



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Mestrado Profissional em Ensino de Física  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



**Física e meio ambiente: Criação de rede de monitoramento  
de chuvas no colégio Estadual Coronel João Limongi em  
São José do Vale do Rio Preto**

Manual do professor

Bruno do Espírito Santo Batista

Dr. Helio Salim Amorim

Dra. Claudine Dereczynski

Dissertação de Mestrado  
apresentada ao Curso de  
Mestrado em Ensino de Física  
do programa de mestrado:  
Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física, ministrado  
no polo UFRJ como requisito  
parcial para obtenção do título  
de Mestre em Ensino de Física

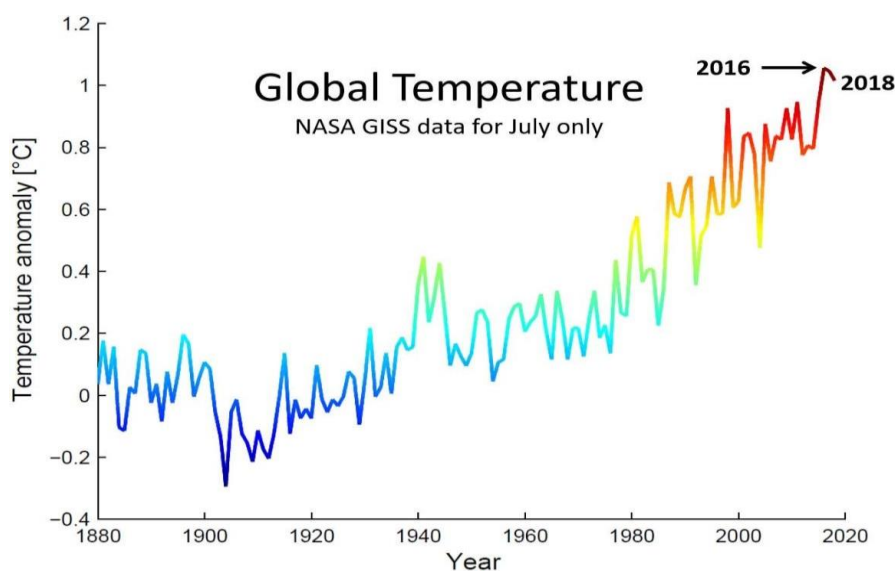
Rio de Janeiro  
Novembro de 2019

## SUMÁRIO

<b>1) INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2) UM VISLUMBRE SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO ADOTADO .....</b>	<b>2</b>
<b>3) PLANO DE TRABALHO .....</b>	<b>4</b>
<b>4) PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS PARA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE .....</b>	<b>7</b>
<b>TEXTO I: O ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>TEXTO II: O PLUVIÔMETRO PET: CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>II-1 – Construção .....</b>	<b>13</b>
<b>II-2 – Utilização correta do PPET .....</b>	<b>15</b>
<b>II-3 – Atividade final: aferição .....</b>	<b>18</b>
<b>5) COLETA E TRATAMENTO DE DADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>6) DISCUSSÃO DE RESULTADOS COM AS TURMAS .....</b>	<b>20</b>
<b>Apêndice A: FOLHA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências .....</b>	<b>24</b>

## 1) Introdução

Falar sobre meio ambiente é muito comum nas aulas de geografia, ciências, entre ativistas de causas ambientais, entre outros grupos. É fácil constatar que há pouca conexão deste tema com o ensino de Física em nossas escolas. Atualmente, o debate sobre problemas ambientais vem sendo dominado pela questão das mudanças climáticas. O clima de nosso planeta está mudando e termos como, imprevisibilidade climática, eventos meteorológicos extremos, aquecimento global, efeito estufa estão na 'ordem do dia'. O gráfico apresentado na Figura 1.1, mostrando a elevação sistemática da temperatura da atmosfera ao longo dos anos, tem-se mostrado presente em todos os debates, como um arauto sinistro do que vem por aí. Alguns debates acalorados estão acontecendo em nossa sociedade, particularmente quando acompanhamos as plataformas sociais na internet, sobre se isso está acontecendo por força de fatores naturais e, portanto, incontroláveis, ou se são provocados pelo homem e seu modo predatório de



**Figura 1.1** – Diferença de temperatura média global em relação a temperatura média global para o período de 1880 – 1920 (Fonte: dados da NASA repercutida pela Revista Galileu em, <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2018/08/temperatura-da-terra-ja-e-maior-dos-ultimos-120-mil-anos.html>).

lidar com a Natureza. Se for este o caso, é possível ainda executar ações que venham atenuar as previsões sombrias que nos chegam. Seja como for, todos, autoridades e sociedade civil, estão de acordo de que é necessário o enfrentamento do problema das mudanças climática e que para isso é fundamental a conscientização de todos sobre o real problema, particularmente dos jovens. Assim, não podemos deixar de pensar na enorme, e estratégica, importância que a escola tem nesta questão. Particularmente a escola dedicada ao Ensino Médio.

Chuvas intensas são eventos que podem culminar em enchentes e deslizamentos de terra, sendo bastante comuns na região sudeste do Brasil, em especial nas estações chuvosas que vão de novembro a março. Esses eventos, localizados, têm sido sentidos em intensidades cada vez maiores. Em contrapartida, a não uniformidade na distribuição das chuvas comumente resulta em problemas de abastecimento nos períodos de estiagem (Marques, 2017), o que faz com que sejam essenciais os estudos sobre o padrão das chuvas aqui no Brasil e suas tendências regionais de alteração.

O ensino de física é abordado ao lidar com coleta e tratamento de dados durante a atividade, erros de medição, unidades de medidas, e conceitos abordados em termodinâmica como calor latente que podem fazer com que o aluno tenha uma noção das energias envolvidas na condensação das águas das chuvas por exemplo.

## **2) Um vislumbre sobre o referencial teórico adotado**

Desde meados do século XX a educação vem sofrendo mudanças significativas motivadas por rápidas mudanças sociais. A própria escola, que tem como finalidade instruir as gerações futuras no que já foi historicamente feito pelas gerações anteriores também sofreu mudanças. Por muitos anos, o conhecimento foi transmitido de maneira direta, por intermédio de um professor, de forma sequencial, ordenada didaticamente e hierarquizada por graus de dificuldade, para alunos que repetiam os conhecimentos assimilados

de uma forma esquematizada e desarticulada do mundo real (CARVALHO, 2013).

Essa ideia da transmissão do conhecimento passou a ser modificada devido ao surgimento de dois fatores principais: o primeiro deles foi a quantidade exponencial de conhecimento que estava sendo produzido. O segundo fator foram os trabalhos psicológicos e epistemológicos feitos por Piaget, assim como os conhecimentos produzidos por Vigotski, comprovando que a construção do conhecimento é feita tanto em níveis individuais quanto sociais (CARVALHO, 2013).

O ensino de Física deve deixar de ser apresentado como mera memorização de fórmulas e repetição de procedimentos, seja em situações artificiais ou completamente abstratas. Tendo em mente o desafio de concretizar novos horizontes, busca-se uma nova forma de se ensinar ciências, estabelecendo as pontes entre aquilo que o aluno já sabe, o que já faz parte de sua realidade e o conteúdo que será ministrado, a ser aprendido (Ausubel, 2003).

Segundo Neto (2011), em seu artigo “A perspectiva ambiental no curso de Licenciatura em Física da UFPI: reflexões sobre o atual Projeto Político Pedagógico”, a Ciência não é uma atividade neutra e isolada, estando intimamente ligada a aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais, o que faz com que seja imprescindível que a sociedade tenha participação cada vez maior das decisões em termos de ciência e tecnologia.

Estabelecer ligações entre a Física e temas transversais como Climatologia e Meteorologia é uma tarefa que apesar de algumas relações serem bem nítidas, não é uma tarefa simples, pois requer uma abordagem bem mais profunda que o normalmente feito em classes de educação básica, com um enfoque multidisciplinar.

A proposta de ensino visa trazer diferentes bases conceituais para fortalecer sua construção e, buscar uma melhor chance de alcançar a aprendizagem por parte dos alunos para o conteúdo a ser ensinado. Como fundamentação teórica para as metodologias de ensino por investigação, foi feita a opção do uso do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que já está bem consolidado no meio do ensino de um modo geral e no meio do ensino de Física. Sendo que o enfoque de CTS traz consigo: (i) a exposição de

conhecimentos e habilidades científicas e tecnológicas em um contexto social e pessoal; (ii) a integração de conhecimentos e habilidades tecnológicos e (iii) o aumento dos processos que estão ligados à investigação e à tomada de decisão (BYBEE, 1987 apud SANTOS; MORTIMER, 2002), sua evolução, o enfoque CTSA passa incluir a temática ambiental (PINTO, 2013)

### **3) Plano de Trabalho**

Inicie a aplicação apresentando para a turma o tema das Mudanças Climáticas Globais (MCG). Essa apresentação se faz através de um conjunto de slides para Datashow (meio recomendado), porém uma atividade em que os alunos pesquisem em casa e debatam sobre o tema pode funcionar muito bem também. Naturalmente, a apresentação pode ser encaminhada de outras formas dependendo de cada escola. A opção pelos slides é pela força da linguagem visual e a possibilidade de se uniformizar a apresentação para diferentes turmas envolvidas, quando for o caso. A apresentação pode ser encontrada no CD com os produtos deste trabalho de tese. Podemos dividir a apresentação em três partes:

1. Vários fatos climáticos são apresentados que corroboram a conclusão de que o clima global está em transformação. O equilíbrio atmosférico, em termos globais, está instável e não temos uma visão clara do que vai suceder, ou seja, para onde tende o clima. Várias informações veiculadas pelas mídias nesses últimos anos são apresentadas e uma visão da evolução histórica dessas mudanças são discutidas. O aquecimento da atmosfera pelo efeito estufa é discutido qualitativamente.
2. O problema das mudanças climáticas precisa ser enfrentado pela humanidade. Um dos pontos fundamentais para esse enfrentamento é a informação. Muito material informativo preparado por organismos internacionais de grande respeitabilidade está disponível na internet. Citamos em aula como

dois exemplos particularmente importantes a página do IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) da ONU e a página do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Uma divisão especial do INPE, o CCST (Centro de Ciência do Sistema Terrestre) pode ser acessado a partir da página do INPE e disponibiliza uma grande quantidade de informações sobre mudanças climáticas com foco especial no nosso país.

3. Partindo da visão global, devemos procurar entender o que está acontecendo localmente. Precisamos conhecer melhor o clima de nosso município e conhecer melhor como as chuvas severas impactam a nossa cidade. Pensando localmente podemos participar mais conscientemente do debate internacional sobre as mudanças climáticas.

Um segundo tempo de aula é usado para apresentar a proposta da REMC (Rede Escolar de Monitoramento do Clima). Nesta aula, planejamos organizar e relacionar o conjunto de ações que serão desenvolvidas. Vamos discutir as regras e como se dará a participação de todos. As seguintes questões são discutidas:

1. Cada aluno será encarregado da medida do índice pluviométrico local, em sua residência. O índice pluviométrico é medido em milímetros e é discutido no Texto I. O texto ali apresentado serve como material instrucional e pode ser usado pelo professor com seus alunos. A medida do índice pluviométrico deve ser realizada diariamente e deve seguir padrões adotados pela rede oficial para que seja possível estabelecer futuras comparações com medidas realizadas em outras áreas. Segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) as medidas devem ser realizadas no horário padrão de 12:00 h UTC (*Coordinated Universal Time* ou Tempo Universal Coordenado) o que equivale a 9:00h no horário de Brasília. O período de medida e a época escolhida devem ser decididas

pelo professor, mas não deve ser menor do que um mês e, preferencialmente, na estação das chuvas.

2. Cada aluno terá o seu próprio pluviômetro, que deverá ficar instalado em lugar fixo e de fácil acesso em sua residência. Cada aluno construirá o seu pluviômetro e por ele ficará responsável. O modelo de pluviômetro adotado é o conhecido pluviômetro PET e as instruções de construção e de uso disponibilizadas para os alunos são dadas no Texto II
  
3. Cada aluno receberá uma folha de dados para que possa anotar as medidas de forma clara e organizada. A folha de dados proposta para o trabalho é apresentada no Apêndice A. Nela devem ser anotadas o endereço da residência que abriga o pluviômetro e as coordenadas latitude x longitude correspondentes. Essas coordenadas podem ser providenciadas por cada aluno a partir do uso do Google Earth. No final do período, as folhas serão recolhidas e cada aluno será responsável por sua transcrição para o formato .xls do Excel (BROffice).

Para motivar os alunos no debate dos problemas ambientais, sugerimos a exibição de alguns filmes como,

- O dia depois de amanhã (2004),
- Uma verdade inconveniente (2006),
- Seremos história (2016),

sendo este último, em disparado, o mais incisivo dos três por apresentar informações das alterações do clima ao redor do mundo devido à interferência antrópica.

Pode ser proposto às turmas atividades interdisciplinares com as disciplinas de biologia e geografia para que abordem o Efeito Estufa, uma vez que ambas abordam esse assunto, cada qual com seu respectivo enfoque.

No final do período de coleta de dados, devemos proceder a análise dos dados considerando os objetivos da investigação. Algumas ações devem ser comuns e precisam de uma padronização. Planejamos para a realização desta etapa a utilização de gráficos como método de trabalho, e fizemos a opção do uso de software, ou seja, análise não manual. Esse é um ponto em aberto e que



deve ser avaliado pelo professor interessado em aplicar este projeto. A alternativa é a análise manual através da construção de gráficos em papel milimetrado. Neste último caso privilegiamos a prática das boas regras de construção de gráficos, regras que em geral estão configuradas no software e que passam despercebidas pelos usuários. Planejamos o uso do Excel, em sua versão gratuita do pacote BOffice, para esta etapa do trabalho. É previsto que os alunos, ou ao menos parte deles possua computador em casa, há também os computadores do laboratório de informática, que na época ainda se encontrava disponível para o uso dos alunos, sob a supervisão de um dos professores. Os resultados da coleta de dados no período já deverão estar na forma da planilha Excel.

Espera-se desta forma ao organizar os alunos para que seja criada a REMC, que seu funcionamento se torne mais evidente quando os alunos estiverem reunidos confrontando seus dados entre si para que possam responder às questões propostas do trabalho de investigação:

- Em qual bairro ocorreram as chuvas mais frequentemente?
- E as mais intensas?
- Se a base de dados for a média das medições feitas em cada bairro, o resultado seria o mesmo?

#### **4) Preparação dos materiais para aplicação da atividade:**

##### **Texto I: O índice pluviométrico**

O índice pluviométrico é uma medida da intensidade da chuva observada em um dado lugar. O índice é determinado de uma forma que permita comparar o volume de chuva em diferentes lugares.

Podemos pensar em medir a quantidade de chuva observada em um determinado lugar, colocando um funil na boca de uma garrafa e deixando a garrafa com o funil na chuva. Terminada a chuva podemos recolher a garrafa e medir o volume de água acumulada (ver Figura 4.1). Seguramente, este volume é uma medida da quantidade de chuva ocorrida no lugar, mas tem um problema: essa medida não serve para uma comparação com o que ocorreu em outros lugares. A razão é simples,



**Figura 4.1** – um funil e uma garrafa PET podem ser usados para coletar a água da chuva. Após a chuva, o volume de água coletada na garrafa pode ser usada para comparar com outras chuvas. (Foto: Prof. Helio Salim de Amorim)

se tivéssemos usado um funil maior teríamos coletado mais água! Em outras palavras, se uma coleta de chuva feita em outro lugar usou um funil menor (ou maior) do que o meu, não teríamos como comparar para saber onde choveu mais comparando apenas os volumes de água coletada.

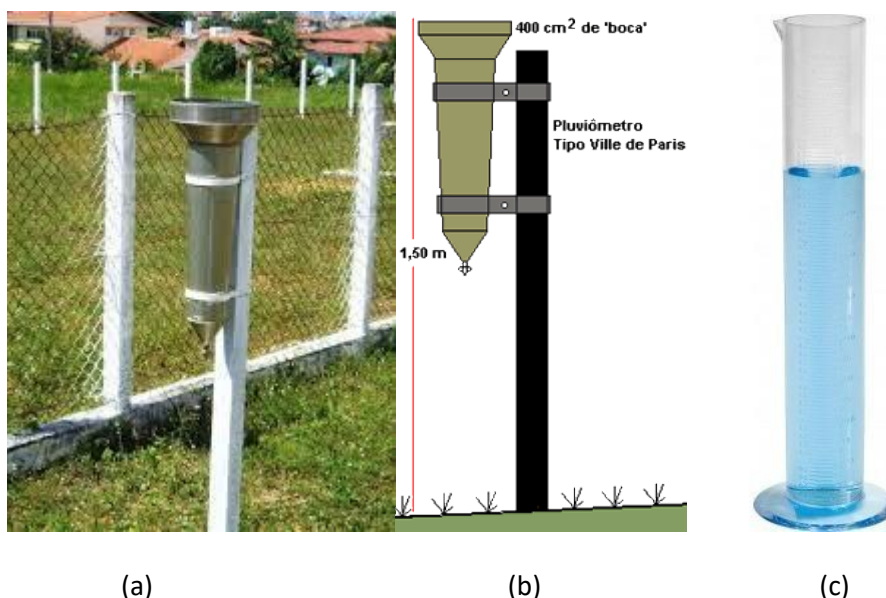
Devemos concordar com o seguinte raciocínio: se tivéssemos usado um funil com o dobro de área teríamos coletado o dobro de água. Se fosse o triplo da área, teríamos coletado o triplo de água e assim por diante. Para quem não está convencido, podemos dizer de uma outra forma: usar na garrafa um outro funil com o dobro da área do primeiro é a mesma coisa de usarmos dois funis de mesma área do primeiro e duas garrafas. Com essas duas garrafas vamos coletar o dobro de água se tivéssemos apenas uma. A área da boca do funil controla o volume de água coletada.

Se não podemos usar o volume de água coletada na garrafa para comparar onde choveu mais, como podemos fazer? A resposta é simples, basta dividir o volume de água coletada pela área da boca do funil! Vamos fazer um raciocínio envolvendo números. Se tenho um funil com uma boca de  $20 \text{ cm}^2$  e coletamos  $10 \text{ cm}^3$  de água numa chuva, devemos concordar, pelo raciocínio anterior, de que se tivéssemos um funil com  $40 \text{ cm}^2$  teríamos coletado  $20 \text{ cm}^3$  de água. Se tivéssemos um funil de  $60 \text{ cm}^2$  de área teríamos coletado  $30 \text{ cm}^3$  de água e assim sucessivamente. Assim podemos definir um índice pluviométrico que não depende da área do funil fazendo a conta como,

$$\text{índice pluviométrico} = \frac{\text{volume de água coletada}}{\text{área da boca do funil}} = \frac{10\text{cm}^3}{20\text{cm}^2} = \frac{20\text{cm}^3}{40\text{cm}^2} = \frac{30\text{cm}^3}{60\text{cm}^2}$$

$$= 0,5 \text{ cm}$$

O índice pluviométrico definido desta forma é de fato uma grandeza útil, pois não depende área do funil. Se fizermos assim em todos os lugares de coleta vamos obter números (medidas) que podemos usar para comparar onde choveu mais ou menos, não é mesmo? Essa garrafa com funil pode ser usada agora para medir o índice pluviométrico e damos a esse dispositivo o nome de *pluviômetro*,



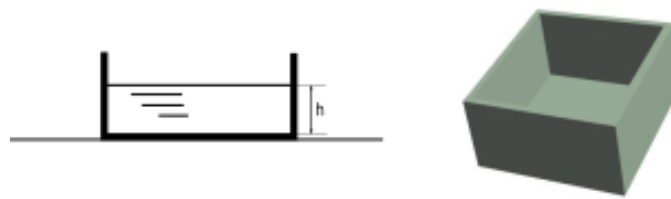
**Figura 4.2** – (a) Pluviômetro modelo *Ville de Paris*, modelo considerado padrão pela OMM; (b) Padrão de instalação. O pluviômetro deve ser fixado perfeitamente na vertical (c) Proveta graduada diretamente em índice pluviométrico em milímetros.

(do latim, *pluvi* = chuva e *metru* = medir).

Essa definição nos auxilia a construir pluviômetros bem funcionais. Veja a Figura 4.2. Nela mostramos um pluviômetro profissional, tal como usado em inúmeras estações meteorológicas no Brasil, e mundo afora. Esse modelo, conhecido como *Ville de Paris*, é considerado como modelo padrão pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia). É normalmente fabricado em aço inoxidável e possui uma boca afunilada com área de captação de 400 cm<sup>2</sup>. O aço inox é muito resistente, não enferruja, o que dá grande durabilidade ao pluviômetro que, por função, trabalha exposto ao tempo. A água acumulada fica

armazenada na parte tubular e pode ser retirada pela pequena torneirinha na extremidade final. O volume é coletado diretamente com uma proveta graduada como indicado na Figura 4.2(c). Algumas provetas para o Ville de Paris já são fornecidas com uma graduação em índice pluviométrico. Ou seja, não é necessário dividir o volume coletado pela área do funil ( $400 \text{ cm}^2$ ): a graduação já leva em conta esta área. É tudo muito simples e preciso. Com este pluviômetro podemos alcançar medidas com incertezas experimentais muito pequenas como  $0,1 \text{ mm}$ .

Se usarmos um recipiente de base plana e paredes laterais ortogonais à base, tal como uma caixa com o formato, por exemplo, de um paralelepípedo (ver Figura 4.3), mantido na horizontal, o índice pluviômetro pode ser medido diretamente como a altura da lâmina de água. Podemos dizer que a chuva



**Figura 4.3** – Em um recipiente de base plana com paredes ortogonais, a altura da lâmina da água de chuva coletada já é o próprio índice pluviométrico.

acumulada foi de  $h \text{ mm}$ , ou  $h \text{ mm/m}^2$ .

Se considera, em termos qualitativos, que o índice pluviométrico acumulado em uma chuva permite classificá-la como:

- Chuva fraca: menos de  $2,5 \text{ mm}$
- Chuva moderada: de  $2,5 \text{ mm}$  a  $10 \text{ mm}$
- Chuva forte: de  $10 \text{ mm}$  e  $50 \text{ mm}$
- Chuva muito forte: acima de  $50 \text{ mm}$

(Fonte: <https://webinformado.com.br/tag/10mm-de-chuva-e-muito-ou-pouco/>)

Uma outra propriedade importante para se avaliar uma chuva é o tempo. Uma chuva, mesmo que fraca, que tenha acumulado  $2,5 \text{ mm}$  no total, mas que tenha ocorrido num pequeno intervalo de tempo pode produzir danos significativos. Nesse caso, pelo menos dentro da perspectiva dos danos, tenderíamos a

chamar essa chuva de uma autêntica tempestade. Por isso, é interessante se definir uma outra quantidade que corresponda ao índice pluviométrico por unidade de tempo. Essa quantidade é chamada de *intensidade pluviométrica* e é dada normalmente em unidades de *mm/min* ou *mm/h*.

A *intensidade pluviométrica* é uma quantidade tão importante para se avaliar riscos que alguns pluviômetros foram especialmente desenvolvidos para medi-la. Um desses modelos é o chamado pluviômetro de báscula ou pluviômetro basculante. Na Figura 1.4 vemos um exemplar, de alta precisão, fabricado pela empresa Neozelandesa HyQuest.



## Texto II: O pluviômetro PET: construção e utilização

Neste texto vamos detalhar a construção do pluviômetro PET (PPET) e os cuidados a serem observado na sua utilização. A escolha deste modelo se

deve a sua simplicidade, baixo custo, robustez, e por fazer uso da ideia de reciclagem, tão importante para a sobrevivência de um mundo baseado em farto consumo de recursos naturais. PET é uma sigla para *polietileno tereftalato* ((C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)<sub>n</sub>), um polímero termoplástico que pode ser reciclado diversas vezes. Utiliza-se principalmente na forma de fibras para tecelagem e de embalagens para bebidas ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Politereftalato\\_de\\_etileno](https://pt.wikipedia.org/wiki/Politereftalato_de_etileno)).

O PPET foi criado para atender a necessidade de se ter um meio eficaz de alerta sobre riscos de deslizamentos de terra, em áreas de risco, que estejam sob a ação de fortes chuvas (Pinheiro *et al.*, 2009). Com o PPET os moradores de locais de risco poderiam verificar, no local, se a quantidade de chuva teria ultrapassado o limite seguro e, em caso afirmativo, alertar a defesa civil e deixar a localidade prontamente. Várias variantes do modelo original já foram propostas e farta documentação pode ser encontrada na internet. Na seção de referências deste apêndice criamos uma subseção com artigos e vídeos do Youtube, que consideramos interessante, sobre diferentes modelos de pluviômetros baseados em garrafas de PET.

O modelo que vamos adotar na REMC pode ser visto na Figura 4.5. Ele é baseado em uma garrafa PET de refrigerantes, transparente, com volume de um litro, ou maior. A característica essencial é a de que seja uma garrafa com parede lisa. O PPET, neste caso, é simplesmente uma vasilha de paredes ortogonais à base, com características similares ao modelo mostrado na Figura 4.3. Neste modelo, o índice pluviométrico é dado diretamente pela altura da coluna de água acumulada. Para a leitura (medida) da altura da coluna de água, uma escala milimetrada é fixada externamente ao longo da parede da garrafa. Para a leitura correta da altura devemos compensar o formato curvo da base da garrafa. Isso é feito deslocando-se o zero da escala para o início da parede reta, e a parte entre o fundo e a marca zero da escala é preenchida com água no início de cada coleta. Alguns autores sugerem a colocação de pequenas pedras nesta parte do fundo para aumentar o lastro da garrafa e dar mais estabilidade.



**Figura 4.5** – Modelo de pluviômetro PET adotado para a REMC (2019).

## **II-1 - Construção**

Vamos precisar dos seguintes materiais,

- uma garrafa PET transparente, lisa, de parede reta, de 1,0 litro ou maior. Pode ser uma garrafa colorida como a da Figura II.1, mas é preferível incolor.
- fita crepe (20 mm);
- tesoura;
- estilete;
- régua milimetrada (30 cm);
- caneta marcadora;
- lixa para madeira (no. 120);
- escala milimetrada autocolante com 210 mm de comprimento;

**Etapa 1:** vamos inicialmente cortar a ponta da garrafa. Fazemos o corte no início da parede reta da garrafa. Para que o corte seja perpendicular ao eixo da garrafa vamos delinear a linha de corte com auxílio da fita crepe (Figura 1.6).

*Sugestão:* você pode usar uma régua e uma caneta para fazer marcas na linha de corte antes de colocar a fita crepe. Antes de iniciar o corte certifique-se de que a fita crepe ficou bem colocada.



**Figura 1.6** – Preparando para o corte. Com uma régua, marcamos a posição do corte em relação a um ressalto de fábrica, na base da garrafa. Marcamos diversos pontos no perímetro de corte. Envolvemos a linha de corte com fita crepe. Usamos um estilete para abrir um pequeno corte na linha. Com a tesoura, fazemos o corte seguindo a fita crepe.

**Etapa 2:** para fazer o corte com a tesoura fazemos primeiro uma pequena abertura com auxílio do estilete. A abertura serve para posicionar a tesoura para o corte. Muito atenção deve ser tomada, pois o estilete é uma ferramenta perigosa.

**Etapa 3:** use um pedaço de lixa para acertar a borda de corte, removendo pequenas pontas e pequenos cortes. Em seguida, remova a fita crepe.

**Etapa 4:** por fim, vamos colar a escala milimetrada autoadesiva na garrafa. É importante manter o alinhamento da escala ao longo da parede da garrafa evitando que fique inclinada. Lembre-se que o nível zero da escala deve ficar acima da parte curva da base da garrafa. *Sugestão:* não remova todo o papel de proteção de uma só vez. Remova o início, onde está a marca do nível zero, e cole essa parte na garrafa. Em seguida vá puxando lentamente o papel de proteção e colando a área exposta em seguida. Faça assim até que toda escala tenha se colado à garrafa. Essa sugestão evita a formação de bolhas, ajuda a



manter o alinhamento e a aderência da fita na garrafa. Ao final, passe uma flanela por sobre a escala recém colada para melhorar a sua adesão à garrafa. Lembre-se que a escala tem que ficar aderida à garrafa durante todo o período do trabalho. Cuide bem dela!

A escala milimetrada autocolante foi adaptada a partir de um desenho criado pela Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1.7). Uma cópia fotográfica está disponível nos produtos da tese. Nesta cópia em particular, podemos ver uma divisão em partes coloridas que se referem a diferentes estágios de alerta para chuvas. Cópias autocolantes dessa escala podem ser produzidas facilmente em lojas de serviços de cópia especializados.

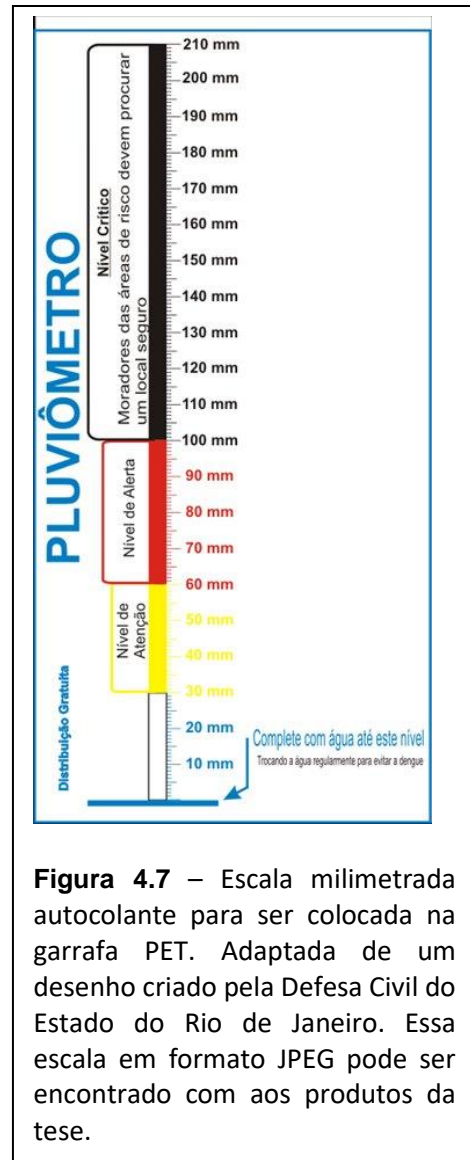
## **II-2 – Utilização correta do PPET**

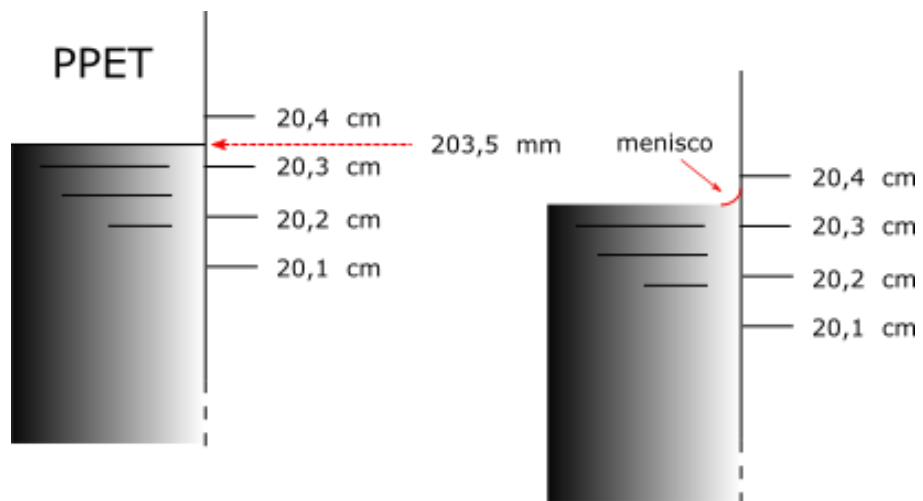
Com o pluviômetro pronto podemos iniciar a coleta de dados, mas antes temos que observar os cuidados de instalação. Esses cuidados são importantes para se evitar erros na medida do índice pluviométrico:

1. A PPET deve ficar num lugar de fácil acesso e longe de árvores e paredes que possam criar um obstáculo para a coleta da chuva. Lembre-se que chuvas com vento fazem com que a incidência se dê de forma inclinada e a presença de obstáculos laterais podem impedir que a chuva chegue ao seu pluviômetro. Certifique que o pluviômetro está em lugar seguro e

longe do alcance de crianças pequenas. Sobre a instalação é interessante, na medida das possibilidades seguir as recomendações oficiais para instalação de pluviômetros. Colocamos no Anexo I as recomendações dadas pela Agência Nacional de Águas e recomendamos aos professores a sua leitura.

2. Coloque o PPET numa base segura e certifique-se que ela esteja nivelada. A boca da garrafa deve ficar na horizontal, tão perfeitamente quanto possível. Você saberia explicar por que isso é tão importante?
3. Ao fazer a leitura da altura da coluna de água você precisa avaliar qual a margem de tolerância (incerteza) que você deve atribuir à medida. A escala milimetrada permite ler o milímetro e estimar uma possível fração do milímetro que tenha sido ultrapassada pelo nível da água. Veja o esquema da Figura II.4 e converse com o seu professor sobre isso.
4. Anote cuidadosamente o horário em que você fez a leitura. Certifique-se de que o seu relógio está com a hora certa. A OMM estabelece que o horário de medida seja às 9:00h, horário de Brasília. Se não for possível





**Figura 4.8** – A leitura da altura da coluna de água pode ser ligeiramente dificultada pela formação de um menisco devido ao efeito capilar.

fazer a medida nesse horário escolha o melhor horário para você e procure manter o mesmo horário ao longo de toda a pesquisa.

### II-3 – Atividade final: aferição

Concluimos a construção do PPET com a etapa de aferição. Nesta atividade os alunos são instruídos a trazer os seus pluviômetros para a escola para uma medida conjunta envolvendo todos os participantes. A aferição é feita comparando-se a medida de cada instrumento com um pluviômetro tomado como padrão (PPAD). Usamos um pluviômetro comercial, produzido para controle de lavouras em fazendas. Esse pluviômetro é fabricado em material plástico de alta resistência e já possui certificação de fábrica. Na Figura 4.9 mostramos uma foto ilustrativa. Trata-se de um instrumento de custo baixo, robusto, fabricado pela INCOTERM, podendo ser adquirido na página da TECPLACE ou no Mercado Livre.



Para a aferição dos PPET precisamos selecionar um dia de chuva. Nesse dia, todos os pluviômetros serão colocados na mesma área em que se encontra o pluviômetro de referência e ali deixados durante um período de tempo para acumular água da chuva. Ao final do período procedemos a leitura do índice pluviométrico de cada PPET e o valor obtido no PPAD. As eventuais diferenças devem ser registradas pelos alunos para cada PPET e servirão para a correção das leituras de cada instrumento no curso da investigação.

## 5) Coleta e tratamento de dados

Para o preenchimento da folha de atividades (presente no Apêndice A), é importante ser bem cuidadoso ao orientar aos alunos no preenchimento das mesmas, pois apesar de muitos terem acesso a tecnologias devido ao uso de aparelhos android, isso não quer dizer que terão facilidade em utilizar essas tecnologias para preencher os dados da folha de atividade.

O preenchimento dos dados de altitude, latitude e longitude poderá ser feito com o auxílio de aplicativos como Accurate Altimeter (no caso escolhido por sua interface ser bem simples) e também possui uma versão em português: O altímetro preciso. É possível que devido à situação socioeconômica alguns alunos não possuam acesso à internet em casa. Recomendo que veja a possibilidade de um colega auxiliar o aluno em questão indo ao local apenas para fazer a coleta de dados das coordenadas.

Durante o uso do aplicativo oriente aos alunos para que tenham o cuidado de configurar a exibição das coordenadas no sistema decimal, pois a configuração do aplicativo é o uso do sistema sexagesimal (suas coordenadas não serão expressas somente em graus, mas minutos e segundos e os sentidos oeste e sul). Com o sistema decimal é mais fácil de trabalhar, sem falar que para o tratamento dos dados na planilha é mais adequado (Tais configurações já foram feitas no exemplo exibido na figura 5.1). Caso esse cuidado não seja tomado, terá de ser adotado um procedimento de padronização de cada uma das coordenadas para o novo sistema e



**Figura 5.1** - Visualização do uso do aplicativo *Accurate Altimeter*.

mesmo com o auxílio de programas adequados para a tarefa, é uma tarefa bastante trabalhosa.

Após as orientações sobre o conceito de índice pluviométrico, a construção dos pluviômetros, o uso de aplicativos para a verificação das coordenadas dos locais aonde serão postos os pluviômetros, a folha de atividades deverá ser apresentada aos alunos, que devem ser orientados sobre como suas folhas devem ser preenchidas e deve ser definido em sala qual será o período de observação e coleta de dados de precipitação.

Tendo todas estas etapas concluídas faça acompanhamentos regulares do preenchimento destas folhas de atividades, pois é possível que algum aluno deixe para pegar os dados apenas no último dia do prazo de entrega da atividade.

## **6) Discussão dos resultados com as turmas**

Na entrega das folhas restam duas etapas a serem realizadas: A organização dos dados de todos os alunos da turma e as respostas para perguntas a serem debatidas com as turmas: Em qual bairro ocorreram as chuvas mais frequentemente? E as mais intensas? Se a base de dados for a média das medições feitas em cada bairro, o resultado seria o mesmo? Localização geográfica define quais locais estão mais sujeitos a chuvas mais frequentes ou mais intensas? (Ressalto que esta pergunta só poderia ser respondida se essa atividade for feita com relativa frequência ou se há um histórico de dados disponível para a consulta dos alunos).

A definição de um formato para a planilha de dados é bastante importante para o tratamento dos mesmos. Na figura 6.1 é apresentado um modelo que melhor atendeu às necessidades, mas nada impede que o professor defina um novo modelo padrão para sua aplicação e organização dos dados. Já a figura 6.2 representa um gráfico de colunas onde são exibidos os dias das coletas no eixo das abcissas e a precipitação é representada na altura da coluna. A princípio deverá ser feito um gráfico destes para cada bairro, para analisar os bairros do

município individualmente com todas as coletas de dados feitas pelos alunos a cada bairro sendo apresentadas em um gráfico.

É crucial ressaltar a importância desta etapa, pois é nela que são discutidos os resultados obtidos pelos alunos em sua coleta de dados e interpretação de resultados, ou na identificação de alguns erros que podem ter passados despercebidos no acompanhamento regular (um exemplo que pode ser citado foi uma coleta que foram observadas chuvas fracas durante 43 dias seguidos, o que é um erro extremamente grosseiro)

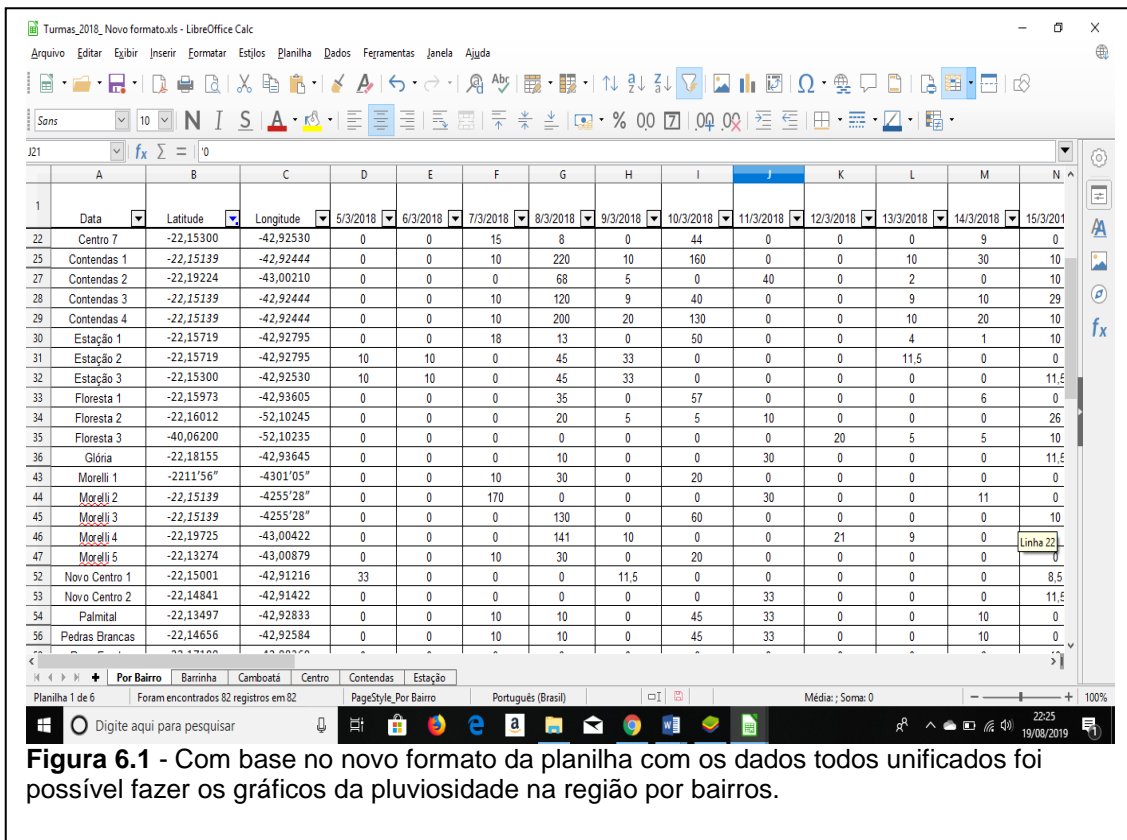


Figura 6.1 - Com base no novo formato da planilha com os dados todos unificados foi possível fazer os gráficos da pluviosidade na região por bairros.

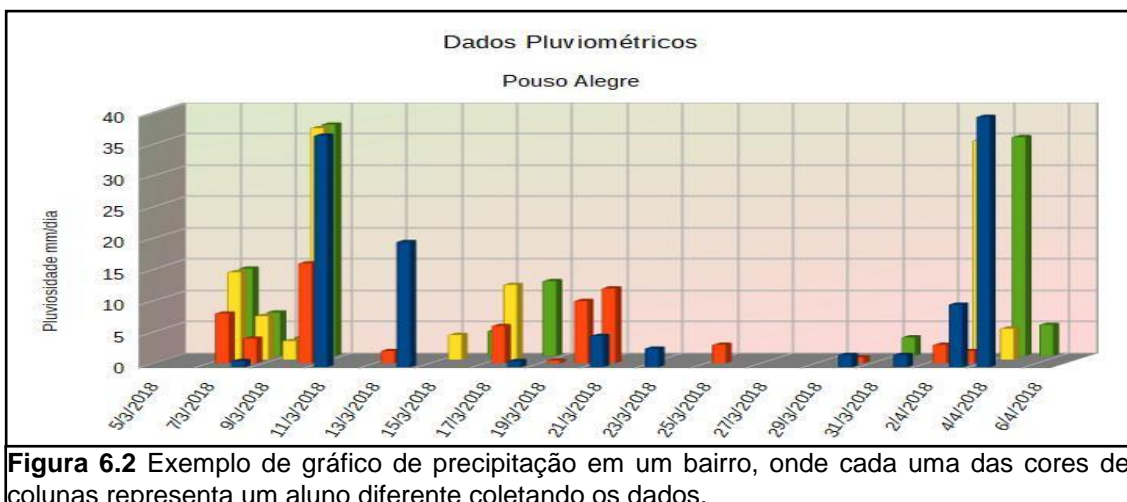


Figura 6.2 Exemplo de gráfico de precipitação em um bairro, onde cada uma das cores de colunas representa um aluno diferente coletando os dados.

## Apêndice A: Folha de atividade Experimental

Logotipo da escola aonde será aplicada a atividade	<b>Folha de atividade Experimental</b>	
--	--	--

### Coleta de dados do índice de pluviométrico em [município/distrito/região aonde será aplicada a atividade]

Nome:

Turma:

Endereço:

Latitude:

Longitude:

Altitude:

	Data da coleta	Horário da coleta	Precipitação diária (mm)		Data da coleta	Horário da coleta	Precipitação diária (mm)
1				17			
2				18			
3				19			
4				20			
5				21			
6				22			
7				23			
8				24			
9				25			
10				26			
11				27			
12				28			
13				29			
14				30			
15				31			
16							



Responda às seguintes perguntas referentes ao mês estudado:

- 1) Qual o número máximo de dias secos consecutivos?
- 2) Qual a quantidade de dias úmidos no mês (cuja precipitação é maior que 1 mm)?
- 3) Qual a quantidade máxima de dias úmidos consecutivos?
- 4) Qual a precipitação mensal?
- 5) Qual a precipitação máxima em 5 dias consecutivos?
- 6) Qual a precipitação máxima em um dia?
- 7) Qual a precipitação média observada no período?
- 8) Qual o desvio-padrão da média?

## Referências:

- INCOTERM - <https://www.incoterm.com.br/> (último acesso em 13/08/2019);
- HyQuest, <https://www.hyquestsolutions.com/> (último acesso em 16/09/2019);
- Mundo do Clima, <http://www.mundoclima.com.br/instrumentos-de-medicao-climatica/pluviometros/pluviometro-de-bascula-de-alta-precisao/> (último acesso em 16/09/2019);
- Pinheiro, L. C, Dereczynsky, C. P. e Hora, A. F., “Utilização do pluviômetro PET como sistema de alerta de chuvas intensas”, Anais Eletrônicos do V Seminário Internacional de Defesa Civil – DEFENCIL, São Paulo (2009);
- TECPLACE - [https://www.tecplace.com.br/pluviometro-analogico-0-a-150mm-incoterm-4755.html?utm\\_source=Google%20Shopping&utm\\_medium=CPC&utm\\_campaign=Pluvi%C3%B4metro%20anal%C3%B3gico%200%20a%20150mm%20Incoterm%204755&gclid=CjwKCAjw7uPqBRBIEiwAYDsr1-u8tW5pnQ\\_wgWmZb1tSXFivGrpVvtPn0fOKh6gz2vhStj2GIYBOnRoC4jUQAvD\\_BwE#.XVmf2ehKjIU](https://www.tecplace.com.br/pluviometro-analogico-0-a-150mm-incoterm-4755.html?utm_source=Google%20Shopping&utm_medium=CPC&utm_campaign=Pluvi%C3%B4metro%20anal%C3%B3gico%200%20a%20150mm%20Incoterm%204755&gclid=CjwKCAjw7uPqBRBIEiwAYDsr1-u8tW5pnQ_wgWmZb1tSXFivGrpVvtPn0fOKh6gz2vhStj2GIYBOnRoC4jUQAvD_BwE#.XVmf2ehKjIU) (último acesso em 13/08/2019);