quão bem (ou mal) produtos naturais conduzem eletricidade. Eletricidade pode ser utilizada para produzir luz, calor e reações químicas. Você irá conectar baterias comerciais no sistema, para iniciar a eletrólise e as reações químicas. Calor é um subproduto indesejado na conversão de eletricidade em luz. Você irá determinar a temperatura de uma lâmpada incandescente.

## **B. Objetivos (Não precisam ser resolvidos em ordem.)**

- I. Estudar as características de uma bateria de fruta e determinar os fatores que influenciam a eficiência desta bateria
  
- II. Observar as partículas de amido na batata e determinar como a amilase as afeta
  
- III. Determinar a relação entre a concentração de um eletrólito e a condutividade de uma célula eletrolítica. Determinar a concentração de uma solução eletrolítica através da relação concentração-condutividade e pela titulação ácido-base
  
- IV. Investigar as propriedades térmicas e de transferência de energia de um filamento de tungstênio em uma lâmpada incandescente

## C. Materiais e aparelhagem

### Parte I: Bateria de Fruta

Materiais	Quantidade	Materiais	Quantidade
Limão	6	Placa de Petri	3
Multímetro (no cesto comunitário)	1	Régua (no cesto comunitário)	1
Cabos de conexão	6	Tesoura	1
Placas de Metal	1 conjunto (A, B, C, D)	Prendedor de plástico	6
LED	1	Faca (Para as partes I e II)	1
“Wash bottle” 500 mL (no cesto comunitário)	1	Toalhas de papel (no cesto comunitário)	1
Luvas de Látex (use o tempo todo para as Partes I, e III)	1 (outras à disposição)	Toalha (no cesto comunitário)	1

### Parte II: Grânulos de amido

Materiais	Quantidade	Materiais	Quantidade
Batata	1	Lâmina e pequena lâmina (Cover slip)	1 set
Microscópio	1	Solução de iodo (1%)	1
Faca (na cesta da parte I)	1	Reagentes (etiquetados como A, B & C)	3

### Parte III: Condutividade de uma solução eletrolítica

Produtos Químicos	Quantidade	Produtos Químicos	Quantidade
$0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaOH}_{(\text{aq})}$	100 mL	$0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ HCl}_{(\text{aq})}$	100 mL
Solução de $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ com concentração desconhecida	100 mL	Indicador	1 mL

Aparelhagem	Quantidade	Aparelhagem	Quantidade
Multímetro (no cesto comunitário)	1	Suporte de Bureta	1
Cabos de conexão	4	Bureta 50 mL	1
Conjunto de Baterias (3V, somente para esta parte)	1	Funil	1
Eletrodo de Pt	2	Erlenmeyer 125 mL	3
Caixa plástica	2	Tubo de ensaio	2
Béquer 600 mL	1	Proveta 50 mL	1
400 mL	1	10 mL	1
100 mL	4	Conta-Gotas	10
TFórceps	1	Etiquetas	1
Luvas de Látex (no cesto comunitário)	1	Toalha (no cesto comunitário)	1
Béquer denominado "Waste" 1000 mL (no cesto comunitário)	1	"Wash bottle" 500 mL (no cesto comunitário)	1

\* Água destilada sempre à disposição. Peça ao assistente de laboratório.

\* Você deve usar luvas todo o tempo. Em caso de contato da pele com ácido ou base, lave imediatamente com água destilada.

\* Todas as vidrarias são lhes fornecidas limpas, e não há necessidade de lavá-las antes dos experimentos. Entretanto, se necessário, você pode limpá-las com uma garrafa rotulada "wash bottle" e transferir a sujeira para um béquer rotulado "Waste".

\* Mantenha o conjunto de baterias na posição desligada ("off") quando não estão sendo utilizadas, como mostrado na figura.



off



on

**Parte IV: Transferência de energia associada a uma lâmpada incandescente:**

Aparelhagem	Quantidade	Foto
Conjunto de baterias (6 V, somente para esta parte)	1	Foto IV-1
Lâmpada	1	Foto IV-2
Resistores	9	Foto IV-3
Cabos de conexão	6	Foto IV-4
Termômetro (Fixo no suporte. Apenas leia, não mexa!)	1	Foto IV-5
Multímetro (no cesto comunitário)	2	

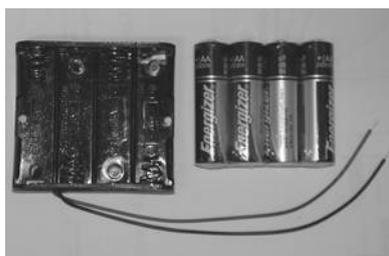
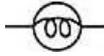


Foto IV-1. Conjunto de Baterias: A voltagem é de 6 V. Existem 2 (dois) pólos, positivo e negativo, vermelho e preto, respectivamente. O conjunto de baterias será representado esquematicamente pelo símbolo .



Foto IV-2. Lâmpada incandescente. Este conjunto tem 2 (dois) pólos para conexão. A lâmpada será representada esquematicamente pelo

símbolo .

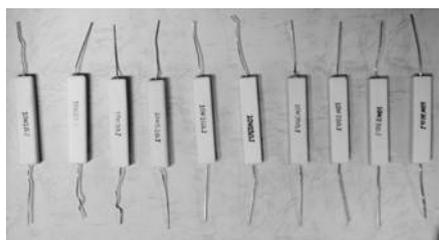
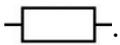


Foto IV-3. Resistores. Cada um é designado com Potência (10 W), Resistência ( $\sim\Omega$ ) e tipo (J). O resistor será

representado esquematicamente pelo símbolo .

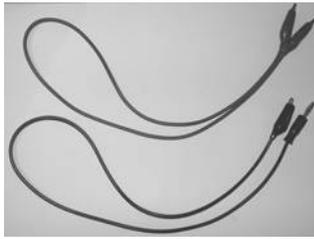


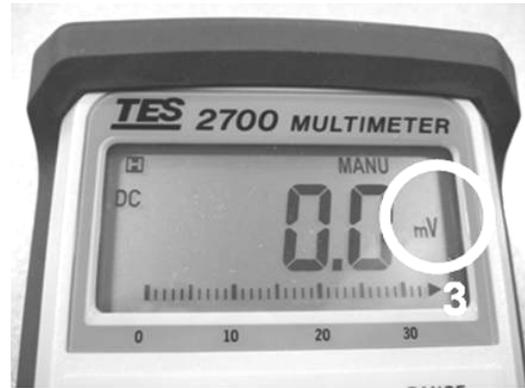
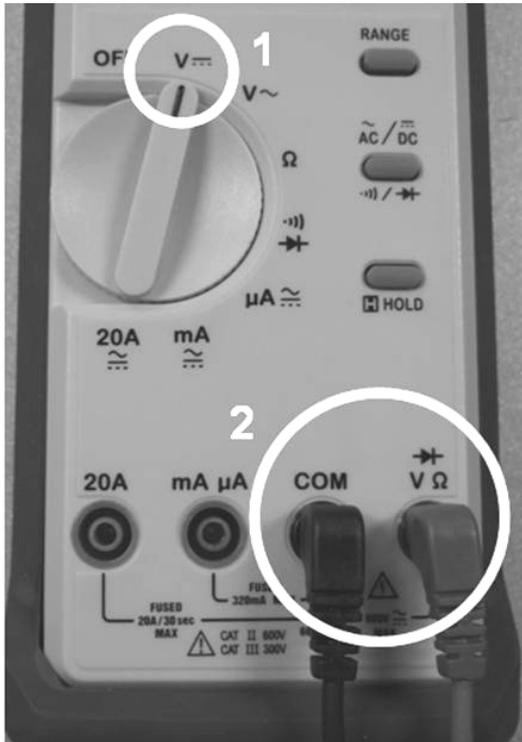
Foto IV-4. Conectores. 2 (dois) tipos de conectores são fornecidos: jacaré-jacaré e jacaré-banana.



Foto IV-5. Termômetro: O termômetro apresenta leitura em Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Caso a leitura apresentada esteja em Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), solicite a presença do assistente de laboratório. Apenas leia a temperatura, não toque no termômetro!

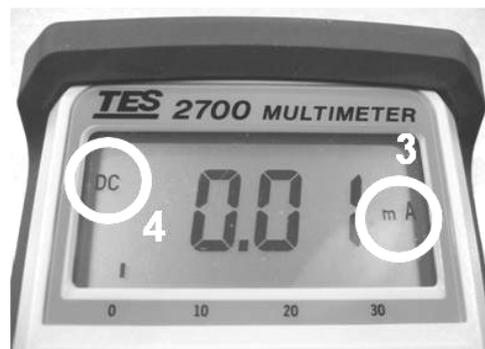
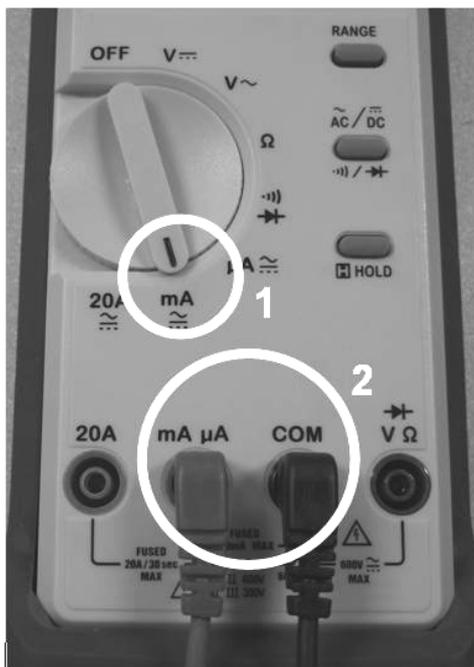
## Conexões e ajuste do seletor para se usar o Multímetro

### Medindo Voltagem:



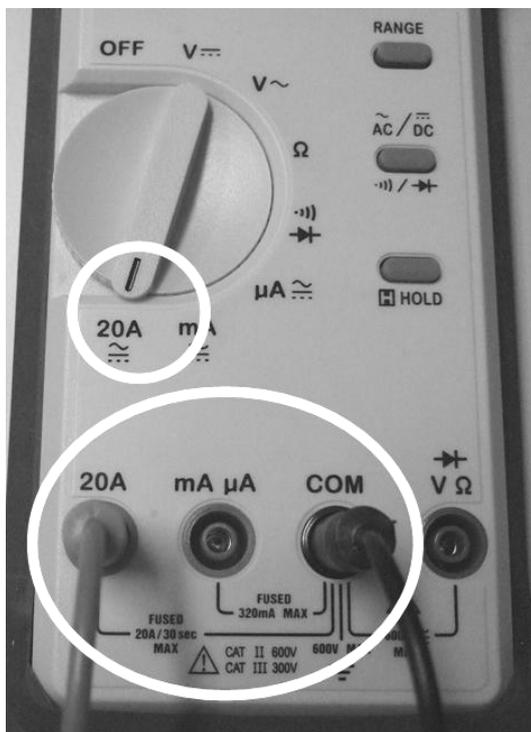
1. Voltagem (Corrente Contínua)
2. COM (Preto)  
V (Vermelho)
3. Unidade de Voltagem (V ou mV)

**Medindo Corrente:** Existem 3 (três) faixas de operação para se medir corrente. Nas partes I e II você irá usar faixas de mA e  $\mu$ A. As conexões são as mesmas para as duas medidas, tanto em mA quanto  $\mu$ A, entretanto você deve colocar o seletor do multímetro na posição correta.

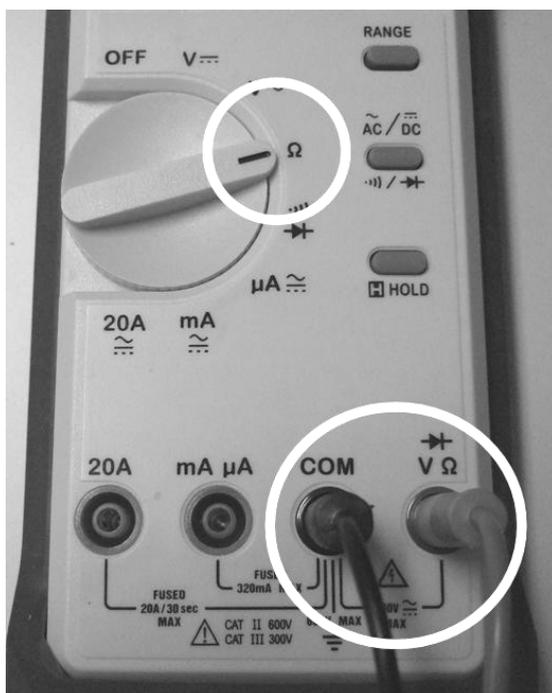


1. Corrente
2. COM (Preto)  
mA ou  $\mu$ A (Vermelho)
3. Unidade de Corrente (mA)
4. Corrente Contínua

Na parte IV, para medir corrente, você deve usar o seletor na posição 20 A. **Um posicionamento incorreto do seletor, tal qual ligações incorretas causarão danos ao equipamento e então não será atribuída pontuação ao grupo.**



**Medindo Resistência:** O Ohmímetro só poderá ser utilizado em circuitos abertos.



## D. Experimentos e Questões

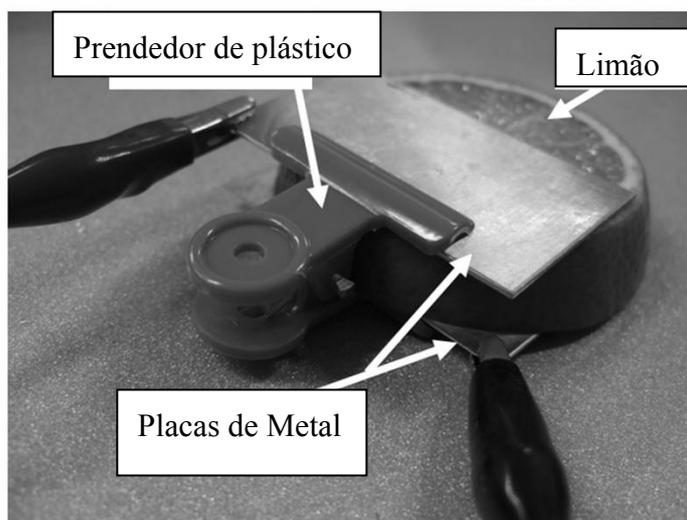
### Parte I: Bateria de Fruta

Baterias contêm 2 (dois) eletrodos que, normalmente, consistem em diferentes tipos de metais, e são preenchidas com eletrólitos de modo a produzir eletricidade a partir de reações químicas entre os eletrodos e o eletrólito. Ao invés de baterias químicas, frutas também podem ser utilizadas para gerar eletricidade. Frutas contêm muito suco (eletrólito) que pode ionizar os eletrodos, a tendência de ionização depende dos tipos de metais e das frutas. As questões I-1~I-3 foram elaboradas para auxiliá-los na determinação das características da bateria de fruta.

**Questão I-1:** Determine como os eletrodos afetam a bateria de fruta.

#### Procedimentos:

1. Use limão para completar este experimento. A espessura do limão entre os 2 (dois) eletrodos deve ser limitada a não mais de 1 cm, como mostrado na figura I-1.



**Figura I-1**

2. Use, nas montagens experimentais, o metal B como eletrodo positivo (+) e os metais A, C e D como eletrodos negativos (-), meça a voltagem gerada para essas baterias de fruta. As conexões dos fios são mostradas na figura I-2.

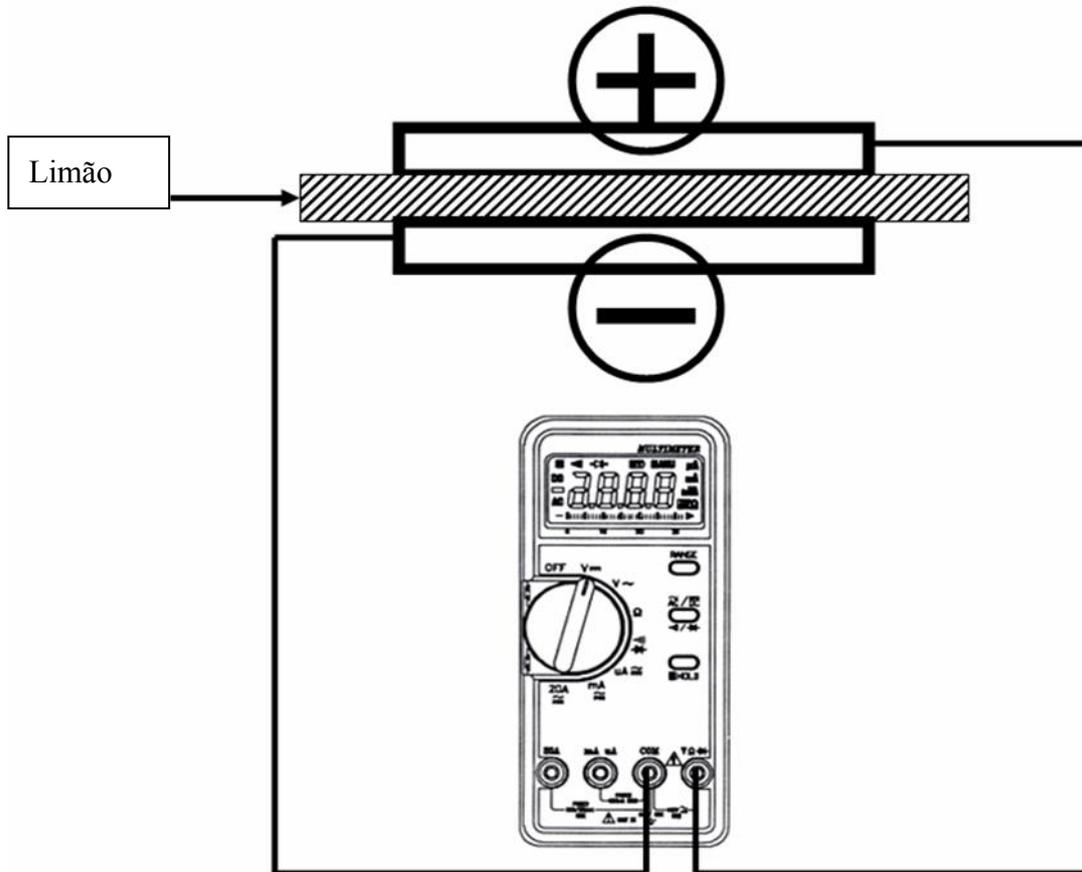


Figure I-2

3. De acordo com os seus resultados, responda as Questões I-1-a e I-1-b.

**I-1-a.** Use o metal B como pólo positivo, qual metal no pólo negativo gera a maior voltagem?

**I-1-b.** De acordo com suas observações, responda as seguintes questões:

- Se os metais D e A fossem utilizados como eletrodos na bateria de fruta, qual deles seria o eletrodo positivo?
- Se os metais D e C fossem utilizados como eletrodos na bateria de fruta, qual deles seria o eletrodo positivo?

**Questão I-2:** Determine quais diferentes variáveis afetam a bateria de fruta

**Procedimento:**

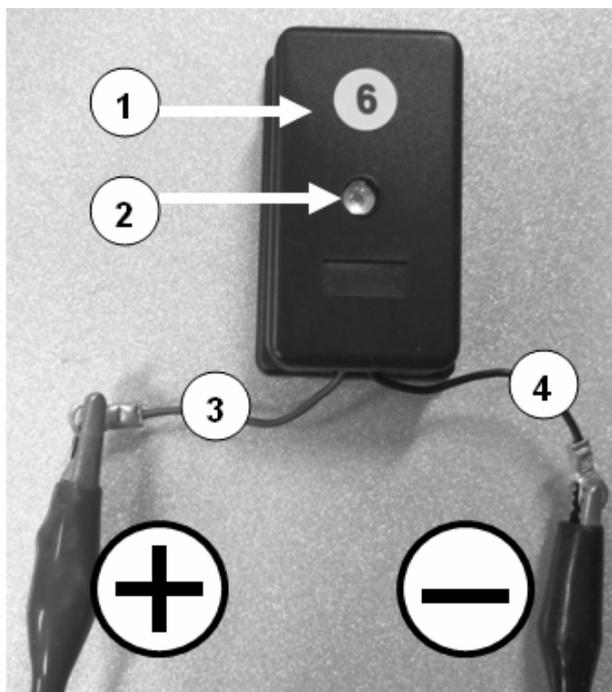
1. Use, na montagem da bateria de fruta, o metal B como eletrodo positivo (+) e o metal C como eletrodo negativo (-).
2. Leia as questões I-2 e I-2-b antes de prosseguir com o experimento.
3. Monte seu próprio experimento para responder as questões I-2-a e I-2-b.

**Quando responder as questões I-2-a e I-2-b, utilize “↑” para representar aumento, “↓” para representar diminuição e “-“ caso não haja variação (menos de 20%).**

**I-2-a.** Diminua a área de contato (pelo menos 3 vezes) entre os metais e a fruta e observe a voltagem (V) e a corrente ( $\mu\text{A}$ ) gerada por essa bateria.

**I-2-b.** Aumente a espessura da fatia de limão (pelo menos 3 vezes) e observe a voltagem (V) e a corrente ( $\mu\text{A}$ ) gerada por essa bateria.

**Questão I-3.** Baseado nas características da bateria de fruta, monte o mais simples dispositivo para acender um LED e responda as seguintes questões:



1. Número do LED
2. LED
3. Fio Vermelho
4. Fio Preto

**Dica:** Um diodo emissor de luz (LED) é um dispositivo semicondutor que emite luz em uma pequena faixa do espectro quando eletricidade flui na direção correta da junção p-n do LED. Esse efeito é chamado de eletroluminescência. Corrente flui facilmente do lado p (+) para o lado n (-) do LED, *mas não no sentido oposto. A eletroluminescência não irá ocorrer caso contrário.*

**\*\*escreva o número de seu LED na sua folha de respostas\*\***

**Elabore seu próprio experimento para responder as questões abaixo**

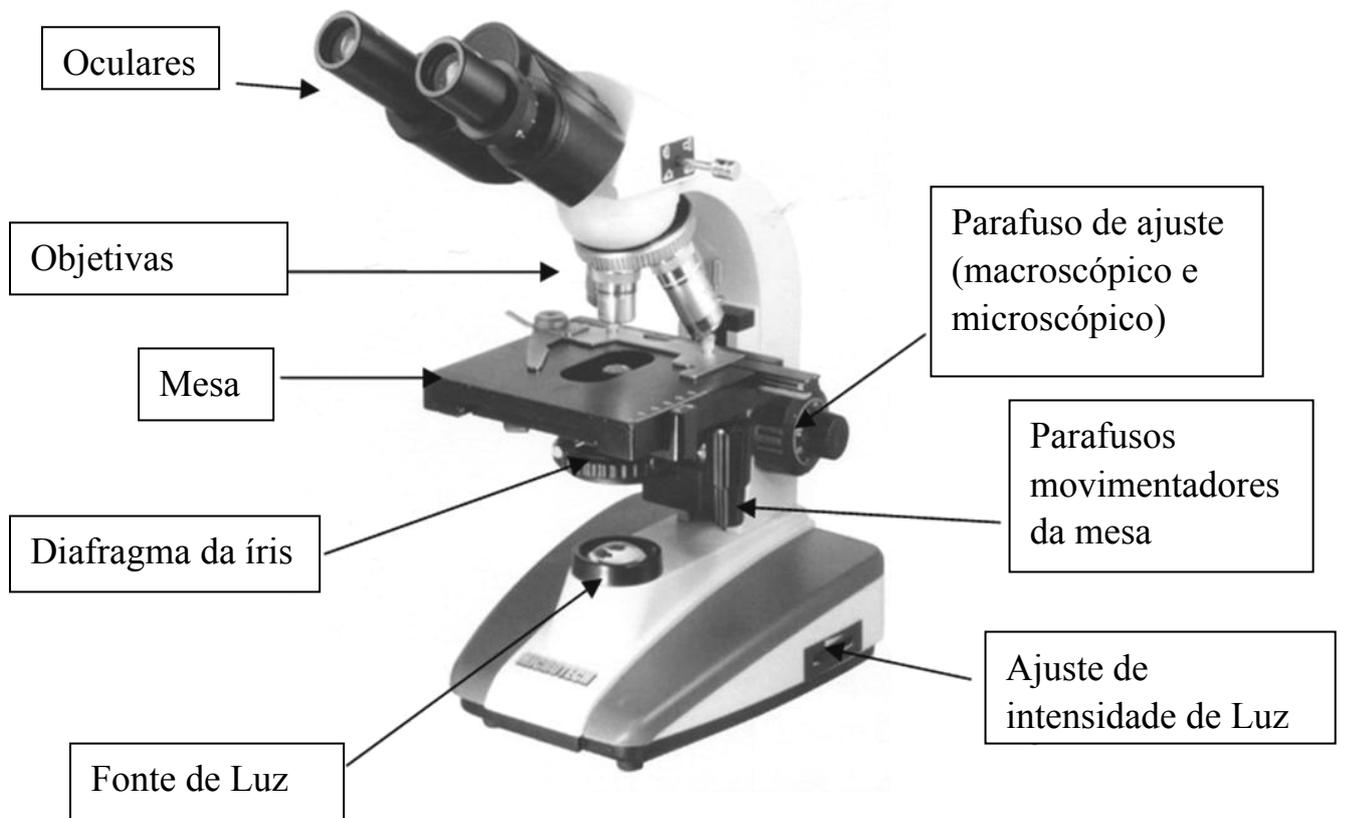
- I-3-a.** Se uma única célula com apenas 1 (um) pólo negativo e 1 (um) pólo positivo é usada para criar uma bateria unitária, quantas baterias unitárias serão necessárias (o número mínimo) para acender o LED?
- I-3-b.** Identifique os metais escolhidos para os eletrodos positivos e negativos.
- I-3-c.** Qual é a cor da luz emitida pelo LED? (Abreviações: Vermelho (**R**), Verde (**G**), Azul (**B**), Branco (**W**))

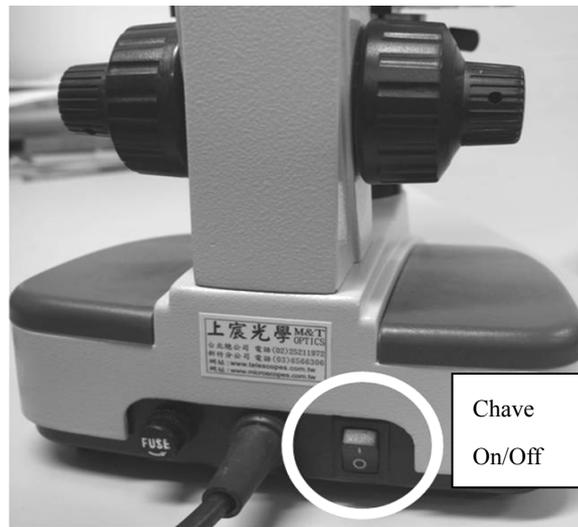
**Quando o LED ascender, levante sua mão para informar o assistente de laboratório, que irá confirmar sua resposta e assinalá-la na sua folha de respostas.**

## Parte II: Grânulos de Amido

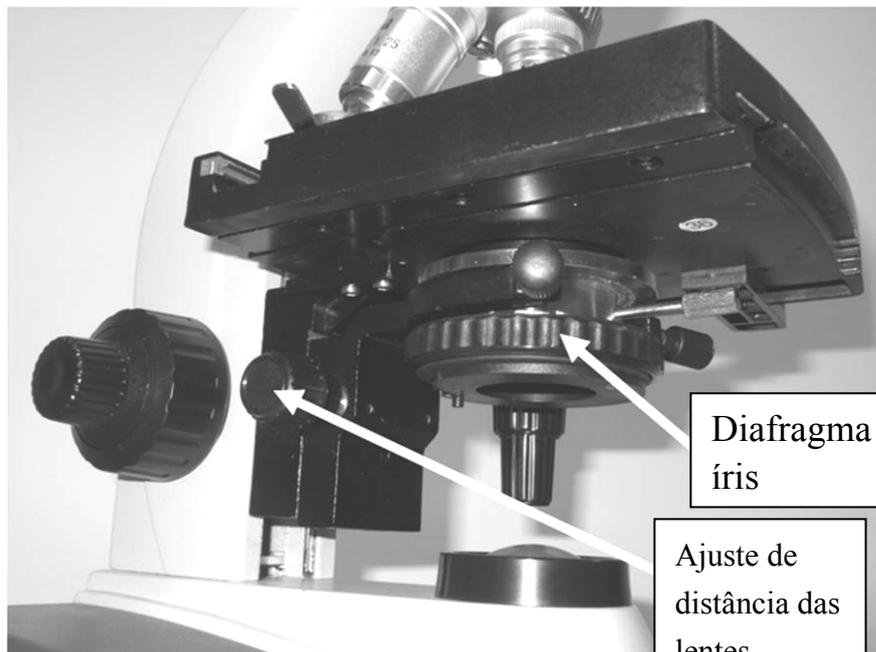
Existem muitas substâncias produzidas durante o metabolismo das células, tais quais grânulos de amido, lipídios e cristais. Amido, um polissacarídeo, é a principal substância armazenadora produzida na fotossíntese e a principal fonte de energia celular. Nas células vegetais, o amido se agrega para formar grânulos de amido. A morfologia do grânulo de amido depende da espécie de vegetal. Amilase (uma enzima que permite digerir amido) é altamente abundante em organismos vivos. Após a digestão pela amilase, o amido converte-se em maltose. Questões II-1~II-2 são elaboradas para auxiliá-lo na observação da estrutura dos grânulos de amido e para determinar o efeito de 3 (três) reagentes (por exemplo, amilase) sobre ele.

Você deve usar um microscópio biológico como o mostrado na figura abaixo.





Chave  
On/Off



Diafragma da  
íris

Ajuste de  
distância das  
lentes

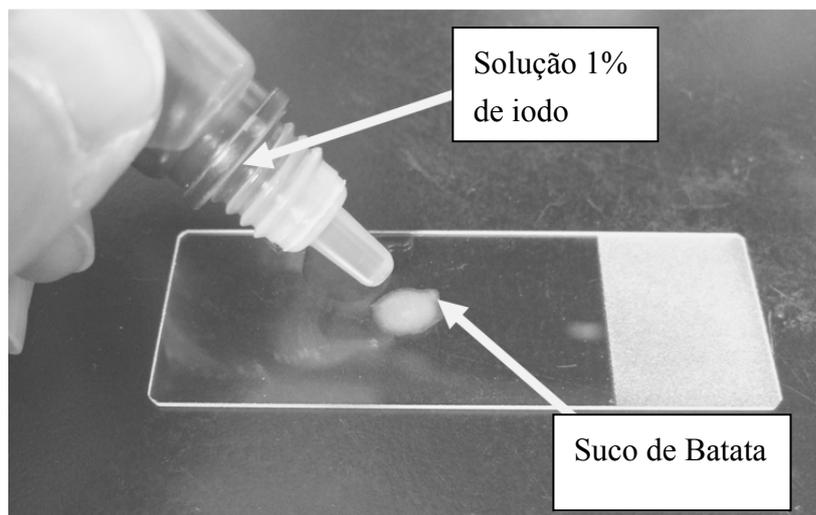
### Usando um microscópio Óptico

- Monte a amostra na lâmina
- Ligue e ajuste a luz
- Ajuste o condensador
- Pense a respeito do que você está procurando
- Localize, foque e centralize a amostra
- Ajuste a separação das oculares e o foco
- Selecione uma objetiva
- Ajuste a iluminação adequada para a objetiva selecionada
- Para obter a estrutura detalhada dos grânulos de amido, você pode precisar ajustar a abertura da íris e a distância da lente até a amostra
- Desligue a luz

**Questão II-1:** Observar a estrutura dos grânulos de amido na batata

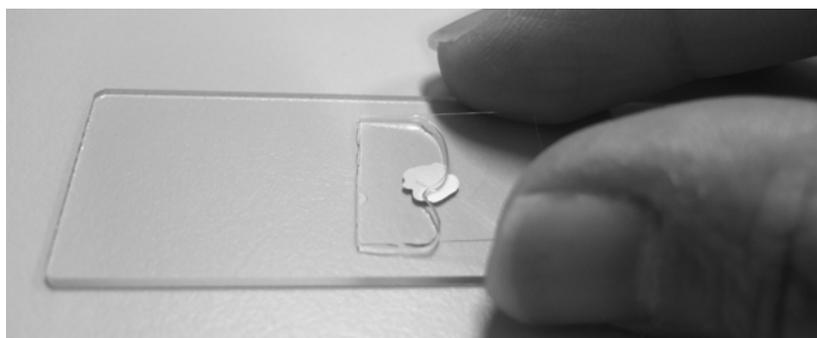
**Procedimentos:**

1. Use uma faca para extrair algum suco de batata (extrato) e deixe-o gotejar sobre a lâmina
2. Adicione uma gota de solução 1% de iodo no suco de batata. Misture-os vigorosamente para colorir os grânulos de amido, como mostrado na figura II-1.



**Figura II-1**

3. Coloque a laminazinha cobrindo a amostra, como mostrado na figura II-2.



**Figure II-2**

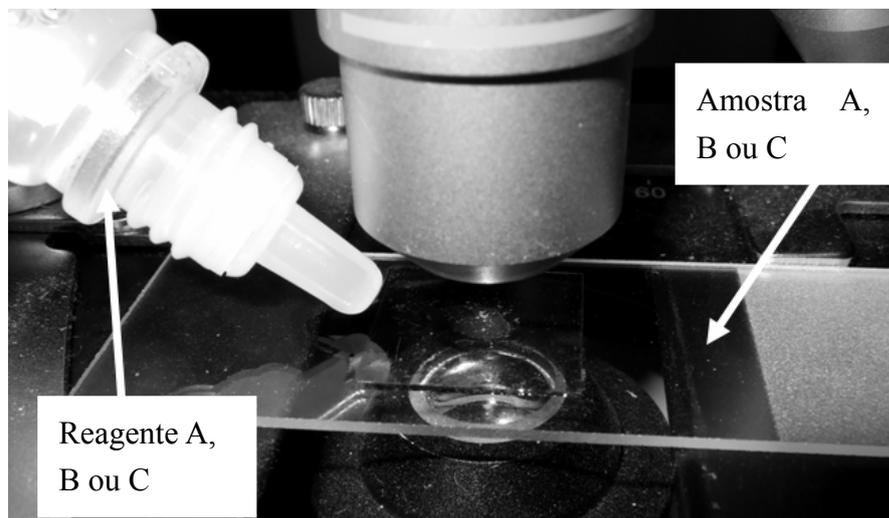
4. Use toalhas de papel para remover o excesso da solução de iodo ao longo da laminazinha.
5. Observe a estrutura dos grânulos de amido na batata.

**II-1** Observe os grânulos de amido na batata através do microscópio. Desenhe, na sua folha de respostas, a forma e as características detalhadas de um grânulo de amido sob um aumento de 400X

**Questão II-2:** Determinar as reações causadas pelos reagentes nos grânulos de amido

**Procedimentos:**

1. Use os mesmos procedimentos da questão II-1 e prepare mais 3 (três) lâminas com grânulos de amido
2. Nomeie (com uma etiqueta) as amostras de grânulos de amido como A, B e C.
3. Coloque as lâminas na mesa do microscópio e use os parafusos de ajustes para observar os grânulos de amido.
4. Adicione uma gota do reagente A na amostra A, a partir de um dos lados da laminazinha, como mostrado na figura II-3.



**Figura II-3**

5. Observe durante os primeiros minutos, usando o microscópio, as mudanças nos grânulos de amido da batata, próximos ao lado onde o reagente foi gotejado.
6. Repita os passos 5 e 6 para os reagentes B e C, nas amostras B e C, respectivamente.
7. Responda as perguntas II-2-a, II-2-b e II-2-c.

**II-2-a.** Após adicionar o reagente A, os grânulos de amido:

- (A) Permaneceram iguais (B) Incharam somente (C) Incharam até romper (D) Encolheram

**II-2-b.** Após adicionar o reagente B, os grânulos de amido:

- (A) Permaneceram iguais (B) Incharam somente (C) Incharam até romper (D) Encolheram

**II-2-c.** Após adicionar o reagente C, os grânulos de amido:

- (A) Permaneceram iguais (B) Incharam somente (C) Incharam até romper (D) Encolheram

### **Parte III: Condutividade em uma solução eletrolítica**

Metais são bons condutores. Alguns compostos também são bons condutores quando dissolvidos em água, como por exemplo, ácido sulfúrico, hidróxido de sódio e ácido nítrico. Chamamos esse tipo de molécula: “eletrólitos”. Soluções aquosas de sacarose e álcool não conduzem eletricidade e, portanto, não são eletrólitos. Isso deixa claro que as propriedades físicas das moléculas determinam a condutividade de suas soluções aquosas. Nesse experimento devemos determinar o efeito da concentração sobre a condutividade de determinados eletrólitos. A condutividade de uma solução é proporcional a corrente para uma voltagem (tensão) constante. Nesse experimento mediremos a corrente para determinar a condutividade.

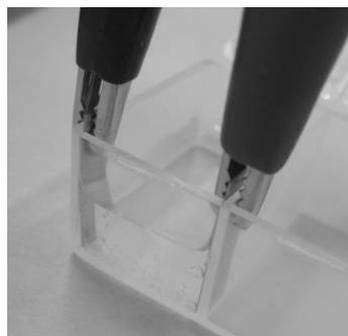
Existem 3 (três) partes nesse experimento. Na parte III-1, soluções de hidróxido de sódio são utilizadas para testar o efeito da concentração sobre a condutividade. Você precisa plotar (construir gráficos ou tabelas) os dados e descobrir a relação entre condutividade e concentração de um eletrólito. Na parte III-2, será dada uma solução de hidróxido de sódio, de concentração desconhecida e você deverá medir a condutividade e descobrir, por interpolação dos dados no gráfico construído em III-1, sua concentração. Na parte III-3 será usado um método convencional de titulação para determinar a concentração da mesma solução desconhecida de hidróxido de sódio.

#### **Questão III-1: Relação entre concentração de hidróxido de sódio e condutividade.**

**Procedimentos: \*\*Registre todos os seus dados na sua folha de respostas\*\***

1. Use a solução  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  fornecida e a proveta para preparar 50,0 ml de soluções de 0,35; 0,25; 0,12 e  $0,06 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ . Transfira as soluções para béqueres de 100 ml para uso posterior.

2. Prenda, utilizando os conectores do tipo jacaré, os eletrodos de Pt nas bordas da caixa de plástico. Conecte-os à bateria de 3 V e ao amperímetro, como mostrado abaixo.



3. Meça 5,0 ml de uma solução  $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  e despeje-a na caixa de plástico. A solução não deve atingir os conectores jacaré. Tenha certeza que todas as conexões estão corretas e então ligue a bateria e comece a marcar o tempo. Registre a corrente lida 30 segundos após ligada a bateria.

**III-1-a:** Registre seus dados no local apropriado.

4. Repita o passo 3 com outra solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  e registre seus dados.

**III-1-b:** Construa o gráfico de:

- (a) concentração (em  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) X Raiz da corrente (em  $\sqrt{\text{mA}}$ ),
- (b) Raiz da concentração (em  $\sqrt{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$ ) X corrente (em  $\text{mA}$ ), e
- (c) Raiz da concentração (em  $\sqrt{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$ ) X corrente ao quadrado (em  $(\text{mA})^2$ ) nos papéis milimetrados na sua folha de respostas.

**III-1-c:** Qual dos gráficos construídos em III-1-b melhor aproxima uma reta?

**Questão III-2:** Determine a concentração de uma solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  através de medidas de condutividade

**Procedimentos:**

1. Meça 5,0 ml de uma solução desconhecida de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ , e despeje-a na caixa de plástico.
2. Faça os procedimentos de medida.

**III-2-a:** Registre a corrente medida

**III-2-b:** Use o gráfico que você decidiu ser a melhor reta, no item III-1-c, para determinar, usando interpolação, a concentração da solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$

3. Após completar todas as medições de corrente, retire os eletrodos de Pt e coloque-os de volta em seus compartimentos. Coloque-os na caixa da Parte III.

**Questão III-3: Determine a concentração de uma solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  usando titulação ácido-base**

**Procedimento:**

1. Coloque em um tubo de ensaio 5,0 ml de uma solução  $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$  de HCl. Adicione algumas gotas de indicador e guarde-o para comparação do ponto de virada da titulação.
2. Coloque em um tubo de ensaio 5,0 ml de uma solução  $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ . Adicione algumas gotas de indicador e guarde-o para comparação do ponto de virada da titulação.
3. Coloque solução de HCl em uma bureta.
4. Meça 20,0 ml de uma solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  com concentração desconhecida em um Erlenmeyer de 125 ml e adicione algumas gotas de indicador.
5. Use solução de HCl para titulação.

**III-3-a: Registre o volume utilizado.**

6. Repita os passos 4 e 5 quantas vezes necessárias, e calcule o volume médio necessário.

**III-3-b:** Calcule a concentração da solução de  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  dada.

## Parte IV: Transferência de Energia associada à lâmpada incandescente

A condutividade (ou resistência) de um material não varia apenas com a concentração, mas também com a temperatura. Materiais com propriedade que variam com a temperatura, como volume, cor e resistência, podem ser utilizados como indicadores de temperatura. Diferentes comunidades científicas utilizam diferentes escalas de temperaturas. As escalas mais comuns são Celsius e Kelvin, como mostrado na tabela IV-1.

Tabela IV-1: 2 (duas) escalas de temperaturas comumente utilizadas

Nome	Símbolo	Unidade	Relação
Celsius	$T_c$	$^{\circ}\text{C}$	$T_c = T_c$
Kelvin	T	K	$T = T_c + 273$

A escala Kelvin é comumente utilizada para recolhimento de dados científicos e análises. Por exemplo, a figura IV-1 mostra o gráfico de Resistência X Temperatura, para um cubo de 1 cm de tungstênio (a secção transversal tem área 1 cm<sup>2</sup>). O eixo vertical mostra a resistência, em  $\mu\Omega=10^{-6}\Omega$ , de um cubo de tungstênio, e o eixo horizontal mostra a temperatura em Kelvin, K.

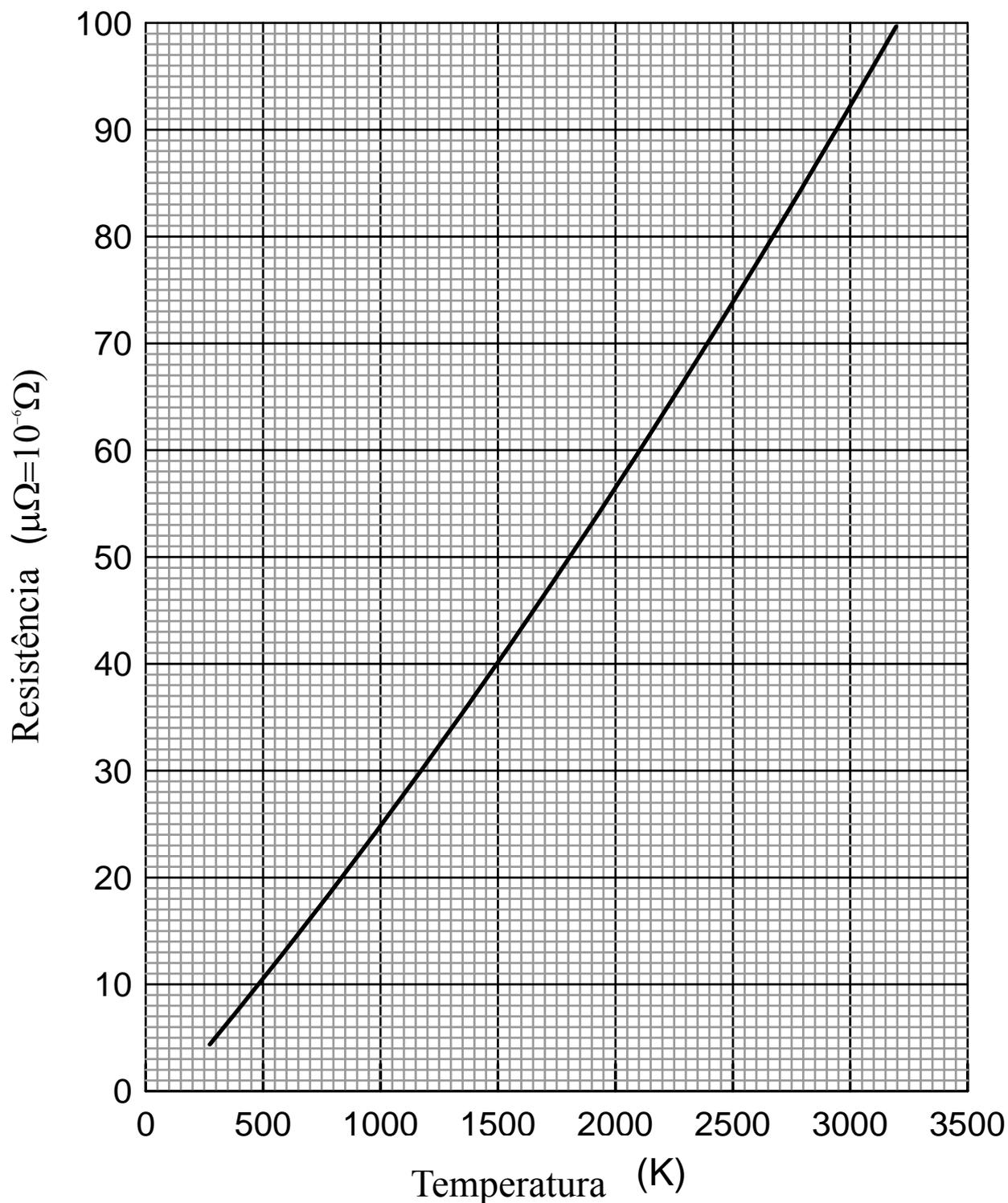


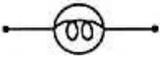
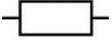
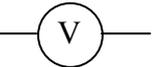
Figura IV-1

**IV-1.** Leia, no termômetro, a temperatura da sala. Registre sua leitura em Celsius. Qual a temperatura da sala em Kelvin?

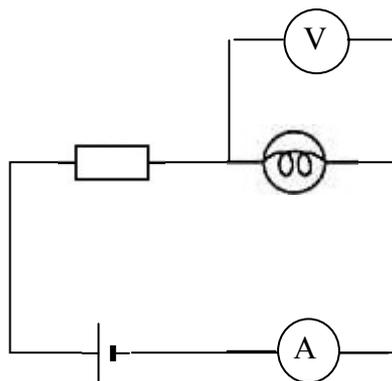
**IV-2.** Use multímetro para medir a resistência do filamento de tungstênio da lâmpada, à temperatura ambiente.

Os símbolos de circuito usados nesta parte estão dados na tabela IV-2

Tabela IV-2: Símbolos de circuitos.

Componente	Lâmpada	Bateria	Resistor	Amperímetro	Voltímetro
Símbolo					

Conecte a caixa de baterias (6 V), a lâmpada, e o maior resistor como representado na figura IV-2. A corrente ( $I$ ) e a voltagem ( $V$ ) do filamento da lâmpada podem ser medidas por multímetros através de ligações apropriadas.



**Figura IV-2.**

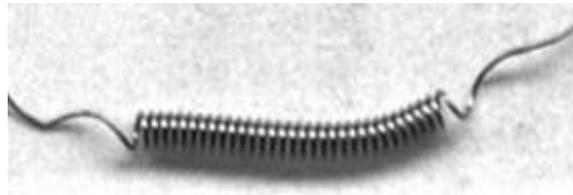
**IV-3.** Você pode mudar o resistor para variar a voltagem (tensão) e a corrente na lâmpada. O suposto valor de voltagem, para resistência zero, deve ser anotado. Pelo menos 10 pontos são necessários. Anote o conjunto de dados ( $I \times V$ ) na folha de respostas. **Tenha certeza de registrar e calcular cada dado para 2 (dois) dígitos após a vírgula.**

**IV-4.** A partir das medidas ( $I \times V$ ), calcule a resistência  $R$  e a potência elétrica  $P$  da lâmpada, para cada par ( $I, V$ ). Registre todos os resultados calculados na tabela correspondente na folha de respostas.

**IV-5.** Utilize seus dados e calcule, para cada par ( $I, V$ ), a temperatura ( $T$ ), em Kelvin, do filamento de tungstênio da lâmpada. Registre todos os resultados calculados na tabela correspondente na folha de respostas.

**Dica:**

Como mostrado na ampliação abaixo, as dimensões do filamento de tungstênio da lâmpada são bastante diferentes daquelas do cubo descrito na introdução.



**IV-6.** Calcule o logaritmo da potência,  $\log(P)$ , e o logaritmo da temperatura,  $\log(T)$ , e preencha os dados na tabela na sua folha de respostas.

**IV-7.** Construa o gráfico da potência elétrica,  $\log(P)$ , versus o logaritmo da temperatura,  $\log(T)$ .

O filamento de tungstênio pode transferir energia para o ambiente por meio de 3 (três) processos. Eles são: condução, convecção e radiação. As potências transferidas são: potência de condução  $P_{CD}$ , potência de convecção,  $P_{CV}$  e potência de radiação,  $P_{RD}$ , respectivamente.

Dois dos processos de transferência de energia, condução e convecção, necessitam de meio material para ocorrerem, e sua potência total é proporcional a diferença de temperatura entre o filamento ( $T$ ) e a temperatura do ambiente ( $T_e$ ),  $\Delta T = (T - T_e)$ . De outra forma, o processo de transferência de energia por radiação pode ocorrer sem a necessidade de um meio material. A taxa de transferência de energia por radiação é exponencialmente proporcional à temperatura do filamento,  $T^\beta$ , e normalmente  $\beta$  é maior do que 1 (um). Desta maneira, a transferência total de energia do filamento quente para o ambiente pode ser modelada como:  $P_{tot} = \alpha \cdot T^\beta + \gamma \Delta T$ , e  $\alpha$  e  $\gamma$  são constantes positivas.

**IV-8.** Analise seus dados e determine o valor de  $\beta$ . Desenhe nos gráficos as curvas necessárias e registre suas respostas e fórmulas utilizadas nessa determinação nos espaços correspondentes.