

ELETROSCÓPIO DE FOLHAS: CONFEÇÃO, FUNCIONALIDADE E APLICABILIDADE NO ENSINO INTERCULTURAL DE FÍSICA EM SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA, ESTADO DO AMAZONAS

Saete Rodrigues Gomes¹, Manoel de Jesus de Souza Miranda², Elias Brasilino de Souza³ e Kleber de Souza Miranda⁴

¹Instituto Federal do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (saletegomes_89@hotmail.com)

²Instituto Federal do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (manoel.souza@ifam.edu.br)

³Instituto Federal do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (sailebras@yahoo.com)

⁴Instituto Federal do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (kleber.miranda@ifam.edu.br)

RESUMO

Com a finalidade de aperfeiçoar o processo de aprendizagem em física na educação básica, este artigo tem como objetivo confeccionar e avaliar a funcionalidade operacional do eletroscópio de folhas para uso laboratorial no estudo da eletrostática e, além disso, propor recursos didáticos aplicáveis, com baixo custo e que alcance as instituições de educação públicas e privadas. O estudo foi conduzido no Laboratório de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (IF-AM CSGC), onde foram confeccionados 15 eletroscópios e testada sua funcionalidade através da Análise de Variância a 95% de probabilidade (ANOVA) no *delineamento de medidas repetidas* (DMR), durante os horários de funcionamento dos turnos diurno e noturno. Para determinar o horário mais indicado entre os turnos, foi aplicada a ANOVA a 95% de probabilidade no desenho experimental inteiramente ao acaso (DIC) e seguida do teste de tukey (TSD). Portanto, é possível indicar a utilização do eletroscópio de folhas para aulas práticas - observando os horários elencados aos quais o equipamento é passível de falhas.

Palavras Chaves: Práticas laboratoriais; Ensino da física; Práxis inovadoras.

1 Discente do curso de Licenciatura Intercultural Indígena para professores do Alto Rio Negro, com habilitação em Física

2 Professor, Engenheiro Florestal e Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM

3 Professor, Filósofo e Mestre em Sociedade e Cultura da Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM

4 Professor, Matemático e Especialista em Educação com Ênfase no Ensino Fundamental II e Médio pela Universidade Norte do Paraná-UNOPAR.

ABSTRACT

In order to improve physics learning process in basic education, this article aims to make and evaluate the operational functionality of the electroscope of leaves for laboratory use in the study of electrostatics and, in addition, propose applicable didactic resources, with low cost and that reaches public and private education institutions. The study was conducted at São Gabriel da Cachoeira Campus (IF-AM CSGC) at the Physics Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology, where 15 electroscopes were made and tested for their functionality through the 95% probability variance analysis (ANOVA) in the design of repeated measurements (DRM) during the daytime and night shift schedules. To determine the most indicated time between the shifts, ANOVA was applied at 95% probability in the experimental design entirely at random (DIC) and followed by the tukey test (TSD). Therefore, it is possible to indicate the use of the leaf electroscope for practical classes - observing the schedules listed to which the equipment is susceptible to failures.

Keywords: Laboratory practice, Teaching physics; Innovative praxis.

Submetido em: 02/06/2018

Aceito em: 28/11/2018

INTRODUÇÃO

Vivemos em pleno século 21, marcado pelos grandes avanços tecnológicos dos diversos setores, propiciando melhorias significativas através da produção de materiais industrializados, trazendo mais agilidade e aperfeiçoamento a seus produtos finais. Entretanto, a maioria dos equipamentos de aferição quantitativa está inserida na classe das novas tecnologias e para sua aquisição apresentam custos financeiros elevados sendo, conseqüentemente, inacessíveis ao acesso de muitas instituições de ensino - sobretudo em grande parte das instituições da educação básica do país e principalmente na maioria das escolas que atendem as comunidades indígenas nas localidades mais remotas e de difícil acesso.

De acordo com os dados do Ministério da Educação, o último Censo Escolar de 2016 aponta que existem laboratórios de Ciências em apenas 51,3% das escolas de ensino médio, representando pouco mais da metade das escolas. Este dado é agravado no ensino fundamental pois, nesta etapa de ensino, apenas 25,2% das escolas possuem laboratórios (BRASIL, 2016), representado cerca de 27 milhões de estudantes, o equivalente a 70% dos alunos do ensino básico que estudam em escolas desprovidas de laboratórios de ciências (CASTRO, 2017). Contudo, é sinalizado um

grande desafio para o processo de ensino, sobretudo para o ensino da Física, pois nos Parâmetros Curriculares Nacionais são recomendadas a essencialidade das aulas práticas ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências no ensino de Física, priorizando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis (BRASIL, 2010).

Na aula prática, o estudante pode verificar e ter suas próprias concepções sobre os fenômenos que acontecem durante a aula, relacionando a teoria com a prática, deixando de ser um mero receptor do conhecimento, evitando assim que aconteça a “educação bancária”, modelo de ensino criticado por Freire (2007), no qual o professor aparece como único protagonista, sendo ele o detentor do saber.

Cassaro (2012), em sua pesquisa, afirma que a aula prática é de fundamental importância pois, através da análise das entrevistas realizadas com professores do ensino fundamental, constatou-se a importância que eles atribuem a estas aulas por acreditarem que elas possuem um papel relevante, principalmente no que se refere ao processo de construção conceitual no ensino de Física.

Para minimizar a dificuldade de falta de laboratórios, este trabalho tem como finalidade propor alternativas de instrumentação para ser utilizada em aulas práticas para o ensino de Física em escolas de ensino básico com ênfase no estudo da Eletrostática. Assim, por se tratar da mensuração de cargas elétricas - algo imperceptível aos olhos humanos -, define-se a Eletrostática como parte da Física que estuda as diversas situações de cargas elétricas em equilíbrio e os fenômenos que advêm dessas situações, mais especificamente o estudo da eletrização por atrito, que necessita de equipamentos que demonstrem tal fenômeno (BISCUOLA *et. al.*, 2013).

Conforme os indicadores pesquisados por Santos (2016); Alvarenga e Máximo (2015); Assis (2010) e Medeiros (2002), os materiais mais relevantes já produzidos para o estudo da eletrostática, viáveis de serem confeccionados com itens encontrados com maiores facilidades, foram a garrafa de leyden e eletroscópio de folhas.

A garrafa de leyden foi o primeiro capacitor inventado pelo homem, marcando o início da história dos capacitores por volta de 1745 com o experimento desenvolvido por Von Musschenbroek, na cidade de Leyden, na Holanda. Esta consiste em um instrumento capaz de armazenar quantidades significativas de elétrons, ideal para o estudo da capacitância (SANT’ANNA, 2010).

Já o eletroscópio de folhas trata-se de equipamento construído manualmente para se detectar a presença de carga elétrica em algum corpo e, na sua construção, é necessária uma quantidade reduzida de materiais (CALÇADA e SAMPAIO, 2005).

Diante disso, este trabalho tem por objetivo confeccionar um protótipo de um eletroscópio de folhas, bem como realizar os testes de desempenho e operacionalidade em práticas laboratoriais de eletrostática no ensino de física para

a educação básica, propondo uma alternativa didática nas localidades em que não há infraestrutura laboratorial.

MÉTODO OU FORMALISMO

Área de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas *campus* São Gabriel da Cachoeira (IF-AM CSGC) no período de março a setembro de 2017. O IF-AM CSGC localiza-se no município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, no extremo Noroeste do Estado, entre a Latitude: 00° 07' 49" S e Longitude: 67° 05' 21" W, com aproximadamente 132m de altitude (MIRANDA et al., 2015). Apresenta o Clima Tropical, chuvoso e úmido, com temperatura média anual de 25 °C e a umidade máxima anual é de 96% (BRASIL, 2017).

Confecção do eletroscópio de folhas

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura referente a temática eletricidade, buscando identificar tipos de materiais de fácil acesso para a construção do Eletroscópio de folhas, o qual necessitou dos seguintes itens: garrafas vazias de PET de 2 litros com dimensões de 105mm de diâmetro e 345mm altura, bastões de alumínio em formato cilíndrico de 17cm de comprimento por 0,3cm de diâmetro e duas tiras de papel alumínio cortados em retângulo de comprimento $l = 2\text{cm}$ e largura $w = 5\text{cm}$.

Da garrafa de PET foi feito um corte transversal, deixando sua parte superior com 20 cm de comprimento de modo que ela ficasse totalmente na vertical. Em seguida, foi aberto um furo no centro da tampa com dimensão aproximada ao do bastão de alumínio que, por sua vez, com o auxílio de um alicate, uma de suas extremidades foi modelada no formato de um pequeno "cabide". Com as tiras de papel de alumínio foi feito um recorte retangular, com dobras assimétricas para ocorrer seu encaixe na extremidade inferior do bastão central posicionado perpendicularmente, formando um pêndulo, conforme sequência mostrada na figura 1.

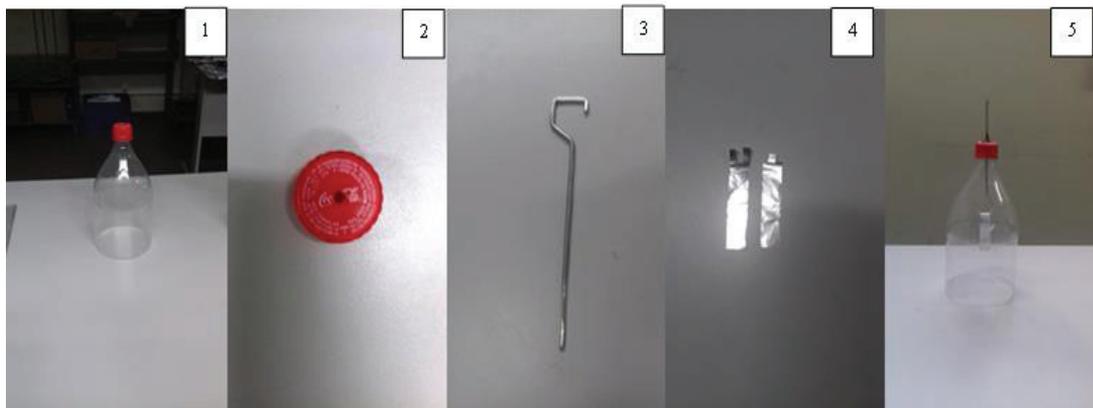


Figura 1: Etapas para confecção do Eletroscópio de Folhas: 1-Parte superior da garrafa pet; 2-tampa da garrafa com furo no centro; 3-bastão de alumínio modelado; 4-tiras de papel alumínio recortadas; 5-eletroscópio montado.

Fonte: Gomes et al., 2017

Funcionamento e coleta de dados

Na condução da etapa experimental, optou-se em utilizar a escala de Likert para avaliação da funcionalidade das réplicas do “Eletroscópio de Folhas, conforme adaptado por Santos *et al.*, (2009). Houve graduação com as seguintes condicionantes: 1: não funcionou; 2: funcionou pouco; 3: funcionou razoavelmente e 4: funcionou plenamente. A atribuição dos pontos referentes à escala Likert em cada nível de resposta das réplicas em teste estabeleceu a dimensão e ordenação das alternativas, a fim de demonstrar a existência de variabilidade na sua funcionalidade durante os turnos matutino, vespertino e noturno.

Os procedimentos foram os seguintes: utilizou-se caneta, que foi eletrizada, friccionando-a 50 vezes num lenço papel. Em seguida, a mesma foi colocada em contato na parte superior do eletroscópio para a obtenção dos dados, repetindo os mesmos procedimentos às demais réplicas de eletroscópio de folhas.

Análise estatística

Para verificação do funcionamento do instrumento durante seu uso, utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) a 95% de probabilidade no *delineamento de medidas repetidas* (DMR), testando a hipótese nula (H_0) do método, em que é verificada a existência de esfericidade (homogeneidade) entre os pares, garantindo que as condições experimentais sejam similares (FIELD, 2009) e corrigidas pelo método de Greenhouse e Geiser (GG) (GIDEN, 1992). Os últimos métodos (Greenhouse e Geiser) foram necessários para determinação de tais condições e

para proceder ao teste *post hoc* que demonstra onde apresenta tais diferenças estatísticas de funcionamento entre os equipamentos testados. Nesse caso, o teste de GG (varia entre $1/(k-1)$, sendo k o número de condições (turnos) usado neste artigo. Quanto mais próximos de 1, mais homogêneos sendo, portanto, mais próximo da esfericidade, garantindo que não houve violação da esfericidades entre os pares (eletroscópios) de escores (horas de medição).

Com isso, tem-se como premissa condicionante os dados pareados, isto é, cada medição é tida como dependente. Nesse sentido, o experimento foi realizado em 3 turnos (manhã, tarde e noite) com 15 repetições (Figura 2) e 5 medidas realizadas em cada turno avaliado, totalizando 225 combinações.

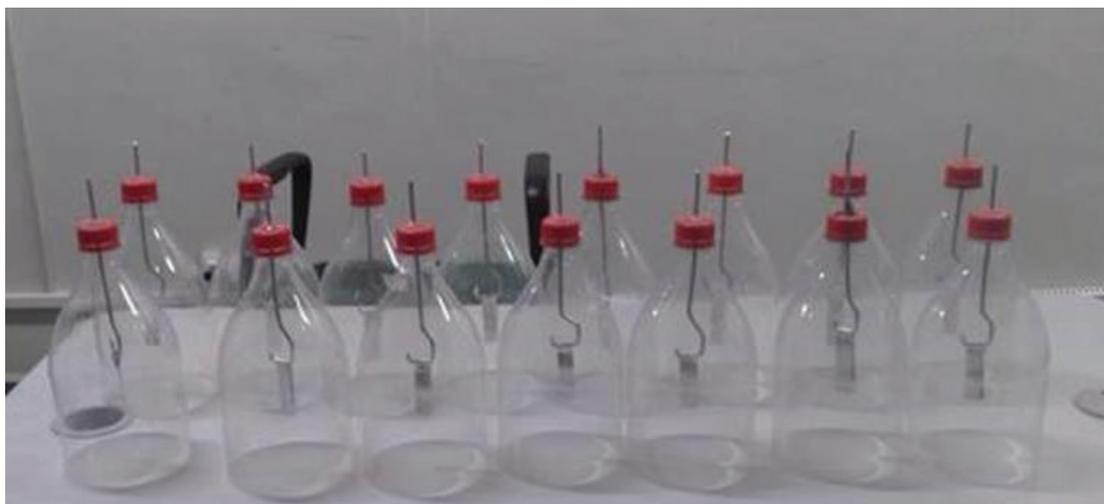


FIGURA 2: Réplicas dos Eletroscópios de Folhas construídos para os testes de funcionalidade e precisão para uso no ensino da física.

Fonte: Gomes et al., 2017

Na determinação do horário mais indicado para sua utilização do eletroscópio de folhas foi utilizado o Delineamento Interinamente ao Acaso (DIC), aplicando a ANOVA e o teste de tukey (TSD) (MELLO e PETERNELLI, 2013) para ordenamento das diferenças médias, ambos a um nível de 95% confiança, com 15 tratamentos (horários) e 15 repetições (réplicas do eletroscópio). Registrou-se, assim, seu melhor desempenho: para efetivação de tais classificações de precisão e funcionalidade, considerou-se as “horas testadas” (Y) como variável independente e as réplicas como variáveis dependentes (X_1, X_2, X_{15}), totalizando 225, combinações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Funcionamento e precisão do Eletroscópio de Folhas

A funcionalidade e precisão do Eletroscópio de Folhas foram evidenciadas a partir dos resultados apresentados pela ANOVA, a qual demonstrou que a variabilidade de funcionalidade entre os protótipos ocorreu dentro da normalidade, isto é, não apresentou influências de tendenciosidade nas aferições de registros de cargas elétricas avaliadas entre as réplicas testadas ($= 31,497$; $p = 0,001$). Assim, também demonstrou funcionalidade entre o período de aferição das medições ($= 9,231$; $p = 0,0001$) e a interações entre os desempenhos de funcionalidades das réplicas do protótipo e os períodos de medições que, nesse caso, ocorreram no intervalo de 60 minutos ($= 4,817$; $p = 0,0001$). Além disso, o valor de significância do teste GG (0,889) apresentado é maior que o valor crítico de 0,5, confirmando que a hipótese da esfericidade não foi violada garantindo, assim, que houve diferenças significativas de funcionamento das unidades dos protótipos de Eletroscópio de Folhas, testado nos turnos matutino, vespertino e noturno.

No teste *post hoc*, as diferenças significativas detectadas pela ANOVA foram classificadas em função das diferenças das médias, indicando os melhores horários do dia em que os protótipos obtiveram melhores desempenhos de funcionalidade, de acordo com o ordenamento dos horários de testes correspondentes aos turnos matutino, vespertino e noturno. Com isso, os ordenamentos foram: 1: representou os inícios dos turnos: 7:00hs, 13:00hs e 19:00hs; 2: os segundos horários: 8:00hs, 14:00hs e 20:00hs; 3: os terceiros horários: 9:00hs, 15:00hs e 21:00hs; 4: os quartos horários: 10:00hs, 16:00hs e 22:00hs; e 5: os quintos horários: 11:00hs, 17:00hs e 23:00hs, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 1.

Nesse sentido, os melhores resultados de funcionalidade e precisão dos protótipos de Eletroscópio de Folhas ocorreram nas classes de horários 3, 4 e 5. Por outro lado, os grupos de horários 1 e 2 não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram resultados insatisfatórios de funcionalidades na maioria das réplicas do eletroscópio de folhas testados. (Tabela 1).

O processo de funcionalidade do eletroscópio de folhas foi testado por Santos (2016) utilizando quatro réplicas de eletroscópios de folha, diferindo-os apenas nas massas das folhas com o mesmo comprimento $= 3.0$ cm e nas larguras $w = 4.0$ mm, 8.0 mm, 12.0 mm e 16.0 mm. Concluiu-se que à medida que a largura (w) da folha é aumentada, a distância (d) entre as folhas decresce, apresentando uma relação existente entre a abertura das lâminas e suas massas causadas pela migração dos elétrons do bastão para as folhas do eletroscópio.

Outro fator relevante nesse tipo de abordagem da eletrostática trata-se da série triboelétrica que "é um conjunto ordenado de substâncias de modo

que, atritando-se duas delas a que vem antes se eletriza positivamente e a outra negativamente” (FERRARO et. al, 2010). Nesse sentido, Biscuola et. al., (2013), num experimento objetivando realizar uma ordenação do grau eletrização por atrito, concluíram que os materiais testados obedeceram à seguinte sequência decrescente, a saber: pele de coelho> vidro> cabelo humano> mica> lã> pele de gato> seda> algodão> poliéster> papel> plástico, com isso, frisou ainda que, o material que antecede ficará carregado com carga positiva e o posterior concentra a carga negativa, respectivamente.

Tabela 1 - Desempenho do Eletroscópio de Folhas submetidas à ANOVA, no delineamento de medidas repetidas, para avaliação das réplicas nos turnos: matutino, vespertino e noturno.

Turnos de Aula		Diferença Média	Erro Padrão	p-valor	Intervalo de 95.0% de confiança	
Horários de Funcionamento	Horários de Funcionamento				Limite Inferior	Limite Superior
1	2	-0,156	0,113	0,166	-0,384	0,073
1	3	-0,289	0,121	0,019*	-0,533	-0,044
1	4	-0,556	0,118	0,000**	-0,794	-0,317
1	5	-0,533	0,116	0,000**	-0,768	-0,299
2	3	-0,133	0,101	0,184	-0,337	0,07
2	4	-0,400	0,127	0,002**	-0,657	-0,143
2	5	-0,378	0,118	0,002**	-0,617	-0,139
3	4	-0,267	0,089	0,004**	-0,447	-0,086
3	5	-0,244	0,107	0,025*	-0,461	-0,028
4	5	0,022	0,126	0,858	-0,232	0,276

A diferença média é significativa ao nível de 0,05 (*) e 0,01 (**)

Além disso, Barreto e Silva (2010) descreveram que a geração de cargas, causada pela fricção do tubo com o lenço (ambos não-condutores), criam a eletrização por atrito pois, durante o contato (esfregação) entre os corpos, ocorre a transferência de elétrons de um corpo para o outro. Além disso, os mesmos autores acrescentaram que, pelo atrito, um corpo recebe ou perde elétrons dependendo de sua constituição.

Medeiros (2002), abordando o desenvolvimento histórico do eletroscópio, constatou que a sua história de construção de conceitos da eletricidade possibilita a apreciação do papel por ele desempenhado na criação da física atômica.

Funcionalidade Eletroscópio de Folhas nos horários diurno e noturno

Houve diferenças estatísticas significativas detectadas entre os horários

em que as réplicas do Eletroscópio de Folhas foram submetidas à ANOVA a 95% de precisão ($= 12,0356$; $p = 0,0001$) e seguido pelo teste de tukey (TSD) entre os resultados dos tratamentos. Assim, rejeitou-se a hipótese nula ($H_0: T_1, T_2, \dots, T_{15} = 0$) de que o equipamento apresentaria bom funcionamento em todos os horários testados uma vez que sua funcionalidade variou. Tais diferenças foram classificadas pelo teste de tukey num nível de 95% de confiança, ordenando o maior destaque de funcionamento que ocorreu às 21:00hs (TSD = a) - e seguidos os desempenhos que não diferiram estatisticamente, na seguinte ordem: 17:00hs; 22:00hs; 15:00hs; 19:00hs; 16:00hs, 22:00hs e 10:00hs (TSD = ab) (Tabela 02 e Figura 1a., b e c). Entretanto, nos três primeiros horários da manhã, o funcionamento do equipamento em teste apresentou possíveis falhas, tendo seus resultados com razoáveis oscilações nos horários 13:00hs; 14:00hs (TSD = abc); médias oscilações às 11:00hs; funcionalidades ineficientes nos horários: 08:00hs; 09:00hs e 07:00hs, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Funcionalidade do Eletroscópio de Folhas avaliado nos turnos matutino, vespertino, após rejeição da hipótese nula, submetidas à ANOVA e ao teste de Tukey, para classificação dos resultados de desempenho dos períodos avaliados.

Tratamento	Valor Médio de Resposta	Teste de Tukey
Horas de teste	Escala de Likert	
21:00hs	4,00	a
20:00hs	3,93	ab
17:00hs	3,87	ab
22:00hs	3,87	ab
15:00hs	3,80	ab
19:00hs	3,80	ab
16:00hs	3,67	ab
22:00hs	3,67	ab
10:00hs	3,47	ab
13:00hs	3,33	abc
14:00hs	3,33	abc
11:00hs	3,13	bcd
08:00hs	2,53	cde
09:00hs	2,40	de
07:00hs	2,20	e

Valores seguidos de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de confiança

Uma possível variação de funcionamento do Eletroscópio de Folhas nos primeiros horários do tuno matutino pode estar relacionado à ocorrência de alto índice de umidade relativa do Ar de São Gabriel da Cachoeira, que registrou a média em agosto de 2017 de 85% (BRASIL, 2017) no período em que o ensaio laboratorial foi realizado - o que pode ser influenciado pelos altos índices de precipitação pluviométrica (FREITAS, 2004).

Este fenômeno pode ser explicado pela oscilação dos escores relativos a cada hora em que o equipamento foi testado, apresentado maiores variação nas amplitudes dos dados no tuno da manhã e no final da noite, nos quais possivelmente a umidade do ar possa ter influenciado tais dinâmica (Figura 3. **a,b, e c**).

LEGENDA

T1: 07:00	T8: 15:00
T2: 08:00	T9: 16:00
T3: 09:00	T10: 17:00
T4: 10:00	T11: 19:00
T5: 11:00	T12: 20:00
T6: 13:00	T13: 21:00
T7: 14:00	T14: 22:00
	T15: 23:00

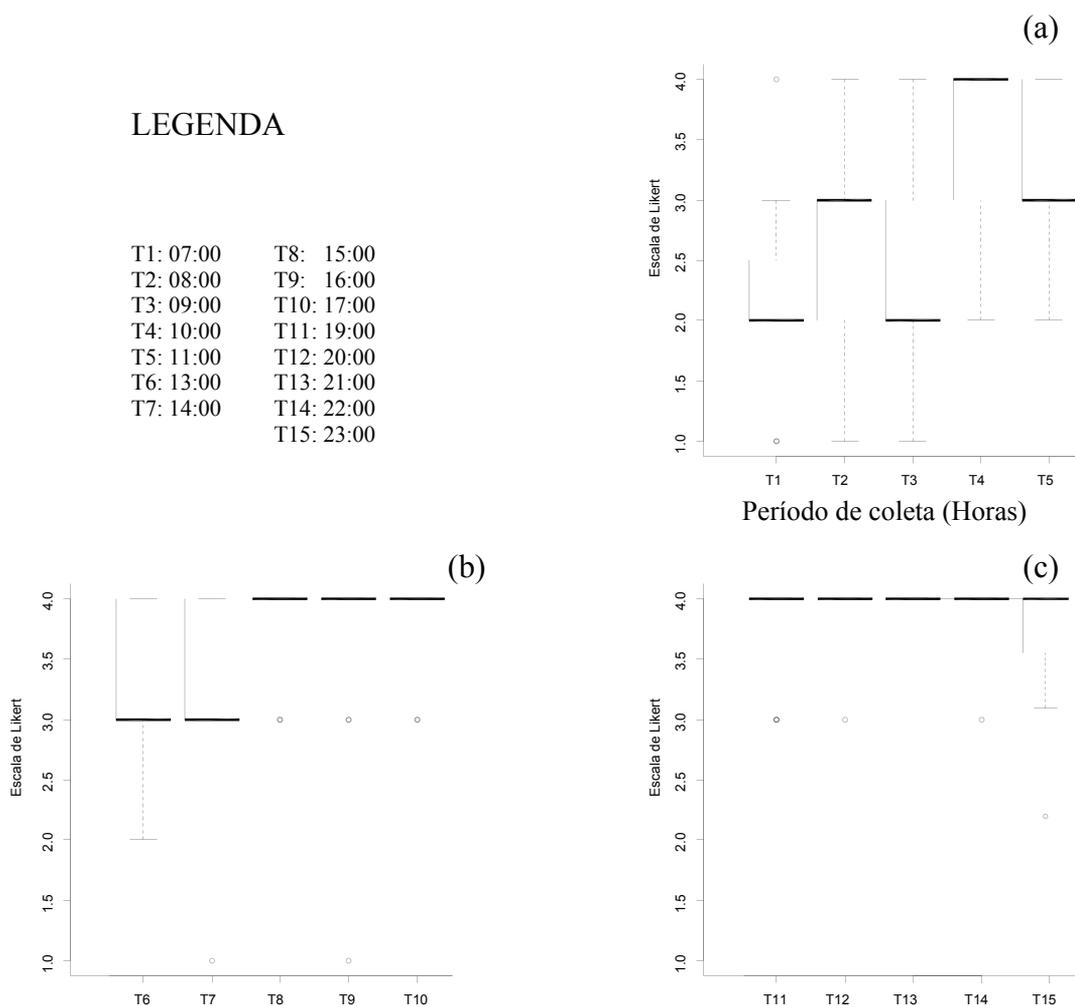


Figura 3: Box plot dos escores, representando a distribuição e tendência dos dados horários em que os protótipos de Eletroscópio de Folhas foram submetidos ao teste: (a) Manhã, (b) Tarde e (c) Noite.

Nesse sentido, os eletroscópios convencionais apresentam uma baixa sensibilidade na presença da alta umidade do Ar pois, para que haja um bom funcionamento, faz-se necessário ter um ambiente com baixa umidade relativa do ar (HAAG, 2017), o que nem sempre é alcançado, devido principalmente aos fatores climáticos existentes no Município de São Gabriel da Cacheira (AM). Com isso, dependendo da umidade do ar, isto é, quanto mais úmido ar estiver, maior será a perda das cargas de um objeto eletrificado (KNIGHT, 2009). Logo, observa-se (Figura 1.a, b. e c.) que as oscilações registradas durante os testes foram maiores nos horários do turno matutino, estabilizando-se a partir do terceiro horário do turno vespertino. Estendendo, assim, com raras oscilações nos horários noturno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar a confecção, funcionalidade e operacionalidade do eletroscópio de folhas sendo mensurável e passível de ajustes visto que, das possíveis falhas em seu pleno funcionamento, pode estar relacionada às condições do ambiente evidenciado no turno matutino;

É possível indicar a utilização do eletroscópio de folhas para aulas práticas, observando os horários elencados que o equipamento é passível de falhas.

Para determinar a influência da umidade do ar no funcionamento do eletroscópio de folhas, faz-se necessários estudos futuros abordando a umidade no ciclo de 24 horas nos períodos em dias chuvosos e secos.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Física – Contexto e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2015.

ASSIS, A. K. T. **Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade**. Montreal: Apeiron, 2010. Disponível em <<https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Eletricidade.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

BARRETO, B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 1 Ed. São Paulo: FTD, 2010.

BRASIL. Ministério da Cultura Pecuária e Abastecimento- Instituto nacional de meteorologia. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **INEP: Censo escolar da Educação Básica 2016- Brasília**, 2017. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2017.

_____. PCN. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Física / Secretaria de Educação / Ensino Médio – Brasília: MEC**, 2010.

BISCUOLA, G. J.; BOAS, N. V.; DOCA, R. H. **Física 3**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Universo da Física 3: Ondulatória, Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2 Ed. São Paulo: Atual, 2005.

CASSARO, R. **Atividades experimentais no Ensino da Física**. Universidade Federal de Rondônia. JI-PARANÁ, Rondônia, 2012, 76p. (Trabalho de Conclusão de Curso). Disponível em: <http://www.fisicajp.unir.br/downloads/1892_tccrenato.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

CASTRO, F. Escassez de Laboratórios de Ciências nas Escolas Brasileiras Limita Interesse dos Alunos pela Física. **Revista Educação: Olhar Pedagógico**. 239 Ed. São Paulo: Segmento, 2017.

FERRARO, C. G.; SOARES, P. A. T; TORRES, C. M. A. Física - Ciência e Tecnologia: Eletromagnetismo, Física moderna. 2 Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

FIELFD, A. **Descobrimo a Estatística usando o SSP**. 2 ed. Artmed. Porto Alegre (RS), 2009, 688p.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007, 30ª ed, 150p.

FREITAS, M. **Amazônia e desenvolvimento sustentável: um diálogo que todos os brasileiros deveriam conhecer**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. V.3. 1 Ed. São Paulo: Ática, 2011.

GIRDEN, E. R. **ANOVA: repeated measures**. Sage University paper series on quantitative applications in the social sciences, Newbery Park, 1992, p. 07-084.

HAAG, R. **Eletroscópio de Estado Sólido**. Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/eletro/eletroscopio.html>>. Acesso em: 11 set. 2017.

KNIGHT, R. **Física: Eletricidade e Magnetismo. Uma Abordagem Estratégica**. Bookman, - Vol 3, Volume 3, Porto Alegre/RS, 2009, 763p.

MIRANDA, M. J. S. *et al.*, Interculturalidade e educação ambiental nas escolas de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas. **Nexus Revista de Extensão do IFAM**. Vol.1, nº2, Dez. 2015, p.79-85.

MEDEIROS, A. As Origens Históricas do Eletroscópio. **Rev. Bras. Ensino Fís.** vol.24, nº. 03, São Paulo, 2002. p 355-361. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n3/a13v24n3.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2017.

MELLO, M. P. e PETERNELLI, L. A. **Conhecendo o R. Uma visão mais que estatística**. Ed. UFV. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2013. 222p.

SANT'ANNA, B.; MAETINI, G. REIS, H. C. **Conexões com a Física: Eletricidade, Física do século XXI**. V. 3. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

SANTOS, M. A. S. **O eletroscópio de folhas de alumínio como instrumento de ensino dos conceitos da eletrostática** (Guia de orientação para o professor). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Instituto de Física. UFR. Rio de Janeiro, 2016. 62p.

SANTOS, A. B.; OZEK, F. L.; OLIVEIRA, B. M. G; KIMURA, M. Precisão de escalas de mensuração utilizadas em testes de aceitação. **Alim. Nutr.** Araraquara v.20, n.4, out./dez. 2009, p. 633-639.