

## **Comparação de dados coletados com termo-higrômetro comercial e com sensor DHT-11 associado a uma placa Arduino e seu potencial de uso em pesquisa e ensino de ciências**

**Comparison of data collected with a commercial thermo-hygrometer and with a DHT-11 sensor associated with an Arduino board and its potential for use in scientific research and teaching**

**Comparación de datos recopilados con un termohigrómetro comercial y con un sensor DHT-11 asociado a una placa Arduino y su potencial para su uso en la investigación y la enseñanza de las ciencias**

Recebido: 23/02/2022 | Revisado: 06/03/2022 | Aceito: 11/03/2022 | Publicado: 19/03/2022

**Erich de Freitas Mariano**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7863-4092>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: [efmariano.ufcg@gmail.com](mailto:efmariano.ufcg@gmail.com)

### **Resumo**

Plataformas de prototipagem permitem que o pesquisador personalize a coleta e apresentação de seus dados, minimizem os custos na compra de equipamentos e proporcione uma maior integração do conhecimento, quando utilizadas com fins didáticos. Tendo em vista essas vantagens, neste artigo comparamos os dados de temperatura e umidade do ar obtidos por meio de dois equipamentos distintos, um comercial e outro construído sob uma plataforma de hardware livre, e discutimos o uso de plataformas similares em pesquisas e ensino. Ao realizar as comparações entre os dois equipamentos mencionados, os testes estatísticos não apresentaram diferenças significativas entre os dados ambientais coletados. Desta forma, podemos empregar tais plataformas sem receio. Implementar tecnologias no ensino de ciências cria ambientes mais motivadores, alunos mais atentos e empenhados no desenvolvimento de seus trabalhos e como consequência, um melhor rendimento nas avaliações. Pois ao criar e interagir com um software ou hardware o aluno experimenta o "continuum experiencial", no qual ele toma as decisões sobre a melhor forma de solucionar problemas. É neste contexto que os computadores, microcontroladores como o utilizado pelo Arduino, linguagens de programação e o pensamento computacional constituem-se em ferramentas de apoio as pesquisas e ao ensino de ciências. Entretanto, seu uso deve ser feito de forma consciente e orientado pelo professor, que muitas vezes não possui uma formação adequada.

**Palavras-chave:** Código aberto; Teste de Bland-Altman; Hardware; Protótipo.

### **Abstract**

Prototyping platforms allow the researcher to personalize the data collection and its presentation, minimize costs in the purchase of equipment and provide greater integration of knowledge, when used for educational purposes. Given these advantages, in this article we present the data of air temperature and humidity obtained by two different equipment, one commercial and the other built under a free hardware platform, and we discuss the use of similar platforms in research and teaching. When making comparisons between the two mentioned equipment, the statistical tests did not show significant differences between the collected environmental data. In this way, we can employ such platforms without fear. Implementing technologies in science education creates more motivating environments, more attentive and committed students in the development of their work and, therefore, a better performance in evaluations. For when creating and interacting with software or hardware, the student experiences the "experiential continuum", in which he makes decisions about the best way to solve problems. It is in this context that computers, microcontrollers like the one used by Arduino, programming languages and computational thinking are tools to support research and science teaching. However, its use must be made consciously and guided by the teacher, who often does not have adequate training.

**Keywords:** Open source; Bland-Altman test; Hardware; Prototype.

### **Resumen**

Las plataformas de prototipado permiten al investigador personalizar la recolección y presentación de sus datos, minimizar costos en la compra de equipos y brindar una mayor integración de conocimientos, cuando se utilizan con

finés didácticos. En vista de estas ventajas, en este artículo comparamos los datos de temperatura y humedad del aire obtenidos a través de dos equipos diferentes, uno comercial y otro construido en una plataforma de hardware libre, y discutimos el uso de plataformas similares en investigación y docencia. Al realizar las comparaciones entre los dos equipos mencionados, las pruebas estadísticas no mostraron diferencias significativas entre los datos ambientales recolectados. De esta manera, podemos emplear dichas plataformas sin temor. La implementación de tecnologías en la enseñanza de las ciencias crea ambientes más motivadores, estudiantes más atentos y comprometidos en el desarrollo de su trabajo y, en consecuencia, un mejor desempeño en las evaluaciones. Porque al crear e interactuar con software o hardware, el alumno experimenta el “continuum experiencial”, en el que toma decisiones sobre la mejor manera de resolver problemas. Es en este contexto que las computadoras, los microcontroladores como el que utiliza Arduino, los lenguajes de programación y el pensamiento computacional son herramientas de apoyo a la investigación y la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, su uso debe hacerse de manera consciente y guiada por el docente, quien muchas veces no tiene la formación adecuada.

**Palabras clave:** Código abierto; Prueba de Balnd-Altman; Hardware; Prototipo.

## 1. Introdução

Dados ambientais são importantes fatores a serem considerados em qualquer estudo ecológico. Coletar e monitorar esses dados nos ajuda a entender os padrões e as mudanças na estrutura de um ecossistema e os processos e serviços ecológicos que esse ecossistema fornece (Lovett et al. 2007, Lindenmayer & Likens, 2010; Lindenmayer et al. 2012).

A definição de como esses dados ambientais serão coletados corresponde a uma importante fase durante o delineamento amostral de qualquer projeto em ecologia. A escolha do equipamento que melhor se adequa as condições da área a ser estudada, as habilidades de quem irá manusear o equipamento e analisar os dados são pontos que devem ser considerados (Burns et al. 2014, Burns et al. 2017).

No processo de aprimoramento na coleta de dados ambientais, novas tecnologias vêm surgindo a cada dia, principalmente de ferramentas automatizadas, as quais oferecem novas maneiras de acessarmos aspectos da fauna, flora e do próprio ambiente a custos relativamente baixos e com elevada precisão (Burns et al. 2014).

Sensores de habitat e monitoramento ambiental representam uma classe de sensores com enorme potencial de benefícios para a comunidade científica e a sociedade como um todo (Mainwaring et al. 2002). Esses equipamentos proporcionam não apenas interação entre o equipamento de coleta de dados e os pesquisadores, mas também facilitam tarefas mais complexas como amostragens e análises estatísticas (Estrin et al. 1999; Estrin et al. 2001).

O advento das plataformas de prototipagens tornou possível o desenvolvimento de equipamentos de coleta e monitoramento ambiental pelos próprios pesquisadores, permitindo assim uma personalização da forma de coleta e apresentação dos dados, além da redução de custos. Plataformas de prototipagem eletrônica, como as produzidas com o Arduino, tem possibilitado a automação de diversos processos e sistemas na produção agrária, pecuária, controle residencial e pesquisas científicas (e.g. Kolcenti et al., 2014; Cunha & Rocha, 2017).

A plataforma Arduino corresponde a uma placa programável baseada num microcontrolador, que pode variar de capacidade de acordo com o modelo do Arduino, e um ambiente de desenvolvimento, no qual os códigos são escritos e transferidos para o controlador (McRoberts, 2011; Penido, 2017). A grande vantagem no uso dessas plataformas de prototipagens é que seus sistemas compreendem uma plataforma de hardware de código aberto e de fácil utilização, que foi desenvolvida com o objetivo de estimular a criação de protótipos por usuários sem profundos conhecimentos de eletrônica e programação.

Comercialmente podemos encontrar diversos equipamentos para a coleta e monitoramento de variáveis ambientais. Contudo, a realidade da disponibilização de recursos para a pesquisa científica no Brasil é contrastante com as necessidades para a sua realização. Em praticamente todas as esferas administrativas nacionais, instituições científicas não conseguem desenvolver seus trabalhos com plenitude. Desta forma, o desenvolvimento de sistemas de baixo custo, mas capazes de aferir dados ambientais com precisão, são essenciais para a sobrevivência da ciência no país.

Associado ao baixo custo no uso de plataformas abertas na coleta de dados podemos evidenciar seu aspecto educacional. A revolução Eletrônica é uma realidade em nossa época e existe um dinamismo na forma que a sociedade se relaciona com a informação. Desta forma, o professor precisa estar integrado com as diversas linguagens tecnológicas (ex. plataformas de hardware e softwares, audiovisual e redes sociais) para que eles se transformem em mediadores efetivos na construção do conhecimento com alunos cada vez mais ligados a essas tecnologias.

Novas ferramentas eletrônicas apresentam grande potencial como ferramentas educativas, pois permitem não apenas a expansão nos recursos didáticos a disposição do professor, mas também proporcionam aos estudantes o desenvolvimento da autonomia, criatividade e interatividade através da elaboração, construção e aplicação dessas ferramentas em projetos e experimentos (Nascimento et al., 2017).

Considerando a necessidade de testar e calibrar novas ferramentas, o presente estudo avalia o grau de concordância dos dados de temperatura e umidade coletados por um termo-higrômetro comercial e um sensor DHT-11 associado ao microcontrolador do Arduino. A partir da confiabilidade dos dados é discutido o potencial de uso de ferramentas tecnológicas, como a construída, em projetos de pesquisa e no ensino.

## 2. Metodologia

Dados de temperatura e umidade do ar foram aferidos utilizando-se um módulo de sensor de umidade e temperatura modelo DHT-11, de precisão  $\pm 2^\circ\text{C}$ , para temperatura, e  $\pm 5\%$ , para umidade. O sensor DHT11 é constituído por um sensor de umidade capacitivo e um sensor de temperatura do tipo termistor NTC, ou seja, um resistor sensível às variações de temperatura. Dentro do módulo DHT-11 existe um microcontrolador que capta as medições e transmite os valores no formato digital através de um pino de saída. Segundo o fabricante, a transmissão digital pode ser realizada através de um cabo de até 20 metros. O módulo DHT-11 foi conectado a uma placa microcontrolada modelo Arduino® Uno. Também foi utilizado um display de cristal líquido (LCD) de dimensões 16x2 (duas linhas com capacidade para 16 caracteres, cada) para visualização em tempo real dos dados.

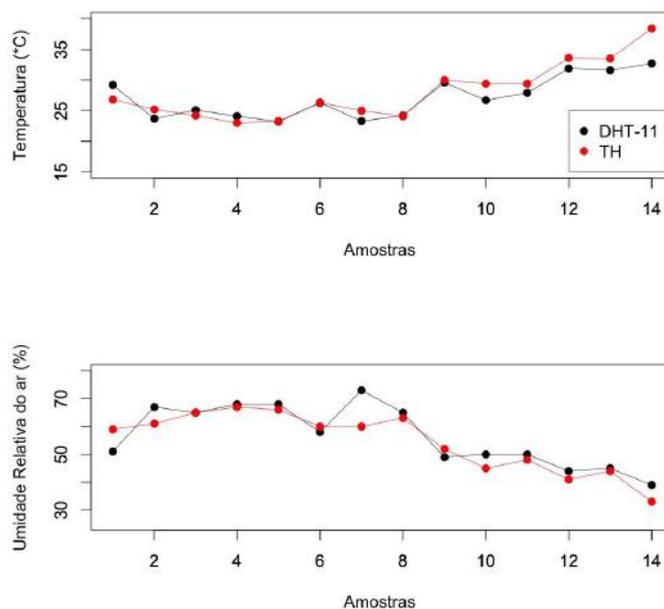
Os dados aferidos pelo DHT-11 foram comparados com um modelo comercial de Termo-higrômetro digital SH-122 da J.Prolab®, com precisão de temperatura de  $\pm 1^\circ\text{C}$  e umidade de  $\pm 5\%$ .

Foram utilizados três testes estatísticos comumente empregados em estudos que avaliam a concordância entre os dados coletados por dois instrumentos ou métodos distintos. Inicialmente foi realizado o teste de normalidade e homogeneidade através dos testes de Shapiro-Wilks e de Levene, respectivamente. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram comparados através de um teste-t pareado, em seguida foi calculado o coeficiente de correlação e uma análise de regressão linear e por fim uma análise de concordância de Bland-Altman. Todos os testes foram realizados utilizando o software R 3.5.3 e os pacotes stats, car e blandr (Fox & Weisberg, 2018, R Core Team, 2020).

## 3. Resultados

Foram realizadas 14 amostras de dados de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 1). Os valores de temperatura flutuaram entre 23 e 38,40°C (Média de  $27,56^\circ \pm 3,99$ ). A umidade relativa do ar variou entre 33 e 73% (Média de  $55,57 \pm 10,67$ ). Os valores mínimos, máximos e médios por instrumento utilizado são apresentados na tabela 1.

**Figura 1:** Valores de temperatura e umidade aferidos utilizando sensor DHT-11 associado a um microcontrolador Arduino e um Termo-higrômetro digital SH-122 (TH).



Fonte: Autor.

**Tabela 1:** Valores mínimos, médios e máximos de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) aferidos com o sensor DHT-11 e Termo-higrômetro SH-122 (TH).

	Temperatura (°C)	Umidade (%)
<b>Mínimo DHT-11</b>	23,20	39
<b>Média DHT-11</b>	27,11	56,57
<b>Máximo DHT-11</b>	32,70	73
<b>Mínimo TH</b>	23	33
<b>Média TH</b>	28,01	54,57
<b>Máximo TH</b>	38,40	67

Fonte: Autor.

A diferença entre os valores mínimos de temperatura aferidos com os dois equipamentos foi de 0,20 °C. Enquanto a diferença entre as temperaturas médias e máximas verificadas foi de 1,10 °C e 5,7°C, respectivamente. Os valores de umidade obtidos apresentaram diferenças um pouco maiores. A diferença entre os valores mínimos, médios e máximos aferidos foi de 6%, 2% e 6% de umidade relativa do ar, respectivamente.

As comparações estatísticas realizadas não apontaram diferenças significativas entre as medidas obtidas, tanto da temperatura quanto da umidade relativa do ar. Da mesma forma análises de correlação e a regressão linear simples apontaram uma alta correlação entre os valores obtidos com o DHT-11 e o Termo-higrômetro (Tabela 2, Figuras 2, 3a e 4a).

A análise de Bland-Altman apresenta um viés aparentemente grande, tanto nos dados de temperatura quanto nos

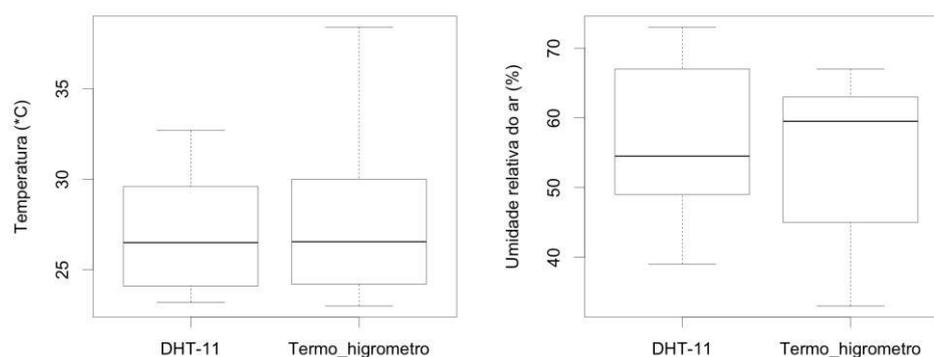
dados de umidade. Contudo, a linha de igualdade entre os dois métodos (diferença = 0), encontra-se dentro do intervalo de confiança da média das diferenças obtidas entre os dois equipamentos empregados, o que indica que o viés não é estatisticamente significativo (Figura 3b e 4b).

**Tabela 2:** Valores de p calculados pelos testes de normalidade Shapiro-Wilks, homogeneidade de Levene e teste-t, Coeficiente de correlação de Spearman, valor do resultado da regressão linear simples (R2) e do viés observado na análise de Bland-Altman entre os valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) aferidos com o sensor DHT-11 e Termo-higrômetro SH-122 (TH).

Testes estatísticos	Temperatura		Umidade	
	DHT-11	TH	DHT-11	TH
<b>Normalidade</b>	0,1217	0,1023	0,206	0,1535
<b>Homogeneidade</b>	0,452		0,6455	
<b>Teste-t</b>	0,1075		0,1494	
<b>Coeficiente de correlação (r)</b>	0,9238		0,8985	
<b>Coeficiente de determinação (R2)</b>	0,8411		0,7913	
<b>Viés – Bland-Altman</b>	-0,91		2	

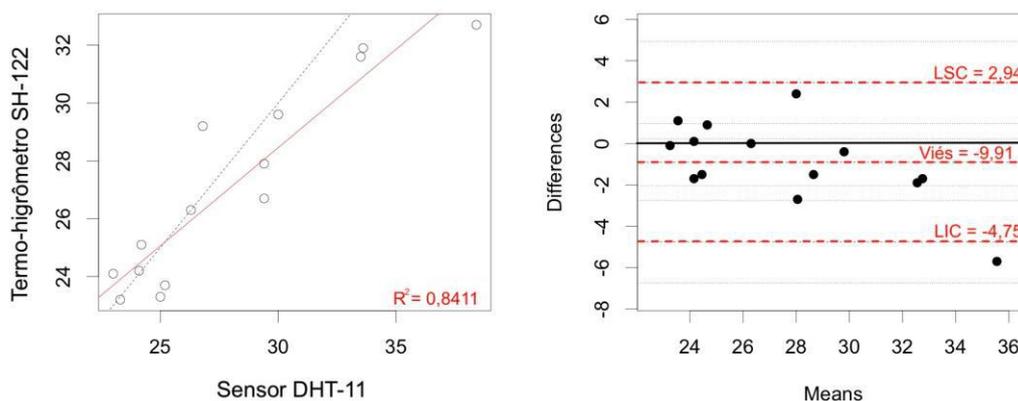
Fonte: Autor.

**Figura 2:** Boxplot dos valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) aferidos com o sensor DHT-11 e Termo-higrômetro SH-122 – p (°C) = 0,18; p (UR%) = 0,15.



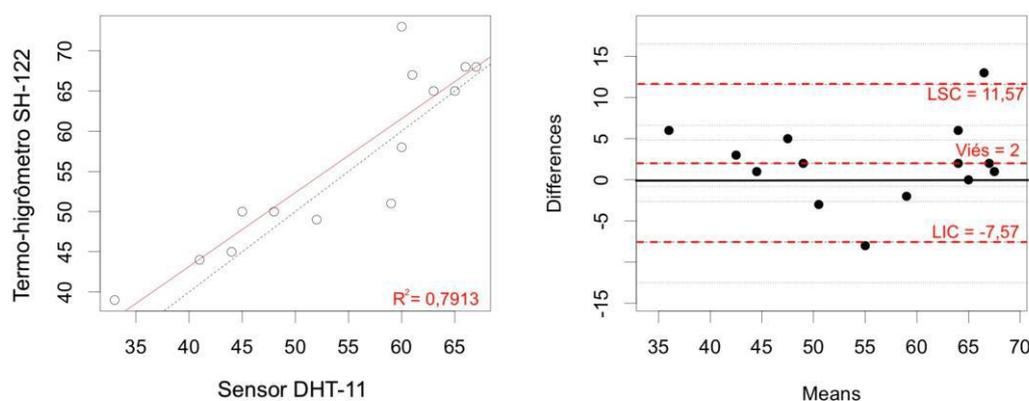
Fonte: Autor.

**Figura 3:** Linha de regressão entre os valores de temperatura (°C) obtidos através dos sensores DHT-11 e do Termo-Higrômetro SH-122 (TH). A equação de regressão é expressa como:  $TH = 0.6800817 \times DHT-11 + 8.05514$ . O coeficiente de correlação entre os dois métodos é  $r = 0,9238$ . Diagrama de Bland-Altman mostrando as diferenças entre os valores de temperatura vs as médias obtidas através dos sensores DHT-11 e do Termo-Higrômetro SH-122. O viés de -0,91 representa a distância entre sua marcação e a linha de zero diferenças.



Fonte: Autor.

**Figura 4:** Linha de regressão entre os valores de umidade relativa do ar (%) obtidos através dos sensores DHT-11 e do Termo-Higrômetro SH-122 (TH). A equação de regressão é expressa como:  $TH = 0,9199962 \times DHT-11 + 6,365924$ . O coeficiente de correlação entre os dois métodos é  $r = 0,8985067$ . Diagrama de Bland-Altman mostrando as diferenças entre os valores de temperatura médios obtidos através dos sensores DHT-11 e do Termo-Higrômetro SH-122. O viés de 2 representa a distância entre sua marcação e a linha de zero diferenças.



Fonte: Autor.

#### 4. Discussão

As análises comparativas entre os instrumentos não apontaram diferenças significativas entre os valores aferidos e que os dados coletados apresentam alta correlação. Entretanto, não podemos afirmar com esse resultado que o sensor DHT-11 e o Termo-higrômetro SH-122 coletam seus dados de forma equivalente. A elevada correlação não implica em elevada concordância entre os dados coletados por dois métodos ou instrumentos distintos (Giavarina, 2015). Estes testes de significância indicam o quanto os métodos ou instrumentos empregados estão relacionados (Ribeiro & Cardoso, 2009), e é bem óbvio que instrumentos produzidos para uma mesma função sejam relacionados.

A aferição de dados de qualquer tipo de variável, quando submetidas a diversificados instrumentos de coleta ou ainda quando medidas por pessoas diferentes estão, invariavelmente, sujeitas a algum grau de erro. Entender o grau de concordância entre os dados coletados é fundamental em estudos que apresentam essa característica.

Em nosso estudo, usamos uma plataforma aberta de hardware para a medição de variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) e comparamos com um equipamento vendido comercialmente. Em todos os testes que aplicamos pudemos observar que os valores obtidos, de ambas as variáveis, nos dois equipamentos utilizados não diferem significativamente.

Contudo, aparentemente, as abordagens estatísticas que avaliam os graus de concordância não são tão óbvias (Giavarina, 2015), apesar de vermos constantemente sua aplicação na literatura.

Podemos encontrar uma ampla gama de testes estatísticos propostos nas diferentes áreas de estudo. A escolha da técnica de análise é feita a partir do tipo de dados avaliados e dos pressupostos do teste (Mayer & Butles, 1993). Quando os dados a serem testados são provenientes de amostras pareadas, os testes estatísticos adequados para as comparações incluem o teste-t pareado e análises de regressão. Ambos os testes são métodos estatísticos muito úteis e permitem comparações diretas entre as variáveis testadas (Mayer & Butles, 1993).

O teste-t é uma importante ferramenta em estudos de validação, pois ao verificar se as diferenças entre os valores médios das variáveis testadas são iguais, ele determina se há erros sistemáticos na amostragem dos dados (Atkinson & Nevill, 1998). Todavia, as diferenças significativas encontradas pelo teste-t podem estar associadas à variação aleatória, sendo possível encontrar situações em que o teste não detecte diferenças significativas entre valores médios similares, mas com elevada variação aleatória entre as amostras (Altman & Bland, 1993).

Comparar médias é uma estratégia interessante como uma análise exploratória dos dados, porém não permitem maiores inferências sobre a concordância dos valores individuais (Ribeiro & Cardoso, 2009).

Em nosso estudo, o teste-t não apontou diferenças significativas entre as médias dos valores observados de temperatura e umidade relativa do ar aferidos por diferentes instrumentos. Entretanto, não podemos afirmar com esse resultado que o sensor DHT-11 e o Termo-higrômetro SH-122 coletam seus dados de forma equivalente.

Da mesma forma, as análises de correlação e regressão linear apresentam seus respectivos coeficientes ( $r$  e  $R^2$ , respectivamente) com valores elevados, indicando uma relação linear entre os dados de temperatura e umidade relativa do ar coletados pelos diferentes instrumentos.

De forma geral, equipamentos ou métodos distintos são ditos concordantes quando os valores obtidos são iguais ou quando a média dessas diferenças é próxima a zero (Giavarina, 2015). Uma estratégia estatística que supera os testes supracitados é o uso de limites de concordância. A análise de Bland-Altman (Altman & Bland, 1983) utiliza-se desses limites e permite a comparação das diferenças entre um método, ou um equipamento, com outro. O teste ainda verifica a heterocedasticidade dos dados, ou seja, se a diferença entre as medidas está relacionada com a magnitude da mesma. Por apresentar um resultado gráfico, a análise de Bland-Altman permite a visualização de quanto as diferenças se afastam do zero (o viés), a dispersão dos pontos das diferenças ao redor da média (o erro) e os outliers. A análise ainda permite verificar se o

viés é estatisticamente similar a zero através de um test-t pareado e do cálculo dos limites de concordância (Hirakata & Camey, 2009).

Nossos dados apresentaram o viés diferente de zero em ambas as variáveis testadas. Porém, a linha que designa diferenças igual a zero encontram-se dentro do intervalo de confiança, indicando que os dois equipamentos empregados para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar apresentam concordância nos valores aferidos.

Se a linha de igualdade (diferença = 0) encontra-se fora do intervalo de confiança do viés podemos considerar que temos um viés significativo. Todavia, a partir dos tipos de dados, do tipo de estudo e dos objetivos da comparação dos métodos é que o pesquisador realizará uma avaliação ponderada para definir se, mesmo dentro do intervalo de confiança, o viés é significativo ou não. A análise de Bland-Altman define o intervalo de concordância, não diz se esses limites são, ou não, aceitáveis dentro de sua pesquisa (Giavarina, 2015).

Apesar de simples, a plataforma Arduino e seus sensores podem ser uma excelente estratégia na coleta e monitoramento de dados ambientais, pois além de terem um baixo custo quando comparadas com instrumentos vendidos comercialmente podem ser customizadas de acordo com as necessidades do pesquisador.

Em nosso estudo foi usado apenas uma placa Arduino Uno associada a um sensor de temperatura e umidade relativa do ar modelo DHT-11 e um display de LCD para visualização dos dados. Esse conjunto de hardware pode ser facilmente incrementado com um módulo de relógio de tempo real, para registro da hora no momento da aferição dos dados; um módulo de cartão de memória, para arquivamento, em formato de planilha, dos dados registrados; ou ainda de um módulo de rede GSM (Global System for Mobile Communications), que através de dados de rede celular conecta a plataforma a internet e transfere os dados em tempo real.

Todas essas otimizações ao sistema são facilmente adaptáveis ao projeto inicial, não exigem demasiado conhecimento computacional e não elevam de forma significativa o custo do projeto. Equipamentos comerciais que realizam as mesmas funções podem custar até dez vezes o valor de um sistema similar montado sob a plataforma Arduino.

Na atualidade, a ciência está ligada de forma inseparável da tecnologia, inclusive as ciências naturais. Nesse sentido, uma das áreas em que novidades tecnológicas podem ser empregadas é no ensino de ciências. Seu uso promove interdisciplinaridade e estímulo a uma participação mais ativa, dinâmica e criativa nas aulas, potencializando o aprendizado (Chassot, 2011, Ruppenthal et al., 2011)

Alguns autores (e.g. Martinho & Pombo, 2009) há muito tempo já citam que a implementação de tecnologias no ensino de ciências cria ambientes mais motivadores, alunos mais atentos e empenhados no desenvolvimento de seus trabalhos e como consequência, um melhor rendimento nas avaliações. Por ser um dispositivo aberto, o computador estimula os estudantes a trabalhar seu conhecimento até o limite (Papert, 2007). O próprio Morin (2007) promove a tecnologia na educação quando cita que seu uso melhora a apreensão da realidade e favorece o desenvolvimento de todas as potencialidades do discente ao se constituírem em “pontes que ligam a sala de aula ao universo”. Ao criar e interagir com um software ou hardware o aluno experimenta o "continuum experiencial" (Dewey, 2015), no qual ele toma as decisões sobre a melhor forma de solucionar o problema em questão.

O uso adequado de tecnologias no ensino desenvolve capacidades estratégicas e de comunicação (Carvalho & Guimarães, 2016), habilidades essenciais para o mundo das ciências. No ensino de biologia o seu emprego pode facilitar o entendimento de assuntos mais complexos. O uso de imagens de alta definição, microscópios ou equipamentos de coleta de dados ambientais tornam o assunto menos abstrato e mais acessível a compreensão de fenômenos próprios da biologia (Sudério, 2014).

O processo de interação entre os alunos e entre os alunos e professores causado pelo dinamismo no uso das tecnologias em salas de aulas possibilitam um melhor entendimento de aspectos relacionados a vida dos estudantes, e

permitem com isso uma nova forma de construir o processo de ensino-aprendizagem (Ramos & Coppola, 2009).

Apesar dos benefícios do uso de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem de ciências e biologia é preciso perceber que o seu valor está relacionado a sua forma de aplicação. Se faz necessário uma atenção do professor para que haja uma construção de conhecimento a partir de sua mediação, de forma que o aluno possa, usando as ferramentas tecnológicas a sua disposição, investigar, compreender, manipular, refletir e aplicar o conhecimento construído.

É notável a importância do uso de tecnologias no ensino de ciências e biologia e as discussões que seu uso proporciona para a sociedade. Entretanto, seu uso deve ser feito de forma consciente e orientado pelo professor, que muitas vezes não possui uma formação adequada (Carvalho & Guimarães, 2016).

Muitas ações educativas já empregam o Arduino como ferramenta de desenvolvimento do pensamento computacional, tanto em projetos de educação das mais variadas linhas quanto em pesquisas, devido a sua praticidade e desempenho (ver Ribeiro, 2018 para uma revisão ampla). O principal problema enfrentado para o uso desta plataforma é a falta de conhecimento ou capacitação e tempo para um entendimento completo da dos projetos eletrônicos e dos códigos de programação, levando a uma simples replicação de projetos disponibilizados na internet (Ribeiro, 2018). Para que os projetos utilizando tecnologias possam trabalhar habilidades como criatividade, raciocínio, planejamento e interatividade se faz necessário a construção dos projetos, desde sua concepção e design do hardware até a programação das rotinas.

É neste contexto que os computadores, microcontroladores como o utilizado pelo Arduino, linguagens de programação e o pensamento computacional constituem-se em ferramentas de apoio as pesquisas e ao ensino de ciências e biologia.

## 5. Considerações Finais

Nosso estudo avaliou o grau de concordância dos dados de temperatura e umidade aferidos por um termo-higrômetro comercial e um sensor DHT-11 associado ao microcontrolador do Arduino e com isso concluímos que é possível aplicar plataformas de hardware aberto com confiabilidade em nossas pesquisas e aulas práticas.

A partir da confiabilidade dos dados discutimos o potencial de uso destas plataformas na pesquisa e no ensino e dessas discussões concluímos que ações voltadas ao ensino são altamente beneficiadas com a utilização de projetos que envolvam tecnologias e sistemas baseados no Arduino, sendo estas fontes inestimáveis de possibilidades de aprendizado.

Para finalizar, como reflexão, sugerimos que ações que promovam a capacitação e formação continuada dos docentes em Tecnologias Aplicadas ao Ensino devem ser incentivadas pelas escolas para que mudanças reais no processo de ensino-aprendizagem aconteçam.

## Referências

- Altman, D. G., & Bland, J. M. (1983). Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 32(3), 307-317.
- Carvalho, L. J., & Guimarães, C. R. P. (2016). Tecnologia: um recurso facilitador do ensino de Ciências e Biologia. *Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional*, 9(9), 1-12.
- Chassot, A. I. (2018). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.
- Cunha, K. C. B., & Da Rocha, R. V. (2016). Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, 1(2), 62-74.
- Dewey, J. (2015). Experience and education. In *The educational forum (Vol. 50, No. 3, pp. 241-252)*. Taylor & Francis Group.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2018). *An R companion to applied regression*. Thousand Oaks, California, EUA: Sage publications.
- Giavarina, D. (2015). Understanding bland altman analysis. *Biochemia medica*, 25(2), 141-151.

- Kolcenti, C.; Zarpelon, M. C.; Balestrin, Deisi. Desenvolvimento sustentável no uso das tecnologias para a juventude rural. In: *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos*, 3., 2014, São Paulo. *Anais do III SINGEP e II S2IS*. São Paulo, SP: UFF, 2014. p. 1 - 9. Retrieved from: <http://www.singep.org.br/3singep/resultado/390.pdf>.
- Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2010). The science and application of ecological monitoring. *Biological conservation*, 143(6), 1317-1328.
- Lindenmayer, D. B., Likens, G. E., Andersen, A., Bowman, D., Bull, C. M., Burns, E., ... & Wardle, G. M. (2012). Value of long-term ecological studies. *Austral Ecology*, 37(7), 745-757.
- Lovett, G. M., Burns, D. A., Driscoll, C. T., Jenkins, J. C., Mitchell, M. J., Rustad, L., ... & Haeuber, R. (2007). Who needs environmental monitoring?. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(5), 253-260.
- Martinho, T., & Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 527-538.
- Morin, E. (2007). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez.
- Nascimento, J., Barbot, A., Maia-Lima, C., Pinto, A., & Couto, Â. (2017). Utilização da plataforma Arduino no desenvolvimento de duas Unidades Didáticas em Ciências Naturais. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 0995-1002.
- Papert, S. (2007). *A máquina das crianças*. Porto Alegre: Artmed, 17.
- Ramos, M., & Coppola, N. C. (2009). O uso do computador e da internet como ferramentas pedagógicas. *Dia a Dia Educação*, 2551-2558
- Ribeiro, J. D. (2017). Explorando as possibilidades de inserção da plataforma arduíno no ensino de ciências da educação básica. 168 p. 2017. *Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências)* – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé.
- Ribeiro, L. G., & Cardoso, L. D. O. (2009). Estudos de validação: qual análise utilizar?. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15, 316-317.
- Ruppenthal, R., dos Santos, T. L., & Prati, T. V. (2011). A utilização de mídias e TICs nas aulas de Biologia: como explorá-las. *Cadernos do Aplicação*, 24(2).
- Sudério, F. B., Nascimento, M., Santos, C., & Cardoso, N. (2014). Tecnologias na educação: análise do uso e concepções no ensino de biologia e na formação docente. *Revista SBE**n**bio*, 7(1).
- Team, R. C. (2020). R: A language and environment for statistical computing. Retrieved from: <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>.