

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio

VINICIUS JESSÉ RODRIGUES DE OLIVEIRA

Presidente Prudente - SP
2015

VINICIUS JESSÉ RODRIGUES DE OLIVEIRA

Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Física, Química e Biologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da UNESP, para obtenção do título de Licenciado em Física, sob a orientação da Professora Doutora Clarissa de Almeida Olivati.

Presidente Prudente - SP
2015

VINICIUS JESSÉ RODRIGUES DE OLIVEIRA

Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio

MONOGRAFIA REFERENTE À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE LICENCIADO EM
FÍSICA

Profa. Dra. Clarissa de Almeida Olivati
Departamento de Física, Química e Biologia – FCT/UNESP

Prof. Dr. Neri Alves
Departamento de Física, Química e Biologia – FCT/UNESP

Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini
Departamento de Física, Química e Biologia – FCT/UNESP

Presidente Prudente – SP
2015

Agradecimentos

Agradeço a Deus

Agradeço aos meus avós Gisela Siegfriede Patzer Oliveira e David Marques de Oliveira, pelo amor, carinho, dedicação, paciência e apoio nas horas difíceis no decorrer de toda a minha vida. Ao meu pai Dilson Antônio Marques de Oliveira pelo amor, dedicação e cuidados.

A professora Dra. Clarissa a paciência, dedicação e amizade a tudo que me foi ensinado.

Ao professor Dr. Neri Alves pela aprendizagem que tive em suas aulas, e por ter aceito contribuir com meu trabalho como banca.

Ao professor Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini pela contribuição como banca da minha monografia.

Aos meus amigos do laboratório de Optoeletrônica e filmes finos (LOFF), que me auxiliaram na aprendizagem prática e teórica, aos amigos do LADSOR pelo companheirismo, aprendizagem e descontração.

Em especial aos amigos, Edilene Assunção da Silva “terrível” e Maria Luisa Braunger pela amizade, descontração e os mimos. Ao Lucas Citolino, Gabriel Nogueira e Maykel Klem pela amizade, diversão, alegria e o trabalho.

A todos meus amigos dentro e fora da universidade, no qual esse curso me proporcionou a oportunidade de conhecer todos.

Inclusive minha namorada Helen, que tive o prazer de conhecer devido a esta minha rotina, obrigado por dar apoio e entender os momentos difíceis e ausentes, encarando com bom humor e me incentivando.

Aos todos os meus professores que fizeram parte da minha aprendizagem.

“Nossas virtudes e nossos defeitos são inseparáveis, como a força e a matéria. Quando eles se separam, o homem não existe”.

Nikola Tesla

OLIVEIRA, Vinicius Jessé Rodrigues; Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Física), Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 2015.

Resumo

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo associar conceitos físicos abordados no ensino médio com aplicações tecnológicas e científicas através do conteúdo básico visto nas escolas. Os principais conceitos são corrente, tensão e resistência elétrica, mostrando a importância do domínio deste conteúdo, como se deu o desenvolvimento histórico do conceito de eletricidade e magnetismo, e como avançou e foi aplicado em tecnologias no mundo moderno. Construindo assim uma ponte para estudantes, que não fazem associações com estes fatos em sua vida cotidiana. Para isso, foram realizados experimentos simples, além de um estudo de caso feito durante a iniciação científica na Universidade, mostrando como esta pesquisa necessita de teorias básicas eletromagnéticas e como estes conhecimentos estão relacionados. Medidas foram realizadas com multímetro e fontes DC em materiais simples com diferentes comportamentos elétricos. Além disso, um nariz eletrônico foi produzido através da técnica de deposição de filmes finos. Os resultados das medidas associados a 1ª lei de Ohm foram discutidos, deixando bem evidente como isto está presente no dia a dia dos estudantes. Esse tipo de abordagem experimental tem se mostrado eficiente nas escolas, pois valoriza a aprendizagem e a interação entre os alunos, uma vez que a falta de interesse dos estudantes do ensino médio pode estar relacionada à utilização de somente métodos convencionais.

Palavras chave: História da eletricidade, lei de Ohm, aplicações, eletrônica.

OLIVEIRA, Vinicius Jessé Rodrigues; Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Física), Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 2015.

Abstract

This monograph aims to associate physical concepts covered in high school with technological and scientific applications through basic contents seen in schools. The main concepts are electric current, voltage and resistance, showing the importance of mastering this content, how it was the historical development of electricity and magnetism concept, and also how it was advanced and applied the technologies in the modern world. Thereby building a bridge for the students, which do not associate these facts with their daily life. To do so, simple experiments were performed, in addition a case study during the scientific initiation at the University, showing how this research needs electromagnetic basic theories and how these knowledge are related. Measures were performed with multimeter and DC sources in simple materials with different electrical behaviors. Furthermore, an electronic nose was produced through the thin film deposition technique. The results of the measures associated with the first law of Ohm were discussed, evidencing their presence in the students' daily life. This type of experimental approach has proven effective in schools, as values the learning and interaction among students, since the lack of interest of high school students may be related to only using conventional methods.

Keywords: Electricity History, Ohm's law, applications, electronics.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. POLÍMEROS CONDUTORES.....	10
2.1 Técnica de Langmuir para deposição de polímeros.....	12
2.2 Dispositivos orgânicos: Sensores.....	14
3. ESTUDO DE CASO.....	16
3.1 Experimento 1.....	16
3.1.1 Materiais e Métodos.....	16
3.1.1 Resultados e discussões.....	19
4. TRANSPOSIÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO.....	22
4.1 Experimento 2.....	22
4.1.1 Materiais e métodos.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES VOLTADOS AO ENSINO.....	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7. REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como ideia servir de fonte de conhecimento voltados a alunos e professores. Que tenham interesse em contextos históricos e aplicações teóricas em práticas realmente desenvolvidas e contidas na tecnologia presente hoje. Conteúdo que oferece possibilidade de reapresentar conhecimentos já existentes, com base teórica e científica, que pode ser apresentados nas escolas de ensino médio. A ideia de transpor um estudo realizado em laboratório utilizando tecnologia de ponta utilizando conceitos que se façam presentes na vida das pessoas, e associar isso a história da eletricidade, eletrônica, experimentos, resultados e suas tecnologias.

A primeira observação relatada sobre fenômenos magnéticos ocorreu na Grécia antiga com Tales de Mileto (624-546 A.C), ao perceber que certas pedras encontradas na Tessália (Província Grega depois denominada Magnésia, atualmente a Turquia) apresentavam a propriedade de atrair pedaços de ferro. Essas pedras passaram a ser conhecidas como magnetita ou ímã natural e que são identificadas quimicamente como Fe_3O_4 . Tales de Mileto também relata as propriedades de atração e repulsão entre os pedaços da magnetita. Além disso, outras observações elementares descobertas sobre a eletrização ao friccionar o âmbar (uma resina fossilizada de pinheiros pré-históricos) com pele de animal: o âmbar (*eléctron*, em grego), adquiria o poder de atrair pequenos objetos próximos, como grãos de poeira [1].

O conhecimento da época era dominado por filósofos animistas, e posteriormente por mecanicistas, que tinham como característica superstições metafísicas que prevalecera até a época da renascença. Neste período surgiu a primeira grande aplicação tecnológica do magnetismo: a bússola, que foi fundamental na época dos grandes descobrimentos. O invento da bússola, dependendo da fonte, data desde 1100 AC na China até 1637 DC na Europa, sabendo-se que no século XIV já era bastante utilizada [2].

Durante este período este instrumento foi amplamente estudado, e alguns trabalhos escritos a seu respeito, dentre eles, “Ensaio no Riacho dos sonhos” em 1088 por Shen Kua (1031-1095), no qual apresentou a primeira descrição da bússola. Em 1186 Alexander Neckman (1156-1217) publicou o livro “O poder da natureza”, que faz a primeira referência ao uso da bússola na navegação. Em 1269, Petrus Peregrinus de Maricourt [c.1240-c. 1270(1290)] escreveu o livro denominado “O Magneto”, no qual registrou

estudos realizados com o ímã natural. Neste livro foi apresentado um mapeamento dos campos magnéticos, feito com pequenos pedaços retangulares de ferro colocados sobre pequenas amostras esféricas de magnetita; e ao analisar esse mapeamento se observou que essas direções seguiam em polos opostos, análogo aos pontos de cruzamentos dos meridianos terrestres, por esta razão denominou-se de polos magnéticos.

Todavia foi Girolano Cardano (1501-1576) um dos primeiros a perceber a diferença entre os fenômenos elétricos e magnéticos. No entanto, foi apenas em 1600, que Willian Gilbert (1544-1603) publicou seu famoso tratado, intitulado “O Magneto”. Nos seis livros que relatam esse tratado, reuniu informações experimentais sobre fenômenos elétricos e magnéticos. Ao descrever estas observações mostrou que estes dois fenômenos eram diferentes, Gilbert percebeu que um ímã apresentava um *effluvium magnético* ao seu redor, e que os raios dessa virtude (elétrica ou magnética) partiam do centro dos corpos e em todas as direções agindo sobre os corpos vizinhos e os influenciando. Em vista disso, Gilbert é considerado precursor do conceito de “campo” (elétrico e magnético).

Os investigadores do século XVII e início do século XVIII encontraram-se com uma vasta e intrigante observação sobre eletrização por atrito, formação de centelhas e os efeitos de uma atmosfera úmida. Que, na época, eram incapazes de explicar devido à falta de conceitos eletrostáticos fundamentais [3].

Conhecimento que, posteriormente ampliado e aplicado pelo francês Charles Augustin Coulomb (* 1736, Angoulême, França; + 1806, Paris, França) que trabalhou como engenheiro militar no exército francês, realizou pesquisas em matemática e mecânica aplicada, especializando-se no uso de balanças de torção, **Figura 1** para a medida de forças muito pequenas.

Entre 1785 e 1791, Coulomb pesquisou a interação entre cargas elétricas, usando balanças de torção para medir a intensidade da mesma. Sua descoberta mais relevante é a dependência da força de interação entre cargas elétricas com o inverso do quadrado da distância que as separa, formalmente idêntica à lei de atração gravitacional descoberta por Isaac Newton [4].

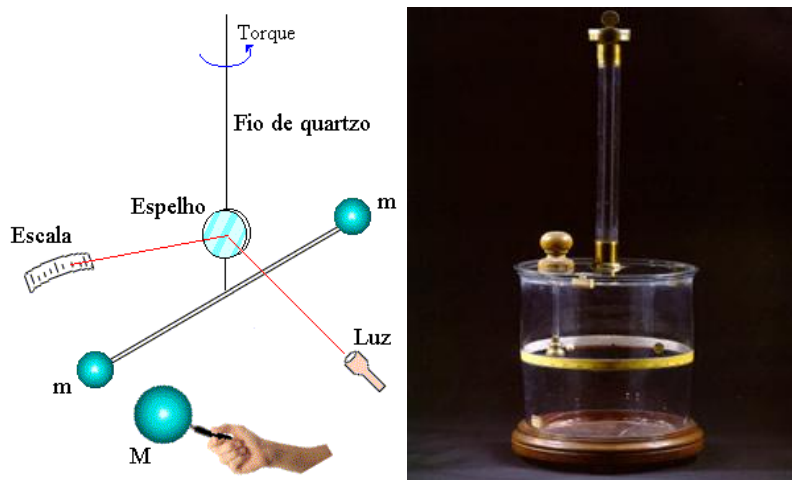


Figura 1: Balança de Torção/imagem adaptada [5].

Estudos que resultaram em uma construção de uma ideia, relacionando na interação entre duas partículas carregadas (cargas pontuais) com intensidade de carga “ q_1 ” e “ q_2 ” separadas por uma distância r . A força eletrostática de atração ou repulsão entre elas possui a intensidade:

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Equação 1: Lei de Coulomb para cargas pontuais.

Onde, ϵ_0 = é uma constante de valor $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$. [6]. Após este período surgiu uma ideia revolucionária: o conceito de eletricidade, com André-Marie Ampère (Lyon, 22 de janeiro de 1775 — Marselha, 10 de junho de 1836) [7], sendo a distinção do que se conhecia como “eletrostático” e “eletrodinâmico” proposto em 1822. Mesmo sendo Ampère o precursor desta ideia, foi com Alexander Volta, construindo a “bateria de volta”, que constatou fisicamente o que se tratava de “eletrodinâmica”, com uma fonte de ‘energia’ armazenável. Fato que permitiu um avanço e estreitou os laços para a formação do conceito do eletromagnetismo.

Nesse cenário, surge George Simon Ohm, nascido em 16 de Março de 1789 em Erlangen, e no ano de 1805 entrou para a universidade da cidade, e em 1806 como professor de matemática em um mosteiro na Suíça. Em 1811 retornou para concluir seu doutorado em Erlangen e Nuremberg. Com o intuito de aprimorar o que fora descoberto por Alexander Volta, e almejando ser professor universitário, prosseguia fazendo estudos para

medir essas novas grandezas descobertas, e a partir daí começou a publicar resultados de suas experiências. Entre os anos de 1825 e 1827, concluiu que a intensidade da corrente elétrica em um condutor diminuía com o aumento do comprimento e que aumentava quanto maior fosse a secção do elemento condutor, estabelecendo uma relação matemática entre o que chamava de “fluxo elétrico” num circuito voltaico, e a “potência condutora” da pilha, estabelecendo assim a chamada lei de ohm, ou a lei básica da eletricidade, que relaciona a tensão elétrica, a intensidade de corrente elétrica e a resistência elétrica.

Esses conceitos foram publicados em 1827, no seu livro “Die galvanische kette mathematisch bearbeitet” (O Circuito Galvânico Matematicamente Analisado) [8] . No entanto, esta publicação na época não recebeu o devido reconhecimento, que ocorreria posteriormente em 1841, quando recebeu a medalha Copley, correspondente ao atual prêmio Nobel. Fato que contribuiu muito em sua carreira e prestígio. Em 1852, conseguiu o que tanto sonhava, se tornando professor de química na universidade de Munique.

A 1ª Lei de Ohm, assim designada em homenagem ao seu formulador, afirma que, para um condutor mantido a temperatura constante, a razão entre a tensão entre dois pontos e a corrente elétrica é constante. Essa foi uma lei determinada experimentalmente, no qual tivemos conhecimento da propriedade denominada de resistência elétrica. Nota-se experimentalmente, que a densidade de corrente J em um metal, a temperatura constante, é linearmente proporcional ao campo elétrico (E), “Lei de Ohm”. Dessa forma.

$$\mathbf{J}=\sigma\mathbf{E}$$

Equação 2: Densidade de corrente

A constante de proporcionalidade é denominada σ (condutividade). A **Equação 2** tem validade próxima para um grande número de materiais condutores comuns. Os materiais para os quais a **Equação 3** é válida são denominados *meios lineares* ou *meios ôhmicos*.

Consideramos uma amostra condutora que obedece a lei de ohm na forma de um fio de seção reta uniforme no qual as extremidades são mantidas a uma diferença de potencial constante ΔV . Sobpõe-se como o fio sendo homogêneo e caracterizado por uma constante de condutividade σ . Nestas condições existirá um campo elétrico no fio devido a variação

da corrente, ou seja uma densidade de corrente J através do fio, o que proporciona uma relação linear entre ΔV e I (Corrente elétrica) [9] , resultando na equação :

$$R = \Delta V / I$$

Equação 3: expressão para meios ôhmicos

$$\text{Unidade no S.I.: } [V] = [R][i] = V$$

Relacionando o campo elétrico (E) em um ponto específico no material resistivo, utilizando a densidade de corrente J no ponto, lidamos com a resistividade (ρ) do material [10].

$$\rho = E / J$$

Equação 4: definição de resistividade

$$\text{Unidade no S.I. } \Omega.m = (V/m) / (A/m^2)$$

Constantes da tabela 1:

$T_0 = 293 \text{ K}$: temperatura de referência

ρ_0 : resistividade à temperatura T_0 (valores da tabela abaixo)

ρ : resistividade à temperatura T

α : coeficiente de temperatura (Unidade: K^{-1})

Tabela 1: Resistividade e variação de coeficiente de temperatura

Material	Resistividade ($\Omega.m$)	Coeficiente de temperatura (K^{-1})
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$	$4,3 \times 10^{-3}$
Prata	$1,62 \times 10^{-8}$	$4,1 \times 10^{-3}$
Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$	$4,4 \times 10^{-3}$
Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$	$6,5 \times 10^{-3}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Manganina	$48,2 \times 10^{-8}$	$0,002 \times 10^{-3}$
Vidro	10^{10}	
Quartzo fundido	10^{16}	

Dessa forma, a resistência depende da geometria do condutor e do material por ele constituído, assim a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do condutor, e inversamente proporcional a área de secção de um condutor como representado na **Figura 2**; a maioria das propriedades físicas varia com a temperatura, e a resistividade não é exceção, o que resulta na **Equação 5**.

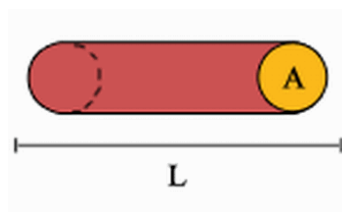


Figura 2: Representação fio condutor de comprimento L/imagem adaptada [11].

$$R = \rho L / A$$

Equação 5:Equação variando com o material e temperatura

ρ = resistividade, depende do material do condutor e de sua **temperatura**.

L = largura do condutor

A = área da secção transversal

Como a unidade de resistência elétrica é o ohm (Ω), então a unidade adotada pelo SI (Sistema internacional de unidade) para a resistividade é $\Omega.m$ (“ohm.metro”) [12].

No final do século XVIII Charles Augustin de Coulomb e Henry Cavendish haviam determinado as leis empíricas que regiam o comportamento das substâncias eletricamente carregadas e dos ímãs. Embora a similaridade entre as características desses fenômenos indicasse uma relação entre eles, só em 1820 pode-se obter uma prova experimental dessa relação, quando, o dinamarquês Hans Christian Oersted, ao aproximar uma bússola de um fio de arame que unia os dois polos de uma pilha elétrica, descobriu que a agulha imantada da bússola deixava de apontar para o norte, orientando-se para uma direção perpendicular ao arame.

Ao realizar essas e outras experiências, Oersted constatou que uma corrente elétrica, deslocava uma agulha magnética colocada na sua vizinhança. Oersted posicionou sobre o

fio uma agulha magnética, orientada livremente na direção norte-sul. Fazendo passar uma corrente no fio, observou que a agulha sofria um desvio em sua orientação, e que esse desvio era perpendicular ao fio. Ao interromper a passagem de corrente elétrica, a agulha voltou a se orientar na direção norte-sul. Assim, ele concluiu que a corrente elétrica no fio se comportava como um ímã colocado próximo à agulha magnética [13]. Desta maneira a corrente elétrica estabeleceu um campo magnético no espaço em torno dela. Desse modo, concluiu que cargas elétricas em movimento criam, numa região do espaço próximo a ela, um campo magnético, sendo este o aparecimento observado de um campo magnético juntamente com a passagem da corrente elétrica.

Essa descoberta foi fundamental para a unificação da eletricidade com o magnetismo, que passaram a constituir um importante ramo da ciência. O Eletromagnetismo, que Através de Jean Clerk Maxwell, nascido em Edimburgo na Escócia, em 13 de Junho de 1831. Físico, matemático, ficou conhecido por ter relacionado, o conjunto de equações matemáticas, denominadas de equações de Maxwell, a eletricidade, o magnetismo e a ópticas, demonstrando que todas eram manifestações de um mesmo fenômeno, o “Campo Eletromagnético”.

Em 1865 Maxwell publica a “Teoria dinâmica do campo eletromagnético”.

Apresentamos, a seguir, as *equações de Maxwell* no seu formalismo integral:

$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{\epsilon_0} q$	<i>Equação 6 (Lei de Gauss)</i>
$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	<i>Equação 7 (Lei de Gauss do magnetismo),</i>
$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$	<i>Equação 8 (Lei de Faraday),</i>
$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$	<i>Equação 9 (Lei de Ampère-Maxwell).</i>

Essas equações resultam das leis de Ampère, de Gauss, e na lei da indução de Faraday [14].

Assim Maxwell mostra através da sua teoria detalhada, que campos elétricos e magnéticos viajam pelo espaço como ondas, propagando a velocidade da luz, e que as forças elétricas e magnéticas possuem esta mesma natureza, ou seja, uma força elétrica em

um determinado referencial pode se tornar magnética e vice-versa. Tais descobertas iniciaram um novo caminho a física moderna, dando bases para a relatividade especial e a mecânica quântica.

Em 1856 nascia Nikola Tesla, no antigo império austro-húngaro, que em 1882 foi trabalhar como engenheiro na “Continental Edison Company” em Paris, desenhando equipamentos elétricos. E em 1884 mudou-se para Nova York para trabalhar com o famoso Thomas Alva Edison. Em 1887 Tesla conhece George Westinghouse, um grande investidor que comprara a patente de Tesla, e convenceu o governo americano a implantar a distribuição de energia utilizando a corrente alternada (AC) ao fim da “guerra das correntes”, contra Thomas Edison que possuía ideia contrária em implantar corrente contínua (DC), “guerra” vencida com a ideia de Tesla.

A partir de então, com as leis já bem estabelecidas do eletromagnetismo e alguns conhecimentos pré-estabelecidos, se deu início a eletrônica convencional. Podemos dizer que as primeiras experiências eletrônicas ocorreram com Thomas Edison que ficou conhecido por inventar a lâmpada incandescente em 1878. No qual, a lâmpada foi considerada uns dos primeiros “circuitos elétricos” inventados. Neste circuito, uma corrente de elétrons circula por um fio condutor e depois passa pelo filamento da lâmpada, causando o aquecimento deste e produzindo luz.

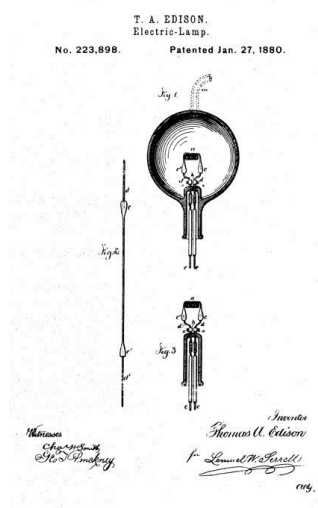


Figura 3: Imagem da patente da lâmpada: Reprodução/Google Patentes

A ideia da eletrônica é a capacidade de entender e controlar a intensidade da corrente elétrica para se aplicar de modos desejados. Como o diodo inventado por Lee de Forest em 1906, que introduziu um terceiro elemento no interior do diodo que permitia o controle da intensidade da corrente elétrica circulante. Conseguindo, assim, a primeira transmissão da voz via rádio em 1910. Ainda na década de 20 o físico francês Manfred Barthélemy, deu início a práticas experimentais que deram origem a primeira transmissão regular de televisão em 1935. Esses desenvolvimentos ocorreram, em pouco mais de 30 anos baseados no eletromagnetismo, e as válvulas.

Em 1947, um novo componente eletrônico, inventado por Bardeen e Brattain no famoso Laboratórios Bell americano, era batizado de “transfer resistor”, posteriormente abreviado para transistor. A função do novo componente era a mesma das válvulas termiônicas, ou seja, controlar a intensidade da corrente elétrica. Porém ele executava esta função de forma muito mais eficiente, com grande economia de energia, peso e volume.

Os primeiros transistores eram baseados em cristais de germânio, substituídos posteriormente pelos cristais de silício, utilizado em larga escala na atualidade. O Brasil possui uma das maiores reservas de silício do mundo e é um importante fornecedor desta matéria prima para o mundo. Paradoxalmente, não possui até hoje uma importante indústria de fabricação de circuitos integrados. Apesar de todo avanço, a invenção dos circuitos integrados, teve uma possibilidade maior de aprimoramento, com a descoberta da eletrônica orgânica [15].

2. POLÍMEROS CONDUTORES

A descoberta dos polímeros orgânicos semicondutores foi uma etapa, que acarretou novos caminhos para a revolução da eletrônica. Trouxe a possibilidade de substituir dispositivos e componentes de equipamentos, por novos produtos menores. Apesar de ainda não apresentar eficiência a altura dos semicondutores inorgânicos, estes materiais ainda tem muito a ser estudado, oferecendo a oportunidade tecnologia de aperfeiçoamento. Dentre as várias aplicações e aperfeiçoamentos, se destacam aplicações em baterias recarregáveis, monitores, sensores e células solares.

A ideia de associar propriedades elétricas aos polímeros surgiu nos anos 50, com a incorporação de cargas condutoras a polímeros, como negro de fumo, fibras metálicas ou fibras de carbono.

No entanto, o primeiro polímero condutor obtido sem esta incorporação de cargas foi obtido acidentalmente, no laboratório do professor Hideki Shirakawa no instituto de tecnologia de Tóquio. Na busca pela síntese do poliacetileno, que deveria ser um pó preto, seu aluno produziu um filme prateado semelhante a uma folha de alumínio. E quando revisou seu método, notou que havia utilizado 1000 vezes mais catalisador do que o necessário.

Fato que foi estudado e aperfeiçoado, levando os três cientistas Alan J. Heeger, da Universidade da Califórnia, Alan G. MacDiarmid da Universidade da Pensilvânia, e Hideki Shirakawa, da Universidade de Tsukuba, Japão, a ganharem o Prêmio Nobel de Química no ano 2000, pela descoberta dos polímeros condutores.

Polímeros condutores são materiais orgânicos, formados por cadeias contendo ligações duplas e simples, como observado na **Figura 4**, sendo que devido a esta alternância, estes materiais são também denominados polímeros conjugados.

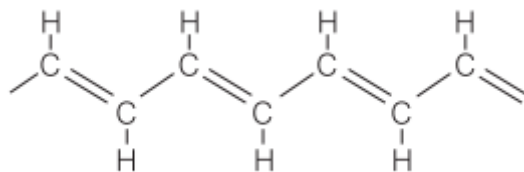


Figura 4: Representação de um polímero conjugado.

Após a descoberta da alta condutividade do poliacetileno após dopagem, vários estudos começaram a ser realizados com base na nova descoberta, tanto para compreender o acontecido, quanto a busca por novos materiais com características condutoras, assim diversos outros polímeros condutores foram descobertos, os mais comuns além do poliacetileno é a polianilina, polipirrol, politiofeno, poli(p-fenileno), e o poli(p-fenileno-vinileno) **Figura 5**.

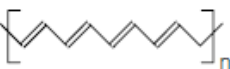
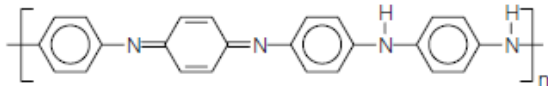
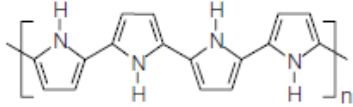
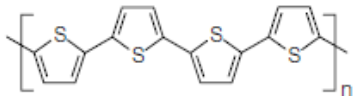
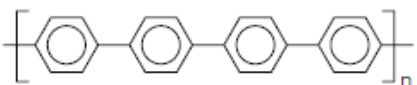
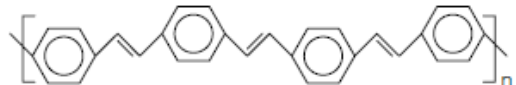
Polímero condutor	Condutividade / S cm ⁻¹
 Poliacetileno	10 ³ a 10 ⁶
 Polianilina	10 a 10 ³
 Polipirrol	600
 Politiofeno	200
 Poli(p-fenileno)	500
 Poli(p-fenileno vinileno)	1

Figura 5: Estrutura química dos principais polímeros intrinsecamente condutores e sua condutividade elétrica [16].

Estes materiais poliméricos despertam grande interesse na área econômica, devido ao baixo custo de processamento, e a fácil síntese [16].

Entre esses polímeros, a polianilina é largamente utilizada como condutor e como revestimento para a blindagem eletromagnética de circuitos eletrônicos [17] . Enquanto

que os derivados do poli(p-fenileno-vinileno) são utilizados como camada ativa de display e telas de mostradores luminescentes, como telefones celulares. Os derivados do politiofeno já pode ser aplicado na produção de células solares ou sensores analíticos de vapores orgânicos.

Esses materiais são preparados inicialmente através de uma solução polimérica, com valores conhecidos, como concentração e peso molecular do material, para que se possa estudar quais melhores condições e parâmetros a se depositar, a dentro de cada técnica específica. Uma delas seria a técnica de Langmuir Blodgett (LB) que seria a deposição vertical do meu substrato e a técnica de Langmuir Schaefer (LS) que seria a deposição horizontal do meu substrato.

2.1 Técnica de Langmuir para deposição de polímeros

Filmes finos de derivados do politiofeno e poli (p-fenileno vinileno) podem ser fabricados através de diferentes técnicas, entre elas, está a técnica de Langmuir-Blodgett (LB) e a Langmuir-Schaefer (LS). Estas técnicas possibilitam a fabricação de filmes finos com espessuras nanométricas e possibilidade de controle de parâmetros, tais como: composição, estrutura e espessura [18] , características que podem melhoram a eficiência quando os filmes forem utilizados como camada ativa de dispositivos. Para a fabricação destes filmes ultrafinos, é utilizada a Cuba de Langmuir **Figura 6**.

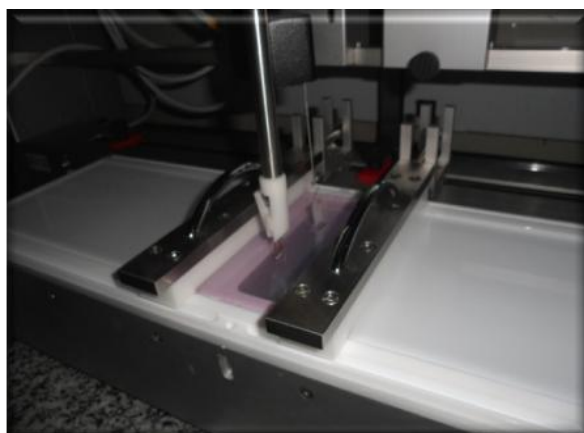


Figura 6: Cuba de Langmuir.

A produção do filme de Langmuir é feita de maneira, que um polímero insolúvel em água, de parâmetros conhecidos, tais como peso molecular e concentração, é dissolvido em um solvente volátil, formando assim uma solução. Então, esta solução é espalhada sobre a subfase aquosa da cuba que, devido a evaporação do solvente se obtém o filme de Langmuir. Após a evaporação do solvente as barreiras da cuba se fecham, fazendo com que as moléculas sejam comprimidas e assim organizadas. Normalmente são utilizadas moléculas “anfifílicas”, ou seja, apresentam característica hidrofílica (solúvel em meio aquoso) e hidrofóbica (insolúvel em meio aquoso). As barreiras da cuba comprimem as moléculas espalhadas sobre a água, que vão se organizando conforme são comprimidas, mudando de “fase”, sendo elas: quando as moléculas estão dispersas (fase gasosa), quando as moléculas começam a se agruparem e ficarem mais ordenadas (fase líquida), e aumentando mais a pressão superficial, ficam em uma fase praticamente sólida (fase condensada). As moléculas na fase condensada se encontram mais organizadas de modo que o aumento da pressão provoca uma sobreposição das moléculas e perda da organização, denominado colapso do filme. Alguns materiais podem ser utilizados para alterar algumas características do material, como o ácido esteárico, um ácido graxo, que possui também característica anfifílica, e quando adicionado à solução polimérica altera o estado de organização do material ao ser comprimido [19].

Um modo de determinar a fase do material é através do gráfico de pressão superficial por área da molécula, denominado isoterma de pressão. Gráfico ilustrado na **Figura 7**.

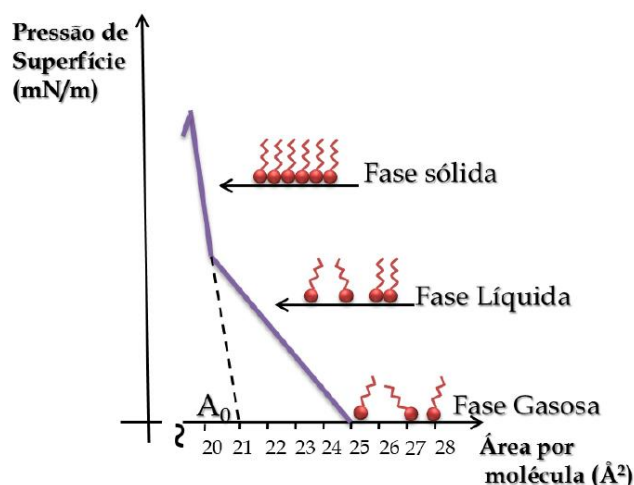


Figura 7: Isoterma de pressão de superfície versus área por molécula.

Analisada a organização do filme, e determinada qual pressão as moléculas estão melhores organizadas, é possível transferir o material para um substrato sólido, sendo este o filme de Langmuir-Blodgett ou Langmuir-Schaefer [20].

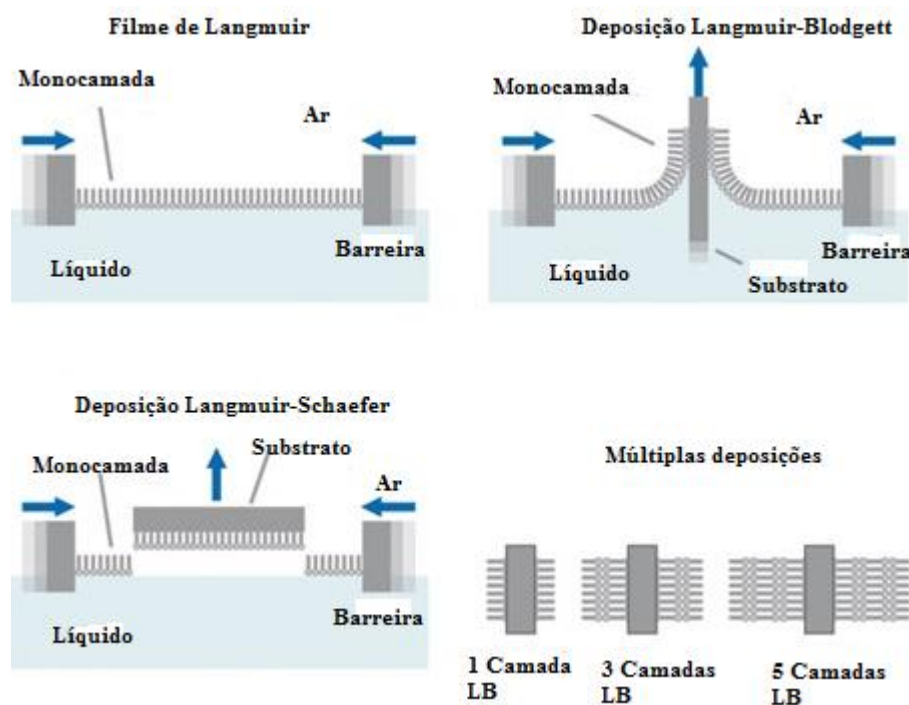


Figura 8: Técnicas de transferência de filme de Langmuir-Blodgett e Langmuir-Schaefer, imagem adaptada [21].

A técnica de Langmuir que apesar de não ser tão rápida na produção de dispositivos quanto a impressão, nos permite uma grande economia de material, diminuindo o custo de produção. Além de possibilitar o controle de espessura e a organização molecular, que é um fator essencial quando se fala em produzir dispositivos.

2.2 Dispositivos orgânicos: Sensores

Literalmente, podemos definir a palavra sensor como “aquilo que sente”. Na eletrônica, um sensor é conhecido como um componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como

temperatura ou luminosidade; ou uma medida um pouco mais complexa como a qualidade de uma determinada atmosfera ou seus materiais gasosos presentes no ar. Essas informações podem ser convertidas e captadas em sinais elétricos ou ópticos.

Com a descoberta de polímeros condutores e, conseqüentemente da eletrônica orgânica, houve a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento de dispositivos mais eficientes, mais baratos e menores, entre outras vantagens. Diante de tantas características e aplicações, os sensores representam uma grande relevância na área da eletrônica orgânica [22].

Sensores como “Narizes Eletrônicos” são amplamente utilizados, em inúmeros campos, seja da indústria, ou em atividades humanas, seja no monitoramento do meio ambiente e para fins medicinais; além de ser usado em segurança contra terrorismo, ao detectar explosivos ou elementos tóxicos.

Na indústria alimentícia pode ser utilizada, por exemplo, para analisar a qualidade dos alimentos através do odor, algo que oferece vantagens em relação ao ser humano que pode ter variações no olfato devido a fadigas, estado de saúde e até preferência pessoal.

Na medicina, pode ser usado para detectar condições patológicas como tuberculose. Além disso, feridas e tecidos infectados emitem odores bem distintos que podem ser diferenciados por um nariz eletrônico [23].

3. ESTUDO DE CASO

Para complementar as aplicações utilizadas no TCC, foi feito um estudo de caso para produzir filmes finos depositados através da técnica de Langmuir Blodgett, para se analisar algumas propriedades elétricas como condutividade e resistência elétrica; através de medidas $V \times I$, utilizando uma fonte de tensão DC (Corrente direta). Utilizando como material a ser depositado, o polímero orgânico semicondutor OC_8OC_8 -PPV (Poli[2,5-bis(octiloxi)-1,4 fenilenovinileno]) com misturas utilizando ácido esteárico. Procedimento visando o desenvolvimento de sensores.

A escolha do material e análise das medidas, se deu devido a base com trabalhos realizados anteriormente no grupo de pesquisa LOFF (Laboratório de optoeletrônica e filmes finos) da FCT UNESP. Nesses filmes podem-se realizar outras medidas, como de absorção óptica, e qualidade de crescimento do filme fino. Tais materiais possuem boas perspectivas quanto a aplicações em sensores de um modo geral, dispositivos ópticos, eletrônicos, e células solares, isso quando manipulados e produzidos de maneira adequada seja qual for o método empregado em cada técnica.

3.1 Experimento 1

3.1.1 Materiais e métodos

Inicialmente são preparadas soluções de OC_8OC_8 -PPV **Figura 9** com diferentes porcentagens em massa de ácido esteárico utilizando clorofórmio como solvente. Começando com 1mM de OC_8OC_8 -PPV para 2mM de ácido esteárico, relação que fornece 43% de massa de ácido esteárico e 57% de massa de OC_8OC_8 -PPV, e uma concentração de 0,3 mg/ml. Outra solução pura, de OC_8OC_8 -PPV, com a mesma concentração anterior é preparada, de modo a se ter um padrão para o estudo destes filmes.

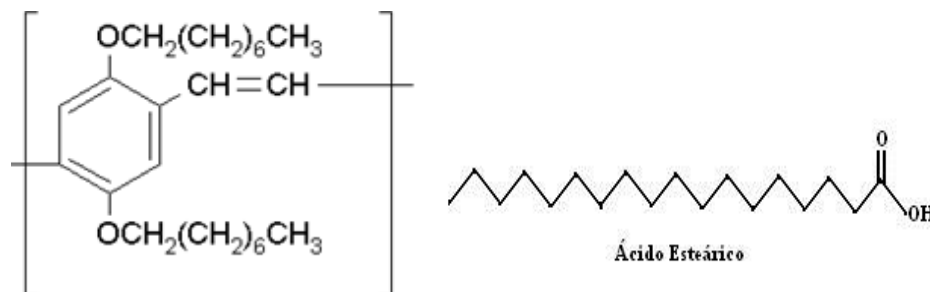


Figura 9 : Molécula de OC₈OC₈-PPV e ácido esteárico.

A seguinte etapa é dada pela preparação dos filmes de Langmuir Blodgett e Langmuir Schaefer, que se realiza por espalhar cada solução na subfase aquosa da cuba de Langmuir, modelo KSV 5000. Após 15 minutos de descanso, de modo a esperar que o clorofórmio presente na solução evapore, faz-se a compressão do filme de Langmuir através do fechamento da barreira. Obtém-se, então, através do software do equipamento, o gráfico de pressão superficial vs. Área por molécula (π -A), também chamado de isoterma de pressão superficial. O processo pode ser visto na **Figura 10**.

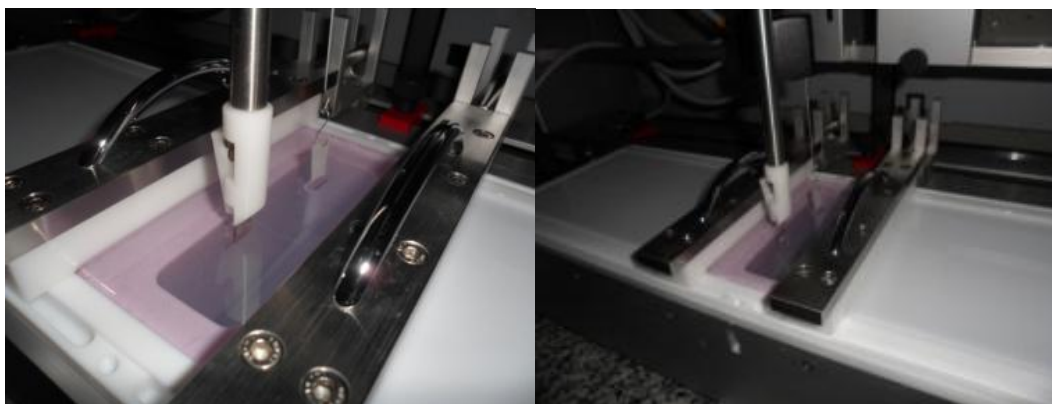


Figura 10- Imagens da cuba de Langmuir na fabricação de um filme LB.

Este gráfico (**Figura 7**) nos fornece informações necessárias sobre o comportamento molecular do material; que pode ser comparado aos estados físicos da matéria sendo eles: o estado gasoso, no qual as moléculas estão mais afastadas umas das outras e com menor organização, o estado líquido, em que as moléculas apresentam uma menor separação entre elas e uma tendência a se organizar, e o estado sólido, onde

apresentam a menor distancia possível e a melhor organização molecular, estas etapas são seguidas do colapso.

Os estados identificados através da isoterma servem de base para identificar a pressão ideal de deposição do material em questão, que corresponde à fase sólida, ou seja, a fase com maior organização molecular.

Concluída a etapa anterior, a fim de investigar as características dos filmes Langmuir, estes são crescidos em eletrodos interdigitados de ouro (Interdigitate Electrodes – IDE). Ilustrados na **Figura 11**, que serão posteriormente testados como sensores de H₂O.



Figura 11 - Filme LB de OC₈OC₈-PPV com ácido esteárico crescido no IDE.

Com os sensores prontos, realiza-se inicialmente, medidas elétricas para cada dispositivo obtido pela técnica LB e LS. As medidas elétricas são realizadas através de um sistema montado, com um contato em paralelo ilustrado na **Figura 12**, no qual se permite controlar o procedimento realizado sobre o sensor.



Figura 12 - Sistema para submeter o sensor ao fluxo de vapores.

Como procedimento inicial, os IDEs são submetidos a medidas elétricas de corrente contínua, onde é aplicado uma tensão e obtida uma corrente, e dessa forma são extraídos gráficos de corrente pela tensão ($V \times I$), medidas essas efetuadas no equipamento Keithley 238. Nessa etapa, cada filme é submetido a uma faixa de tensão de -10 a 10 V, ainda sem fluxo algum; apenas para testar a condutividade do filme.

Posteriormente, começam as medidas de corrente por tempo ($I \times t$), sendo estas as responsáveis pela análise da capacidade desses filmes como sensores de umidade. Aplica-se um fluxo de nitrogênio, que serve como uma linha de base, no qual o sensor não deve apresentar qualquer resposta se mantendo relativamente constante, sendo um fluxo de 60 NI/h (normal litro por hora), durante um tempo de 15 minutos. Dado esse tempo, libera-se o vapor de Água (H_2O) que é carregado pelo fluxo de nitrogênio até o porta amostra onde se encontra o sensor, ocorrendo este processo por um intervalo de tempo de 15 minutos. Finalizando este intervalo, fecha-se o vapor do H_2O , voltando somente a passar nitrogênio no sensor. De modo a investigar uma possível reversibilidade do processo.

Esse processo de liberar o fluxo de nitrogênio, de vapor de H_2O a cada 15 minutos é repetido para cada filme de OC_8OC_8 -PPV com ácido esteárico.

3.1.2 Resultados e discussões

A **Figura 13** mostra as isotermas dos filmes de Langmuir do OC_8OC_8 -PPV puro e misto, com ácido esteárico (AE).

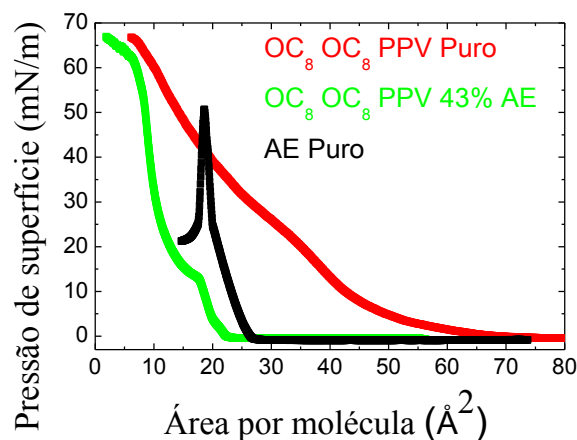


Figura 13 - Isotermas de pressão versus área dos filmes de OC_8OC_8 PPV puro e misto.

Observando as isotermas da **Figura 13**, pode-se determinar a área por molécula ($\text{\AA}^2$) de cada solução de $\text{OC}_8\text{OC}_8\text{-PPV}$ com ácido esteárico, e o ponto de deposição, quando as moléculas ficam em um estado sólido de organização. Tendo em vista que esse ponto de pressão superficial nesses materiais analisados, ficou em torno de 35 mN/m para as soluções pura de $\text{OC}_8\text{OC}_8\text{-PPV}$, e 45 mN/m para a solução com ácido esteárico.

A **Figura 14** contém os gráficos da resposta dos polímeros como sensores de vapor de água.

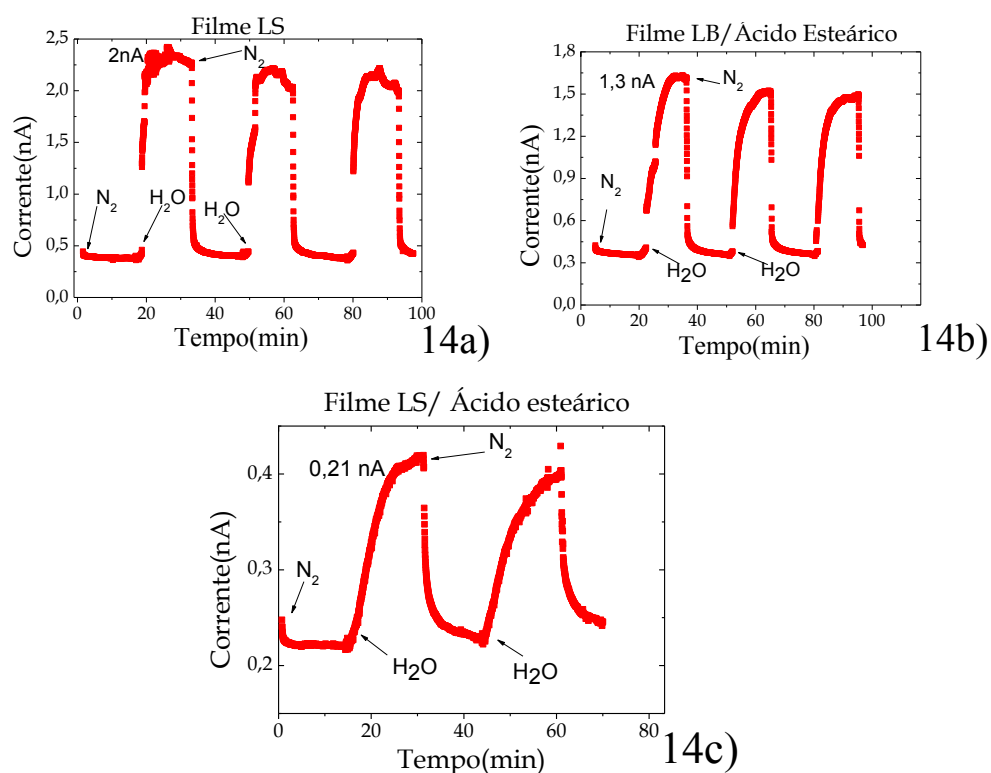


Figura 14: Medidas Ixt nos dispositivos para caracterização como sensor

As figuras **14: a), b), c)** mostram os gráficos das medidas $I \times t$ (com 5 volts aplicado), dos filmes LB e LS, na presença de vapor de água. Onde o filme LS puro do $\text{OC}_8\text{OC}_8\text{-PPV}$ (**Figura 14a**) apresentou um aumento de 2nA em sua corrente inicial; o Filme LB $\text{OC}_8\text{OC}_8\text{-PPV/SA}$ (**Figura 14b**) apresentou uma variação de 1,3nA em sua corrente inicial, enquanto o Filme LS $\text{OC}_8\text{OC}_8\text{-PPV/SA}$ (**Figura 14c**) uma variação de 0,21nA. Além disso, é possível observar que o sensor é reversível.

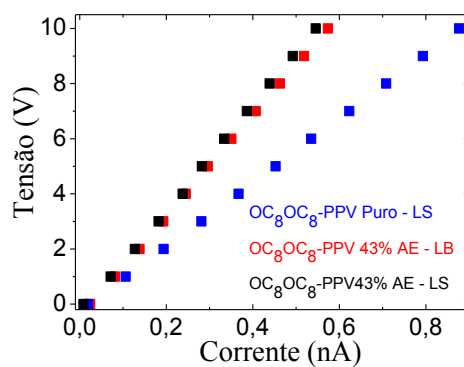


Figura 15: Curvas de tensão versus corrente para os filmes LB e LS

Neste gráfico podemos observar, que o dispositivo fabricado a partir do **OC₈OC₈PPV puro** apresentou maior condutividade, e consequentemente maior sensibilidade como sensor. Além de obedecer a 1ª lei de Ohm.

4. TRANSPOSIÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO

Propõe-se, que esta transposição para o ensino médio, seja feito através de experimentos, que exemplifiquem, e mostrem aplicações da 1ª lei de Ohm, e que este conceito seja aplicado, em medidas e cálculos de circuitos elétricos simples e dispositivos aplicados. Proporcionando novos pontos de vista e ideias a serem discutidas, como o que foi visto no estudo de caso tentando associar a outras situações que ocorrem no cotidiano, evidenciando assim como o conceito é amplo, com possibilidade de ser aplicado nas mais diversas áreas. Dentre tantos aspectos, a discussão entre gostar de física, e a necessidade de aprender, se mostra importante nos dias de hoje. Desse modo, a forma de como a física é ensinada ou outros conteúdos pode minimizar este problema, dependendo de qual metodologia está sendo aplicada [24].

4.1 Experimento 2

4.1.1 Materiais:

- 2 multímetros
- Resistor 100 Ω
- Fonte de tensão variável
- Fios com (garra jacaré)
- Uma lâmpada (12V)

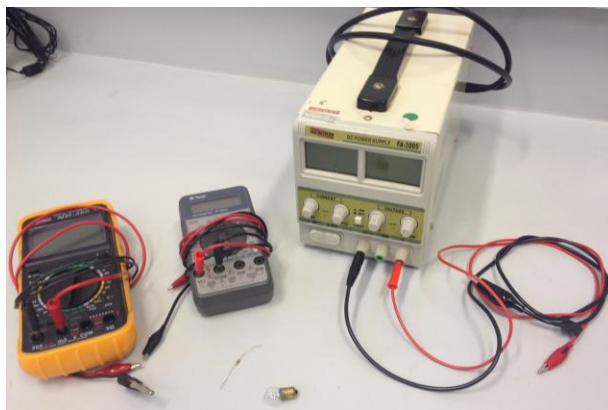


Figura 16: Materiais utilizados no experimento 2.

Métodos:

Parte I: Utilizando-se o multímetro como Ohmímetro para medir a resistência elétrica de um resistor, devemos primeiro conectar os cabos de ligação como mostra a **figura 17**: Mude a chave do multímetro e posicione o indicador de medição para ler ohms. A resistência é normalmente representada pela letra grega " Ω =ômega".

A medida realizada pelo ohmímetro deve ser feita com o resistor desconectado de fontes de tensão. Conecte os cabos às extremidades do resistor e observe o valor indicado no display.

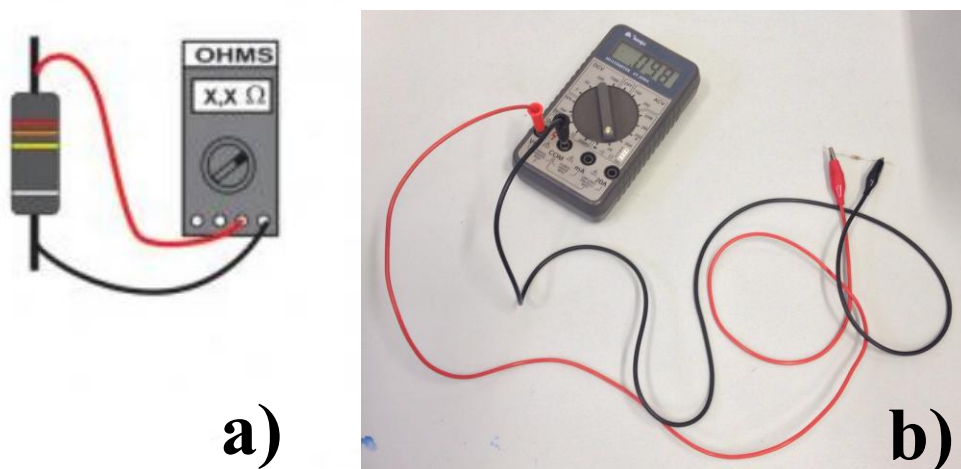


Figura 17: a) Esquema de montagem/imagem adaptada [25] , b) Sistema de medidas montado.

Parte II: Utilizando medidas de tensão (V) e corrente elétrica (I). Este método determina a resistência elétrica que envolve a montagem de um circuito simples, no qual utilizamos um dos multímetros configurados como amperímetro e o outro multímetro configurado como voltímetro. O amperímetro deve ser ligado em série ao resistor. O voltímetro deve ser ligado em paralelo ao resistor. Como realizado a montagem abaixo na **Figura 18**.

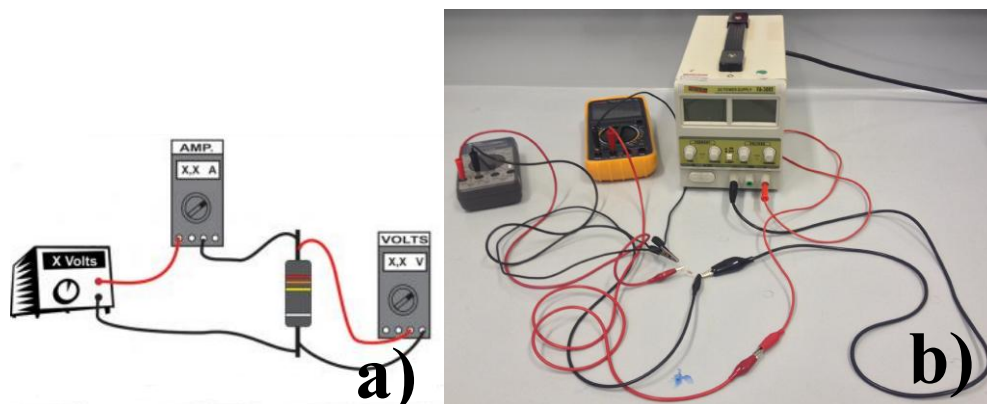


Figura 18: a) Esquema de montagem/imagem adaptada [25], b) Sistema de medidas montado.

Aqui podemos medir a resistência elétrica do resistor, utilizando a relação $R = V/I$ (onde V é a tensão entre os terminais do resistor, I é a corrente elétrica que o percorre e R sua resistência). Aqui vamos variar a tensão aplicada no resistor, variando de 0V a 10V, e anotar os valores obtidos na **Tabela 2**.

PARTE III: Repetindo o esquema anterior, apenas trocando uma lâmpada incandescente de 12V no lugar do resistor, a fim de medir o comportamento desse novo objeto. A montagem análoga ao resistor se dá como mostra a **Figura 19**.

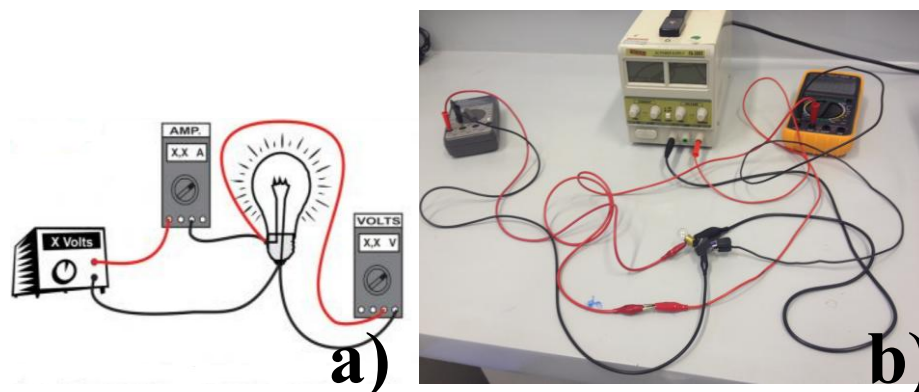


Figura 19: a) Esquema de montagem/imagem adaptada [25], b) Sistema de medidas montado.

Realizar a medida na lâmpada com a fonte de tensão, variando o potencial elétrico de 0 a 10V, e anotar os valores obtidos na **Tabela 3**.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES VOLTADOS AO ENSINO

Parte I:

Com experimento realizado pode-se constatar que o resistor apresenta resistência em torno de 100Ω , resultado esperado apesar de algumas oscilações devido a algum movimento ou imperfeição do aparelho utilizado.

Parte II:

Com os valores anotados na **Tabela 2**.

Tabela 2: Valores obtidos com o esquema da **Figura 18**.

Tensão(V)	Corrente(mA)	Resistência(Ω)
0	0	Resistência constante $\sim 100 \times 10^{-3}$
1	9,8	
2,03	20,5	
2,98	29,9	
3,98	39,9	
4,95	49,7	
5,97	59,9	
6,96	70	
8,05	81,1	
9,02	91,5	
10	100,2	

Com os resultados dessa tabela acima, pode-se construir o **Figura 20**.

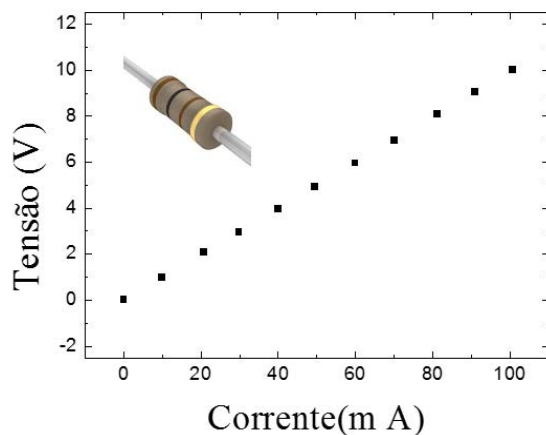


Figura 20: Tensão(V) por corrente(I) com relação a **Tabela 2**.

Utilizando a 1ª lei de Ohm, podemos constatar aqui que esse resistor, possui um comportamento, linear e Ôhmico, com um valor de resistência constante

Parte III:

Os valores anotados com relação ao experimento III

Tabela 3: Valores obtidos com o esquema da **Figura 19**

Tensão(V)	Corrente(A)	Resistência
0	0	0
1,15	0,56	2
2,21	0,78	2,83
3	0,87	3,45
3,9	1	3,9
5,5	1,15	4,8
6,1	1,18	5,1
7	1,28	5,5
8,44	1,43	5,9
8,9	1,45	6,14
9,7	1,5	6,47

Os valores de resistência puderam ser calculados utilizando a 1ª Lei de Ohm, **Equação 3**, sendo:

$$R = V/I$$

V = Tensão em volts (v)
 R = Resistência em ohms (Ω)
 I = Corrente elétrica em ampère(A)

E a partir dos valores da **tabela 3** acima, pode-se construir o **Figura 21**.

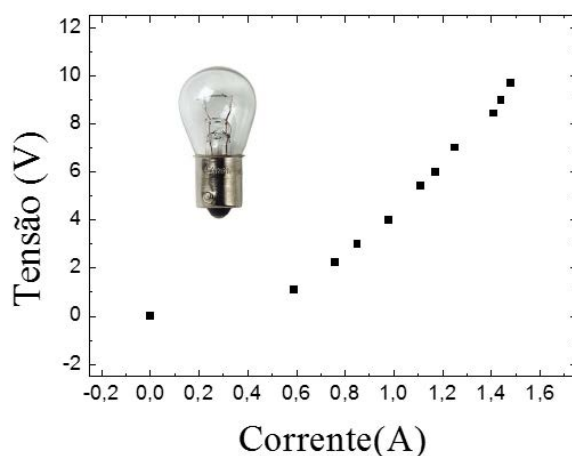


Figura 21: Tensão(V) por corrente(I) com relação a **Tabela 3**.

O gráfico que não exibe um comportamento linear. Embora o gráfico da lei de Ohm, como função matemática, deve ser uma reta que passe pela origem, costuma-se admitir que um resistor é ôhmico em qualquer trecho retilíneo do gráfico $V \times I$, mesmo que não passe na origem.

Parte IV- (Gráfico $V \times I$ das medidas elétricas do **ESTUDO DE CASO** aplicado como sensor de umidade)

Dividindo cada reta em um gráfico distinto do gráfico presente na **Figura 15**. Curvas de corrente versus tensão para os filmes LB e LS”, temos as três figuras abaixo:

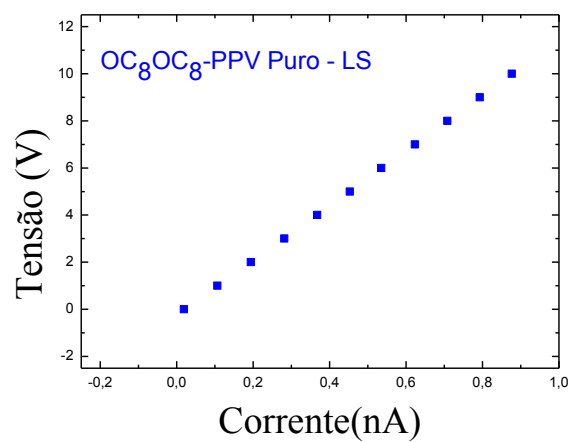


Figura 22 a) :Medida (V)x(I) OC8OC8-PPV Pure - LS

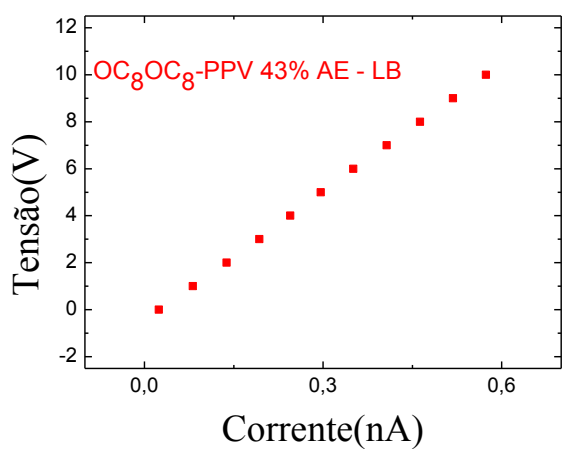


Figura 22 b) :Medida (V)x(I) OC8OC8-PPV 43% AE - LB

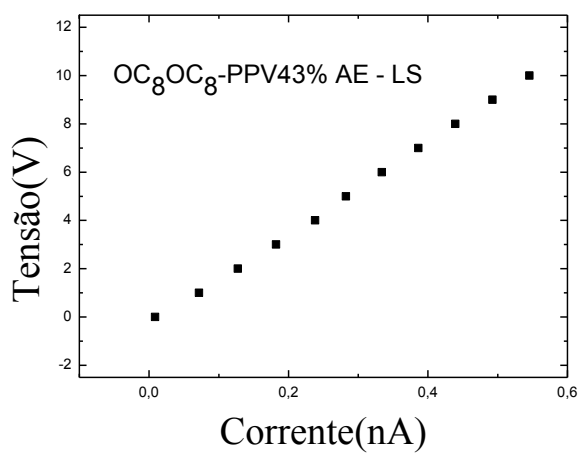


Figura 22 c) :Medida (V)x(I) OC8OC8-PPV 43% AE - LS

Utilizando a primeira lei de Ohm (**Equação 3**) podemos calcular o valor da resistência em cada gráfico seja:

$$R = \Delta V / I$$

Tensão em (V)
Corrente em (A)
Resistência em (Ω)

Tabela 4: Valores referentes a **Figura 22a)**

Azul (OC8OC8-PPV Puro – LS)		
Tensão(V)	Corrente(nA)	Resistencia(Ω)
0	0	11,2
2	0,19	
4	0,367	
6	0,536	
8	0,704	
10	0,87	

Tabela 5: Valores referentes a figura **22b)**

Vermelho (OC8OC8-PPV 43% AE – LB)		
Tensão(V)	Corrente(nA)	Resistencia(Ω)
0	0	17
2	0,138	
4	0,25	
6	0,35	
8	0,46	
10	0,57	

Tabela 6: Valores referentes a figura 22c)

Preto (OC8OC8-PPV43% AE – LS)		
Tensão(V)	Corrente(nA)	Resistencia(Ω)
0	0	18,3
2	0,125	
4	0,238	
6	0,33	
8	0,44	
10	0,54	

Os resultados obtidos para estas medidas mostram comportamento ôhmico [26] , devido ao contato Au/polímero/Au. O que pode ser verificado com o comportamento linear mostrado nos gráficos. Estes resultados podem, desta forma, ser ajustados com uma equação linear de primeiro grau ($y=ax+b$), onde $b = 0$. Fazendo o uso da lei de Ohm é possível encontrar o valor da condutividade e resistência de cada material.

Como a fonte de medidas elétricas aplica a tensão, e registra a corrente, com a inclinação das retas é possível obter a resistência através desta inclinação.

No qual estes conceitos utilizados durante os cálculos finais e todo o trabalho podem servir como conteúdo a se aplicar em sala, seja parcial ou total. Seja histórico, teórico, com exemplos, experimentos e aplicações por completo. Na busca por aprimorar e incentivar o conhecimento dos alunos, e professores, mostrando a tecnologia presente no cotidiano, abrindo uma série de possibilidades que se possa trabalhar estes conceitos de uma maneira mais fundamentada, palpável e cativante.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de grande importância e relevância das atividades experimentais integradas ao ensino de Física, apesar de muito ainda se questionar sobre a forma e os meios como elas são empregadas, bem como o papel que desenvolvem na sala de aula, visando, não só, encontrar estratégias que conduzam os alunos à aprendizagem dos conceitos físicos, mas que ao mesmo tempo proporcionem a evolução das capacidades científicas, essenciais à atuação crítica e eficaz desses estudantes na sociedade. Dessa forma este trabalho de conclusão faz uma relação ao dia a dia do aluno, que na maioria das vezes não observa utilidade a esse e outros conceitos físicos mostrados, que existem e acontecem ao seu redor. No qual a teoria vista em sala de aula é algo apenas exclusivo e momentâneo durante a aula e nada mais [27].

Desse modo os experimentos foram feitos e apresentados, utilizando materiais existentes no cotidiano, e explicado como o conceito físico se aplica. Além disso, para não ficar um trabalho com exemplos de aplicações genéricas, foi realizado uma conexão com o trabalho de iniciação científica desenvolvido na Universidade. O trabalho teve uma contextualização histórica, que mostrou o desenvolvimento da eletricidade, magnetismo, e a eletrônica até os dias de hoje; e como as teorias foram se complementando através da história. Logo, buscamos mostrar experimentos a serem implementados na escola, baseados na “Lei de Ohm”, devido a sua facilidade e importância em melhorar a interação com os alunos [28].

A ciência e a tecnologia desenvolvida durante toda a história tem como finalidade gerar conforto, facilidades e riquezas. O acesso a ela proporciona uma significativa melhora no bem estar de uma sociedade. E para que aconteça é necessário empenho de se divulgar os produtos finais deste conhecimento, e como se dá esse conhecimento. Dessa forma, um trabalho que tente passar o que se tem hoje em dia como algo básico, sendo aplicado, e essa transposição podendo ser divulgada em um meio entre estudantes, e professores é algo promissor.

7. REFERÊNCIAS

-
- [1] José, M. F. B; Evolução ao Histórico-Conceitual do Magnetismo. Disponível em” (www.bassalo.com.br)”, acessado em 27/12/2014.
- [2] Filho, M. P. S.; Caluzi, J.J.; Sobre as experiências relativas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: Revista Brasileira de Ensino de Física, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, 1603, ano 2009.
- [3] Site <http://www.if.ufrgs.br/fis/EMVirtual/crono/crono.htm>, acessado em 15/03/2015.
- [4] Site <http://museu.fis.uc.pt/129.htm> “Daguin, P, Adolphe; *Traité Élémentaire de Physique*, Paris, 1867, 3ª ed, Tomo III, Livro V, nº. 1291. Acessado em 8/02/2015.
- [5] Acessado <http://www.brasilecola.com/fisica/a-balanca-torca-coulomb.htm> em 27/12/2014.
- [6] Halliday, D. Fundamentos de Física: Mecânica, vol3. 6 ed. LTC, 2003.
- [7] Enciclopédia Britânica, <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/21416/Andre-Marie-Ampere>, Acessado em 8/02/2015.
- [8] Site http://www.indusmelec.pt/newsletter/12/EdicaoEspecial_MentesElectricas.pdf Acessado em 29/12/2014.
- [9] Reitz, J. R; Frederick J. M; Robert W. Christy; Fundamentos da teoria eletromagnética, Rio de Janeiro, Elsevier, 1982, 12ª impressão.
- [10] Gaspar, Alberto, Física, Volume único, 1ª Edição, São Paulo, 2005, Ática.
- [11] Site <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/> acessado em 26/03/2015.
- [12] Disponível em: (<http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u46.jhtm>) acessado em 23/12/2014.
- [13] Site <http://www.brasilecola.com/fisica/experimento-oersted.htm> acessado 28/12/2014.
- [14] Site <http://www13.fisica.ufmg.br/~feletro/NEMES/capitulo-7.pdf> acessado em 26/12/2014.
- [15] Site http://www.eletronpi.com.br/historia_da_eletronica.aspx, acessado em 27/12/2014.

-
- [16] Faez, R.; Reis, C.; de Freitas, P. S.; Kosima, O. K.; Ruggeri, G.; de Paoli, M. A. Polímeros condutores. Química Nova Escola, v. 11, p. 13-18, 2000.
- [17] Roselena Faez, Mirabel C. Rezend; Inácio M. Martin; Marco-A. De Paoli; Polímeros Condutores Intrínsecos e Seu Potencial em Blindagem de Radiações Eletromagnéticas; Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 10, nº 3, p. 130-137, 2000.
- [18] Longuet-Higgins, H. C. e Salém, L. The Alternation of Bond Lengths in Long Conjugated Chain Molecules. Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, v. 251, n. 1265, p. 172–185, doi:10.1098/rspa.1959.0100, 1959.
- [19] Menezes. T. A. V. Manual de Langmuir-Blodgett: Teoria e Prática. São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/47702790/Manual-de-Langmuir-Blodgett-Teoria-e-Pratica>. Acesso em: 22 Maio. 2014.
- [20] Silva. E. A, Efeito da adição de moléculas anfifílicas na formação de filmes de Langmuir e Langmuir-Blodgett de derivados alquilados do politiofeno: Aplicação em sensores. Dissertação de mestrado, 86 p, FCT-Unesp, Presidente Prudente, 2014.
- [21] Site <http://www.biolinscientific.com/ksvnima/> Acessado em 29/12/2014.
- [22] Site <http://loosa.paginas.ufsc.br/electronica-organica/>, acessado em 23/1/2015.
- [23] Lisboa, H. M; Pagé, T; Guy. C; Aplicações do nariz eletrônico nas indústrias e na gestão de odores; Estudos Tecnológicos - Vol. 5, nº2:195-211 (mai/ago. 2009).
- [24] Moreira, A. C. S; Uma Visão Vygotskyana Das Atividades Experimentais de Física Publicadas em revistas Publicadas em Revistas de ensino de Ciências. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, 94 p, Universidade federal de Feira de Santana, 2011.
- [25] Site <http://www.pontociencia.org.br/>, acessado em 23/03/2015.
- [26] SZE, S. M. e NG, K. K. Physics of Semiconductor Devices. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. p. 832.
- [27] Inácio, M. L; Experimentos demonstrativos e ensino de Física: Uma experiência na sala de aula; Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba; Universidade Estadual da Paraíba, 141 pg; Campina Grande, março de 2012.
- [28] Site <http://fisicacampusarangua.blogspot.com.br/2010/12/importancia-do-experimento-no-ensino-de.html> acessado em 8/02/2015.