

## ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO

### WEATHER STATION EXPERIMENTAL LOW COST

**Romário Rosa de Sousa**

*Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil, romarioufg@yahoo.com.br*

**Jaime Pereira Antunes**

*Centro de Ensino Fundamental (CEF 03), Brasília, DF, Brasil, antunesjaime@gmail.com*

**Izaías Cabral**

*Escola Técnica de Brasília (ETB), Brasília, DF, Brasil, izaiascabral@gmail.com*

#### RESUMO

Considerou-se como objetivo principal para este trabalho a montagem e calibração de uma Estação Meteorológica Experimental a partir da utilização de matérias de baixo custo. O desenvolvimento deste trabalho pautou-se nas seguintes etapas: 1ª etapa – aquisição dos materiais de baixo custo; 2ª obtenção dos sensores para medir temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica; 3ª etapa – download de um software gratuito; 4ª etapa – montagem dos equipamentos; 5ª etapa – coleta de dados da estação meteorológica Experimental, no ambiente de um abrigo meteorológico de propriedade da INFRAERO/GNA - com sede no Aeroporto de Barra do Garças-MT; 6ª etapa – correlação, análise e discussão dos dados aferidos. Os dados diário da Estação Meteorológica Didática Experimental foram coletados a cada 50 (cinquenta) minutos a partir das 09:00h até as 19:00h, no dia 09/10/2013, juntamente com os dados da INFRAERO/GNA. Assim se constatou que exatamente as 12:00h, os dados de temperatura registrado pelo sensor da Estação Meteorológica Experimental e do sensor da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA, registraram 30,2°C. Enquanto isso às 18:00h, anotou-se 43,6% de umidade relativa do ar, na Estação Meteorológica Experimental, e na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA o sensor quantificou-se 44%, evidenciando-se uma diferença de apenas 0,4%, entre as estações. Diante da aferição e calibração realizada diagnosticou-se que a Estação Meteorológica Experimental e de boa confiabilidade e de excelente aceitação devido o seu valor ser de baixo custo.

**Palavras-chave:** ensino; estação meteorológica experimental; aprendizagem; climatologia.

#### ABSTRACT

*It is considered as the main objective for this work the assembly and calibration of an Experimental Weather Station from the use of low material. The development of this work was acted upon principles in the following steps: Step 1 - acquisition of low cost materials; 2nd achievement of sensors to measure temperature, air relative humidity and atmospheric pressure; Step 3 - download a free software; Step 4 - assembly of equipment; Step 5 - collection of the Experimental weather station data, into the environment of a weather shelter owned by INFRAERO / GNA - based in the airport of Barra do Garças; Step 6 - correlation, analysis and discussion of the gauged data. The diary the data of the Experimental Didactics Weather Station were collected each fifty (50) minutes from 09: 00h to 19: 00hon the day 10.09.2013, along with data INFRAERO / GNA. Thus it was verified that exactly 12: 00, the temperature data recorded by the Meteorological Station the Experimental sensor and sensor INFRAERO Weather Station / GNA, registered 30,2°C. Meanwhile at 18: 00h, it was noted 43.6% relative humidity, the Experimental Weather Station, and Weather Station INFRAERO / GNA has quantified the sensor up 44%, showing a difference of only 0.4 %, between stations. Given the measurement and calibration performed diagnosed that the the Experimental Weather Station and of good reliability and of excellent acceptance because its value is low cost.*

**Keywords:** teaching; experimental weather station; learning; climatology.

Artigo recebido para publicação em agosto de 2014

Artigo aceito para publicação em agosto de 2015

#### INTRODUÇÃO

A automatização na coleta de dados meteorológicos é uma tecnologia muito recente no país e por isso vem gerando discussões sobre a sua confiabilidade, custo e dificuldades de manutenção. Falhas no funcionamento dos equipamentos ocasionam frequentemente falhas na coleta de dados, havendo a necessidade da utilização de dados meteorológicos provenientes de estações convencionais. Por outro lado, esta tecnologia tende a substituir o processo convencional, em função das dificuldades de manutenção de pessoal pelas instituições que operam redes de estações. No entanto, a substituição das estações meteorológicas convencionais pelas automáticas exige cuidados, especialmente no que se refere à homogeneização da série de dados (SENTELHAS et al., 1997).

A didática e as metodologias de ensino e aprendizagem formam uma unidade, mantendo entre si relações recíprocas. Cabe ao professor ter suas metodologias próprias de trabalho, viabilizando momentos propícios para a aquisição de conhecimento aos alunos. Dessa maneira, de acordo com Libâneo (1994, p. 28), o processo didático, efetiva-se a partir da mediação escolar, com os conteúdos e aprendizagem na formação da sociedade.

Para Sousa et. al (2005), o aprendizado de climatologia geográfica aplicada flui melhor a partir das aulas práticas nas estações meteorológicas, uma vez que estas despertam o interesse dos alunos, motivando-os por se darem em um espaço diferenciado. Portanto, evidencia-se a importância de se ministrar conteúdos de tempo e o clima e de sanar dúvidas por meio da utilização da Estação Meteorológica, proporcionando uma inter-relação entre as aulas teóricas e práticas.

O trabalho com climatologia geográfica desperta fascínio nos alunos, uma vez que seu estudo tem como escopo a definição do clima das diferentes regiões da superfície terrestre por uma combinação de fatores dentre os quais as condições de comportamento atmosférico em escala global, regional e local, podendo interferir ainda as condições de relevo, a posição continental e a latitude, o que o torna variável a todo o momento. Assim, toda essa dinâmica climática deve ser explicada para os alunos no ensino fundamental, médio técnico e na graduação de forma interativa, a partir da utilização de meios e recursos didáticos envolventes que chama atenção dos alunos despertando os mesmos ao gosto de se estudar.

A climatologia geográfica brasileira foi uma escola “criada” pelo professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro. Este semeou o ritmo do clima no país e conferiu uma enorme contribuição para esse estudo no Brasil. Sua participação foi tão marcante na história da climatologia nacional que Zavattini (2001; 2004) destacou a sua influência no âmbito da geografia por meio da análise de dissertações e teses de mestrados e doutorados obtidos nos programas de pós-graduação da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Estadual Paulista (UNESP) nos Campus de Rio Claro e Presidente Prudente, em que identificou três gerações de pesquisadores durante o período entre os anos de 1971 e 2000.

Sant’Anna Neto (2008) destacou a dedicação dos pesquisadores do Laboratório de Climatologia da Universidade de São Paulo, baseados em Monteiro (1971), na busca do ritmo climático e em especial dedicado ao ensino. Dessa forma, a análise do ritmo era aproximada inicialmente a variações anuais percebidas por meio das variações mensais, a partir de um conjunto de anos como fundamentação da noção de regime. Porém Sant’Anna Neto (ibid.) discute que com esta abordagem não se chegaria à noção de ritmo, e que para isso seria necessário uma escala temporal em unidades bem menores, ao nível diário e até horário, para que se pudesse compreender a contínua sucessão dos estados atmosféricos.

Cunha e Vecchia (2007) descrevem a dificuldade na obtenção de dados meteorológicos com uma escala temporal diária e apontam tal dificuldade como maior obstáculo para a viabilização de estudos e para o ensino que levem em conta a dinâmica atmosférica. Porém os autores acreditam que esta realidade tende a mudar, uma vez que atualmente conta-se com inúmeros pontos de observações meteorológicas, além de plataformas de aquisição de dados automáticos nas universidades e centros de pesquisas brasileiros.

Os avanços tecnológicos, em praticamente todas as ciências do conhecimento humano, a destacar a área de eletrônica e automação, apresentaram substancial desenvolvimento, permitindo o monitoramento das mais diversas variáveis em tempo real e com níveis de precisão, até então, não experimentados. É neste sentido que as estações meteorológicas automáticas surgirão como um

ferramental importante como na tentativa de armazenamento dos em diferentes situações climáticas, quantidade de armazenagem, resolução, precisão e menor tamanho, valor de custo e maior possibilidade de coleta de dados a qualquer momento sem exigir dos recursos humanos com extrema dedicação.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Para que se torne possível o processo de ensino-aprendizagem, necessário é que o docente, além de ter domínio de conteúdos, saiba relacioná-los ao contexto dos alunos. Torna-se relevante, portanto, que se utilizem metodologias que promovam maior atratividade aos discentes e possibilitem-nos maior facilidade em compreender conteúdos e aplicá-los em seu cotidiano, tendo em vista seu processo formativo.

As condições de vida e de aprendizagem adversas que as nossas crianças e jovens e de suas famílias, vivem na atualidade indubitavelmente, geram muitas dificuldades na organização do processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Entretanto, cabe ao professor ter a consciência política de convergir para o seu trabalho dentro e fora da sala de aula, tornando o ensino uma tarefa real, concreta, que expressa o compromisso social, tendo como requisito principal a participação dos alunos em suas aulas. Desse modo, para que as aulas do professor se tornem prazerosas e interessantes se faz necessário que este elabore aulas atrativas e fascinantes, buscando a participação do aluno de forma espontânea e crítica (LIBÂNEO, 1994, p. 38).

Damis (2004, p. 14) enfatiza que estimular e permitir a participação ativa dos alunos nas aulas gera a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de projetos diferentes e atraentes para os alunos, utilizando-se de diversos meios didáticos como o uso das novas tecnologias. Comunicação, informação, oficinas, minicursos e outras formas são algumas dimensões a serem consideradas na ação do professor com o objetivo de diversificação de suas aulas nas diversas áreas do conhecimento.

Segundo Castrogiovanni, (2003, p. 33-46), há uma perspectiva de ação metodológica criativa que deve envolver a democratização no ato do aprender – o aluno também falar, o sentido da participação – a circularidade. Todavia isso não pode estar desconectado do rigor teórico metodológico e dos sentidos éticos da responsabilidade professor/aluno em todos os níveis de aprendizagem.

A experiência pedagógica do professor, o domínio da linguagem, de conceitos, de procedimentos teóricos e a transposição da pesquisa acadêmica na prática escolar devem se aliar a um encontro pedagógico com os alunos, que estabeleça uma relação dialógica entre estes e os conteúdos, permitindo-lhes interação com o objeto cognoscível.

Cavalcante (2008, p. 26) argumenta que a geografia escolar só ocorre de forma coerente por meio das metodologias, que é o modo de exercitar a geografia escolar a partir da relação entre professor, aluno e meios, procedimentos, métodos de ensino. Estes fazem o aprendizado fluir facilmente, sendo que a leitura de mundo feita pelo aluno também é relevante para o processo de ensino-aprendizagem dos discentes quanto à geografia escolar.

Atualmente, muitas escolas, públicas ou particulares, estão munidas de recursos didáticos como laboratórios de informática, TVs, mapas, vídeos, documentários, aparelhos data-show e outros meios, embora ainda se notem diferenças entre escolas, principalmente entre a rede privada e pública quanto à disponibilização destes. Quando utilizados com criatividade pelo professor, tais recursos despertam o interesse dos alunos ao conteúdo aplicado, dando assim uma nova perspectiva ao ensino de Geografia. A esse respeito, Postuschka et al. (2007) concluem que através de textos escritos, de cartografia, relevo, astronomia, climatologia, rochas, minerais e as demais linguagens, aumentam para os alunos as oportunidades de entenderem o espaço geográfico e conseqüentemente fica mais fácil entender o mundo em que vivem.

O educador deve estar ciente que, em se tratando da Geografia, podem ser utilizados inúmeros recursos didáticos e metodológicos, fazendo uso de diferentes linguagens. A geografia, pois, pode ser trabalhada na forma de canção, dramatização, debates, exploração, entre outros métodos.

O mundo atual está sendo marcado pelo desenvolvimento célere da tecnologia das comunicações e da informação. Esses avanços permitem simultaneidade, ou seja, torna possível “presenciar” fenômenos naturais, astronômicos, políticos, sociais e outros, o que possibilita ao professor do ensino fundamental, médio e até mesmo universitário usufruir de inúmeros meios tecnológicos para dinamizar suas aulas (CAVALCANTE, 2008).

Considerou-se como objetivo principal para este trabalho a montagem e calibração de uma estação meteorológica Experimental a partir de matérias de baixo custo.

A referida ideia surgiu a partir da necessidade dos próprios docentes do município, que buscam um intercâmbio cultural com a universidade e a vontade de ampliar suas bases e conceitos, mediante a dificuldade enfrentada em sala de aula no dia-a-dia de explicar as dinâmicas climáticas. Dificuldade esta acentuada pelo fato de grande parte dos docentes que lecionam a disciplina de Geografia nos ensinos fundamental e médio da rede educacional de Barra do Garças –MT não terem a formação específica.

Diante do exposto, entende-se que toda e qualquer tentativa de facilitar o dinamismo profissional no ensino, aprendizagem e pesquisa, a partir da utilização de instrumento, aparelho ou equipamento especialmente na área de climatologia geográfica, são de grande ajuda na obtenção de dados em tempo real em qualquer espaço ou momento.

## **MATERIAIS E PROCEDIMENTOS**

O desenvolvimento deste trabalho se pautou nas seguintes etapas: 1ª etapa – aquisição dos materiais de baixo custo; 2ª etapa- obtenção de sensores de baixo custo para medir temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica; 3ª etapa – download de um software gratuito que acione e faça a leitura dos dados climáticos captados; 4ª etapa –montagem da estação meteorológica didática Experimental; 5ª etapa- coleta de dados da estação meteorológica Experimental, com os aparelhos e equipamentos meteorológicos oficiais em ambiente, ou seja, no interior de um abrigo meteorológico

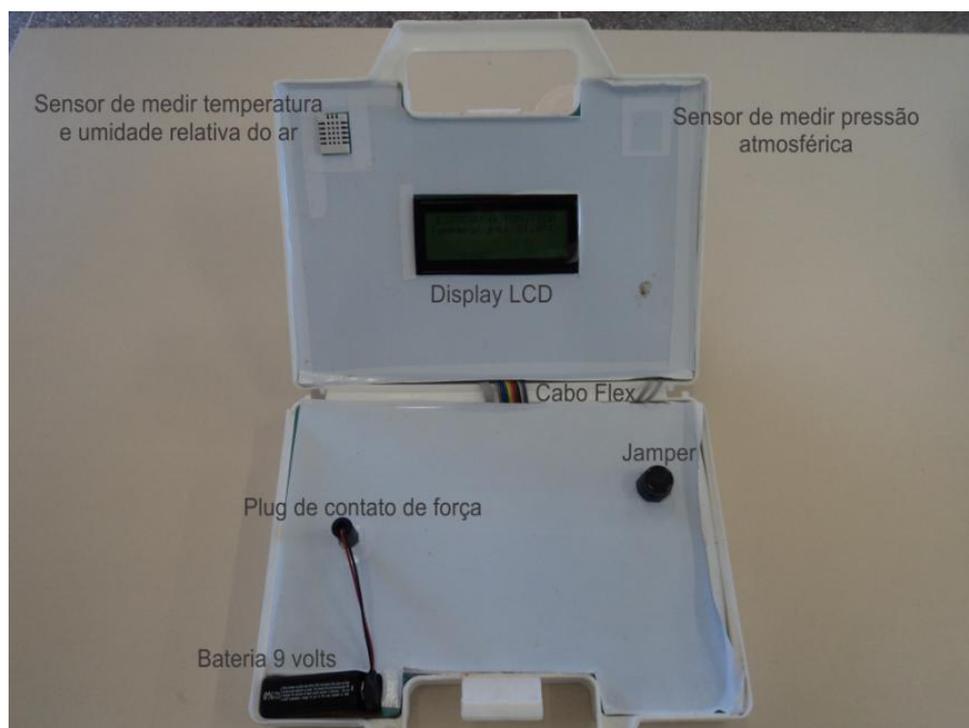
apropriado e de propriedade da INFRAERO/GNA - com sede no Aeroporto de Barra do Garças-MT; e a 6ª etapa – correlação, análise e discussão dos dados aferidos.

Para a montagem da estação meteorológica Experimental utilizou-se os seguintes recursos: um sensor DHT22 (sensor de umidade e temperatura) este sensor pode ser adquirido pelo revendedor encontrado na home Page: “<http://playground.arduino.cc/Main/DHTLib>” um sensor BMP085 (pressão), quanto a este equipamento pode ser adquirido no revendedor credenciado a comercializar pela home page: “<http://www.velki.com.br/produtos/pressao/transmissor-de-pressao/?gclid=CJupkpbg9cQCFdcRgQodxAYABQ>” um microprocessador atmega 328 k, para a aquisição deste produto o mesmo pode ser adquirido no revendedor localizado na home Page “<http://pt.aliexpress.com/item/100-NEW-ATMEL-ATMEGA328-ATMEGA328P-MEGA328P-MCU-AVR-32K-FLASH-32TQFP-IC-ATMEGA328P-20AU-30246/32251119703.html>” uma caixa de primeiros socorros medindo 22 x 16,5 centímetros, por se tratar de um produto de plástico este poder encontrado nas lojas de magazine; um display LCD de cristal líquido medindo 8,4 x 4 cm, pode se adquirir este produto pelo revendedor encontrado na home Page “<http://display4.com.br/produtos/>” duas placas de PVC com de 2 milímetros de parede na cor branca, este material pode ser adquirido em qualquer lojas de ferragistas; um Jamper responsável pela luminosidade no display; um plugue chave liga e desliga, um cabo flex com a função de se conectar com o display ao microprocessador, por se tratar de três produtos de eletrônica estes podem serem encontrados em lojas de consertos e vendas de equipamentos eletrônicos; uma bateria de 9 volts, este produto pode ser adquirida em mercearias, supermercados, mini-box, farmácias, lojas de conveniências. O software utilizado foi o Arduino StandAlone 1.0.5, sendo este um software livre, simplificado e compatível para realizar a leitura dos sensores já vem com funções pré-definidas também conhecida como “Biblioteca”, disponibilizado gratuitamente na home page <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Vale ressaltar que o ambiente open-source Arduino facilita o processo de escrever e enviar o código à placa i / o. Este ambiente é executável em Windows, Mac OS X e Linux, sendo escrito em Java e baseado em Processing, avr-gcc e outros softwares de código aberto. Com isso os gastos com todos os equipamentos de baixo custo o valor aproximou-se de R\$: 100,00 (cem reais).

É importante ressaltarmos que os dados diário da estação meteorológica Experimental foram coletados a cada 50 (cinquenta) minutos, simultaneamente com a coleta dos dados oficiais INFRAERO/GNA.

Avaliaram-se os elementos meteorológicos temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica foram coletados no mesmo ambiente dentro do abrigo meteorológico, como parte integrante da estação convencional de propriedade INFRAERO/GNA, e a Estação Meteorológica Experimental de baixo custo como protótipo, ambas seguindo o padrão da Organização Meteorológica Mundial, os sensores se localizaram dentro de abrigo termométrico de venezianas duplas de madeira, o mesmo está a 1,5m de altura solo.

Posteriormente à aquisição dos materiais de baixo custo, montagem e calibração, a estação meteorológica Experimental está pronta para o uso (Figura 1).



**Figura 1.** Estação Meteorológica Experimental pronta para uso.  
Fonte: Romário Rosa de Sousa (2014).

O monitoramento dos dados foram precisos durante este dia de análise, assim não houve falhas na coleta dos dados, dispensando a necessidade de se realizar o recobrimento de falhas nos dados.

Após a coleta de dados de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Umidade Relativa do Ar (UR %), e a pressão atmosférica (hPa), realizou-se a correlação dos dados para se verificar a confiabilidade e credibilidade dos dados proveniente da Estação Meteorológica Experimental (Tabela 1).

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EXPERIMENTAL				ESTAÇÃO METEOROLÓGICA INFRAERO/GNA			
Horário	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	UR %	Pressão	Horário	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	UR %	Pressão
			Atmosférica hPa				Atmosférica hPa
09:00	28,5	60,5	975,4	09:00	25,1	73,0	976,4
10:00	26,8	65,7	975,1	10:00	26,5	68,0	976,1
11:00	29,1	58,4	974,3	11:00	28,4	61,0	975,8
12:00	30,2	55,0	973,8	12:00	30,2	51,0	975,0
13:00	31,5	50,0	972,8	13:00	31,4	49,0	974,1
14:00	33,2	40,9	971,5	14:00	33,0	39,0	972,6
15:00	33,9	40,2	969,9	15:00	33,4	41,0	971,0
16:00	34,1	37,9	969,0	16:00	33,6	40,0	970,0
17:00	33,6	40,5	968,7	17:00	33,0	42,0	970,0
18:00	31,8	43,6	968,5	18:00	31,5	44,0	969,6
19:00	29,9	47,5	969,2	19:00	29,6	46,0	970,5

**Tabela 1.** Correlação dos dados da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo.

Organizador: Romário Rosa de Sousa (2014).

Fonte: Estação Meteorológica Experimental de baixo custo.

A coleta de dados aconteceu no dia 09/10/2013 das 09h00min às 19h00min. É importante ressaltamos que a presente proposta da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, apenas registra os dados e não realiza o armazenamento dos mesmos. Sendo a ideia central de professor ou pesquisador chegar a qualquer ambiente e coletar os dados de interesse e anotar em uma caderneta. Outro detalhe importante de se ressaltar é quanto ao valor do equipamento para armazenamento dos dados climáticos, sendo este denominado *datalogger*, ou seja, a memória triplicaria o custo final da Estação Meteorológica Experimental, por isso não foi utilizado como parte integrante, onde a ideia central e baixar o custo da produção.

Para Souza (2003) em estudos climatológicos, os sensores eletrônicos permitem a obtenção de variáveis do clima praticamente em tempo real e a tomada de decisões com relação ao manejo de irrigação, à aplicação de defensivos, ao risco de incêndios, à previsão de geadas, à ocorrência de pragas e de doenças, à classificação climática, ao zoneamento agrícola, entre outras aplicações. Assim os sensores eletrônicos passaram os sensores eletrônicos passaram a apresentar duas características distintas, a saber: maior resolução/precisão e menor tamanho e especialmente menor custo para aquisição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na metodologia, após a montagem da estação meteorológica Experimental, procedeu-se a calibragem, constituindo-se da coleta de dados desta estação, com os equipamentos meteorológicos oficiais no interior de ambiente da INFRAERO/GNA, localizado na cidade de Barra do Garças-MT sob as coordenadas planas UTM, Longitude 361073 a 365662 e de Latitude 8246472 a 8250151 e altitude de 370 metros.

Na (Figura 2), a estação em calibragem com dados verificados simultaneamente a coleta oficial a cada cinquenta minutos.



**Figura 2.** Estação Meteorológica Experimental em calibragem.  
Fonte: Romário Rosa de Sousa (2014).

Diante dos dados analisados constatou-se que, exatamente às 12h00min, a temperatura registrada pelo sensor da Estação Meteorológica Experimental e pelo sensor da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA foram idênticos de 30,2°C, sendo este fator importante, demonstrando assim a confiabilidade dos dados da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo.

Ao longo do dia também se destacaram os dados de Umidade Relativa do AR (UR %), com valores bem próximos provenientes da Estação Meteorológica Experimental, tendo, às 18h00min, anotado 43,6% no sensor desta, e na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA o sensor quantificou 44%, evidenciando-se uma diferença de apenas 0,4%, entre os sensores.

Quanto ao sensor de pressão atmosférica da Estação Meteorológica Experimental, ainda no que diz respeito conforme a Tabela 1, anotou-se às 16:00 horas 969,0 (hPa), enquanto isso na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA o sensor quantificou-se 970,0 (hPa), demonstrando-se uma diferença 1,0 (hPa) entre os sensores.

Conforme a Tabela 1, para os demais dados provenientes da Estação Meteorológica Experimental, em outros horários do mesmo dia, os valores ficaram bem próximos uns dos outros, demonstrando-se pequenas diferenças nas quantificações, com os dados oficiais da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA.

O microclima envolve as condições ambientais próximas à superfície da terra onde há as condições particulares de coberturas do solo. A variação climática diária é algo passível de ser observada; assim, as cidades, por serem centros populacionais, apresentam um rápido crescimento horizontal e vertical, ocasionando cada vez mais mudanças climáticas perceptíveis ao homem, uma vez que o clima é uma inter-relação complexa entre todos os elementos e fatores do clima (MONTEIRO, 1971).

Desta forma considerando-se que o clima é a variável mais importante na produção agrícola Ayoade, (1986), a disponibilidade de dados meteorológicos confiáveis é fundamental para quantificar os impactos na produtividade das culturas. Grande parte dos dados sobre os elementos do clima é obtida

através de estações meteorológicas convencionais (EMC) e automáticas (EMA). A diferença entre as duas estações é que a primeira exige a presença diária do observador para a coleta de dados, enquanto a segunda opera por meio de sensores eletrônicos que são captados por um sistema de aquisição de dados, denominado Datalogger, tendo como principal vantagem o registro contínuo de todos os elementos, com saídas dos dados em intervalos que o usuário programar (GALINA; VERONA, 2004), em termos de valores, ambas as estações meteorológicas, são inviáveis para a disseminação do ensino e aprendizagem em climatologia geográfica em uma escola do ensino básico e meio, com isso a Estação Meteorológica Experimental de baixo custo surge como uma aposta em baixar custos e tornar possível o acesso ao conhecimento em uma unidade escolar destinados ao ensino e aprendizagem ou até mesmo para a modelagem de dados a serem utilizados na agricultura.

Após toda a coleta e organização dos dados da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo e da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA, sendo esta a oficial, procedeu-se a calibração e aferição dos instrumentos, de acordo com Fonseca et al (1995) descrevendo a seguinte função aplicada.

$$R^2 = \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2 \sum y^2}$$

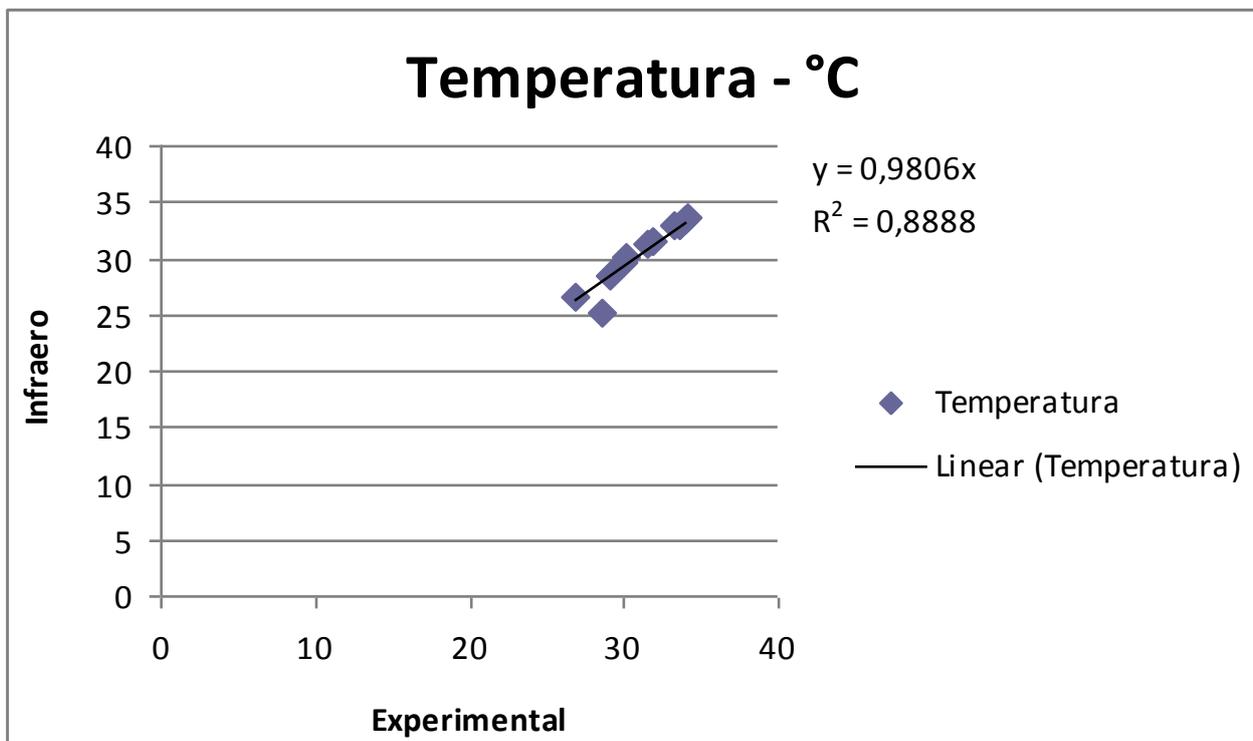
$R^2 = \frac{\text{Soma de quadrados da regressão}}{\text{Soma de quadrados total}}$

O coeficiente de determinação indica quantos por cento a variação explicada pela regressão representa da variação total. No em  $R^2 = 1$ , todos os pontos se situam “exatamente” sobre a reta de regressão. Diremos então que o ajuste é perfeito. As variações de Y são 100% explicadas pelas variações de X através da função especificada não havendo desvios em torno da função estimada.

Por outro lado, se  $R^2 = 0$ , concluiremos que as variações de Y são exclusivamente aleatórias, e a introdução da variável X no modelo não incorporará informação alguma sobre as variações de Y.

A correlação entre os dados da Estação Meteorológica Experimental com  $R^2 = 0,8888$  e da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA foi equacionada com a seguinte função:  $y = 0,9806x$ , (Figura 3).

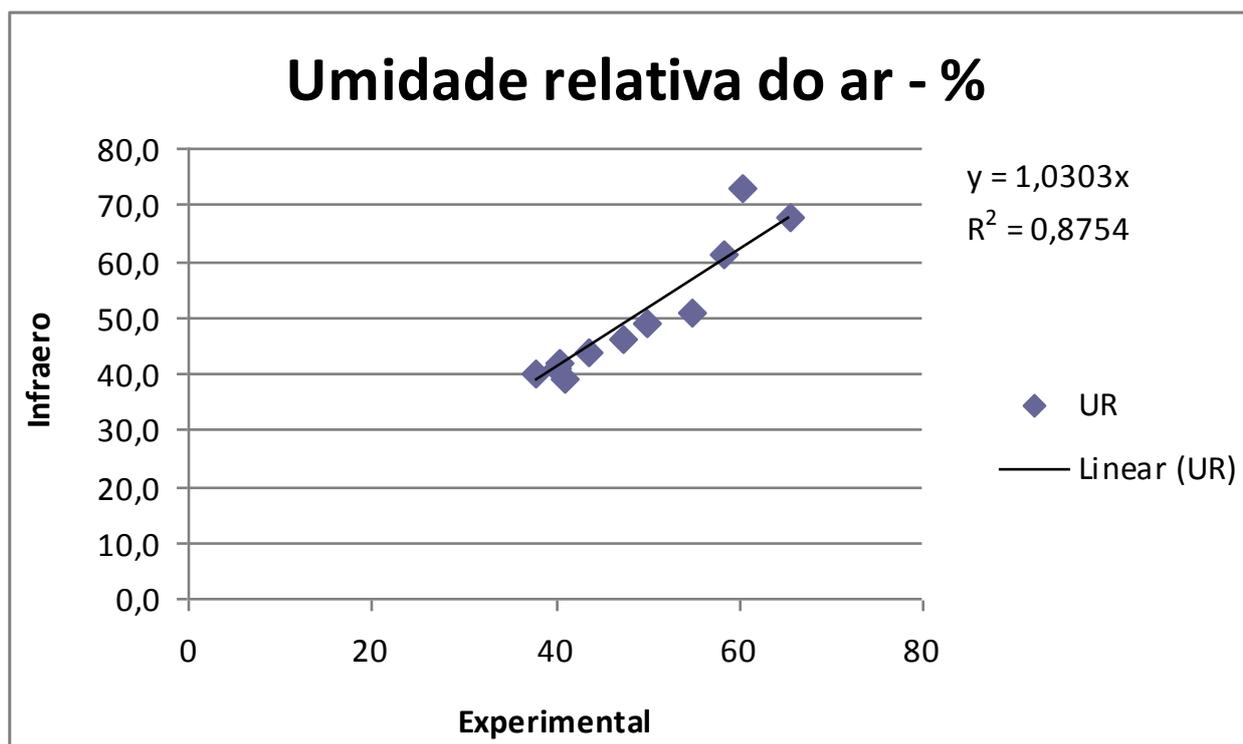
Verificou-se que a dispersão está próxima do modelo (de reta), sendo à margem de erro do sensor de temperatura de apenas 0,0918% e mais de 98% para menos, da temperatura registrada na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA padrão é também registrada pela Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, então  $R^2 = 0,8888$ , em média de coeficiente angular.



**Figura 3.** Correlação da temperatura - °C  
Organizador: Romário Rosa de Sousa (2014).

Segundo o valor do coeficiente angular da reta de regressão linear estimada, a temperatura medida na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA é cerca de 0,98 vezes daquela medida Estação Meteorológica Experimental, em média.

A umidade relativa do ar foi equacionada com a seguinte função:  $y = 1,0303x$ , da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA, e com  $R^2 = 0,8754$  sendo da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, em média (Figura 4), pela qual se notou que a dispersão está próxima do modelo de reta, sendo que a margem de erro do sensor de temperatura é de apenas 0,1549% e mais de 98% para menos, então  $R^2 = 0,8754$  da umidade relativa do ar registrada, em média.

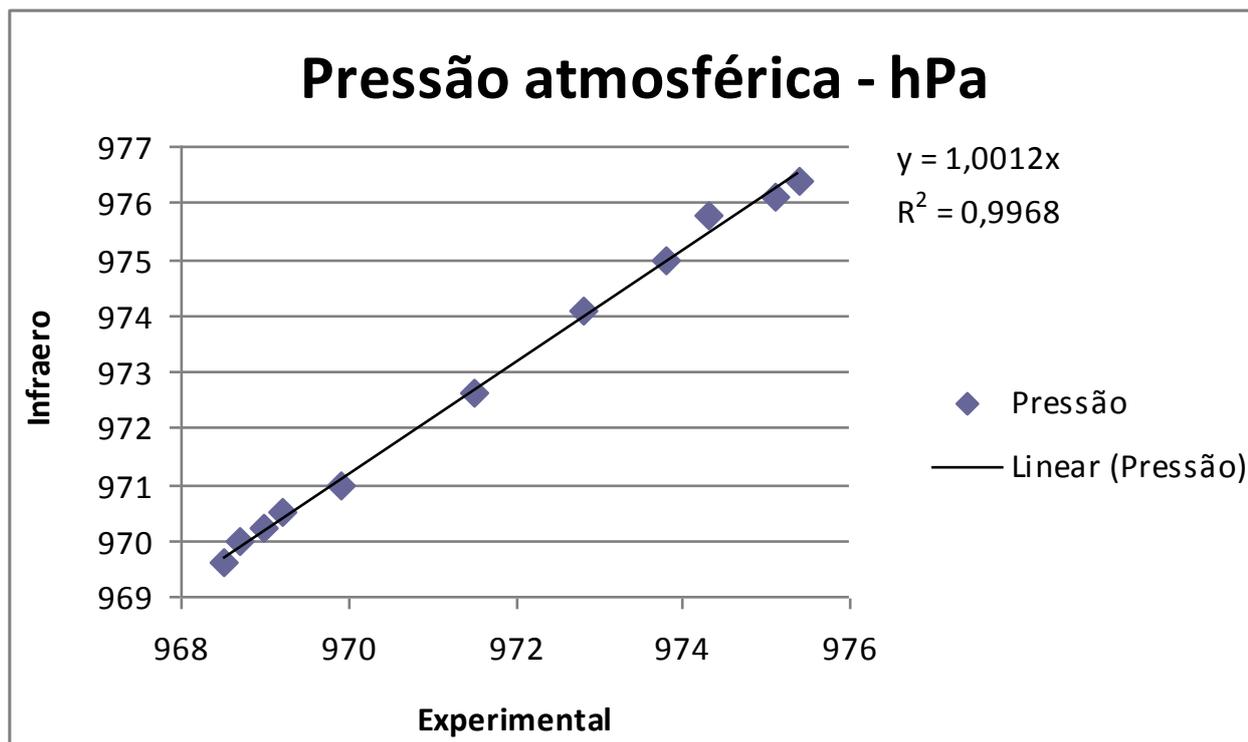


**Figura 4.** Correlação da Umidade relativa do ar - %  
Organizador: Romário Rosa de Sousa (2014).

A umidade relativa do ar, medida na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA é cerca de 1,03 vezes da verificada na Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, em média.

Sentelhas et al., (1997); Fisch, G.; Santos, J. M. (1997), Souza, (2000) realizam vários estudos comparativos entre estação meteorológica convencional e estações meteorológicas automáticas, elas onde demonstram a significativa concordância e confiabilidade nos valores médios dos principais elementos meteorológicos, provenientes de estações meteorológicas automáticas, com destaque para temperatura e para umidade relativa do ar.

A pressão atmosférica foi equacionada da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA com a seguinte função:  $y=1,0012x$ , e da Estação Meteorológica Experimental, em média, com  $R^2= 0,9968$  (Figura 5), pela qual se verificou que a dispersão está próxima do modelo de reta, sendo que a margem de erro do sensor de pressão atmosférica é de apenas 0,0044% e mais de 99% para menos, então  $R^2= 0,9968$  da pressão atmosférica registrada Estação Meteorológica INFRAERO/GNA padrão é também a registrada pela Estação Meteorológica Experimental, em média.



**Figura 5.** Correlação da pressão atmosférica - hPa  
Organizador: Romário Rosa de Sousa (2014).

A pressão atmosférica medida na Estação Meteorológica INFRAERO/GNA é cerca de 1,002 vezes daquela medida na Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, sendo este o melhor ajuste de  $R^2=0,9968$ , em média.

Como já foram ressaltados anteriormente, os dados da Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, foram coletados em apenas um dia, ou seja, a cada 50 minutos, no mesmo ambiente meteorológico que é coletado os dados oficiais da INFRAERO/GNA quanto, a credibilidade e a confiabilidade dos dados provenientes Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, mesmo sendo uma observação curta, de apenas um dia, por estar no referido ambiente e também por seguir um padrão estabelecido, onde a função de correlação demonstra a confiabilidade dos dados, acreditamos ser o suficiente para demonstrar a viabilidade da mesma. Outro fator importante de ser mencionado também e que não dispomos de recursos humanos, para se passar vários dias ou até meses coletando dados.

Para Ferretti (2009), existem inúmeras metodologias para serem utilizadas no estudo da Climatologia Geográfica. Percebe-se que, por meio do estudo do clima, os alunos se apropriam do conhecimento geográfico, a partir do qual adquirem um suporte intelectual que lhes possibilita a ampliação dos horizontes cognitivos. Desse modo, podem reconhecer criticamente a razão de ser e de estar neste mundo.

Na atualidade a coleta de dados meteorológicos voltados para a pesquisa, ensino e aprendizagem, ainda tem sido utilizado em grande escala as estações meteorológicas convencionais especialmente as de propriedades do Instituto Nacional de Meteorologia/INMET. Neste contexto de acordo com Pereira et al (2008), no Brasil uma desativação da estação meteorológica convencional ainda não seria viável, devido ao elevado custo de manutenção que os equipamentos das estações meteorológicas automáticas, daí a necessidade de outras fontes de captação dos elementos e fatores climáticos de forma confiáveis. É neste sentido que a Estação Meteorológica Experimental de baixo custo vem de encontro como auxílio na coleta de dados, sejam eles utilizados por professores no ensino, aprendizagem ou por pesquisadores nas mais diversas necessidades a serem atendidas diante das investigações climáticas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da aferição e calibração realizada entre os sensores da Estação Meteorológica Experimental e da Estação Meteorológica INFRAERO/GNA, diagnosticou-se que a Estação Meteorológica Experimental de baixo custo apresenta resultados confiáveis, tendo grande aceitação devido o seu valor ser de baixo custo, em torno de R\$: 100,00 (cem reais) aproximadamente.

Assim, o educador pode fazer uso de um equipamento de baixo custo para acompanhar as variações climáticas diárias, mensais e anuais em qualquer recinto. Tem, com esse equipamento, a oportunidade de dinamizar suas aulas, a partir de uma metodologia diferenciada e envolvente.

Vale ressaltar que o educador, ao fazer uma análise sobre Climatologia Geográfica escolar, deve fundamentar-se em critérios que auxiliem o entendimento do clima como fator significativo que

influência a produção do espaço geográfico. Atualmente, é imprescindível, por exemplo, que sejam incorporadas às práticas pedagógicas noções de “ritmo” e de “sucessão”, que transformam o clima em um atributo dinâmico.

Com a pesquisa realizada, identificou-se que os valores captados pela Estação Meteorológica Experimental de baixo custo, são confiáveis e que os dados deixam bem claro a viabilidade do equipamento de maneira didática ou de forma pedagógica. Outro fator interessante é que a Meteorológica Experimental de baixo custo pode ser utilizada como fonte de coleta de dados oficiais, seguindo as normas oficiais de observações dos atores e elementos climáticos.

Acreditamos que a Meteorológica Experimental de baixo custo, seja de grande valia no auxílio didático no dia a dia do professor que está em sala de aula e também para os pesquisadores que necessitam de um instrumental simples e confiável.

## REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. São Paulo: DIFEL, 1986.
- CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. In: *Ciência e Natureza*, v. 29, n. 1, p. 137 - 149, 2007
- CASTROGIOVANNI, A. C. O misterioso mundo que os mapas escondem. In: CASTROGIOVANNI, A. C.; CALLAI, H. C.; SCHAFFER, N. O.; KAERCHER, N. A. (Org). *Geografia em sala de aula, práticas e reflexões*. Porto Alegre: Mediação. 4ª ed., p. 33-46, 2003. 200 p.
- CAVALCANTE, L. S. de. *A geografia escolar e a cidade: ensaios sobre o ensino de geografia para a vida urbana cotidiana*. Campinas: Papirus, 2008. 192 p.
- DAMIS, O. T. Didática e ensino: relações e pressupostos. In: LOPES, A. O.; VEIGA, I. P. A. (Org.); *Repensando a didática*. Campinas: Papirus. 23ª ed., Rev. Atual. 2004. 160 p.
- FERRETTI, E. *Geografia em ação: práticas em climatologia*. Curitiba: Aymar. 2009. 142p.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G. L. *Estatística Aplicada*. São Paulo: Atlas. 1995. 267p.
- LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez. Coleção magistério 2º grau, série formação do professor. 1994. 263 p.
- GALINA, M. H.; VERONA, J. A. Fontes de observações meteorológicas no estado de São Paulo. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 107-118, 2004.

- FISCH, G.; SANTOS, J. M. Comparação entre observações meteorológicas convencionais e automáticas na Região do Vale do Paraíba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p.246-248.
- MONTEIRO, C. A. F. *Análise Rítmica em Climatologia*: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.
- MONTEIRO, C. A. F. *Clima e Excepcionalismo* (Conjecturas sobre o Desempenho da Atmosfera como Fenômeno Geográfico). Florianópolis: UFSC, 1991.
- OGASHAWARA, I. Análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. In: *Revista Eletrônica Geoaraguaia*. Barra do Garças-MT. v2, n.2, p 57 - 72. agosto/dezembro. 2012.
- PONTUSCHKA, N. N.; PAGANELLI, T. I.; CACETE, N. H. *Para ensinar e aprender geografia*. São Paulo: Cortez, 2007.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações clima como fenômeno geográfico. In: *Revista da ANPEGE*, v. 4, p. 1-18, 2008.
- SENTELHAS, P. C.; MORAIS, S. O.; PIEDADE, S. M. S., PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; MARIN, F. R. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 215-221, 1997.
- SOUSA, R. R.; SILVA, I. C. O.; ASSUNÇÃO H. F.; MARIANO, Z. F.; GOMES N. F. A estação meteorológica como ferramenta para o ensino fundamental e médio, na cidade de Jataí – GO. In: Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária 8, v 2, Rio de Janeiro: 27 a 30 de novembro, *Anais...* Cd-rom. 2005.
- SOUZA, I. A.; GALVANI, E.; ASSUNÇÃO, H. F. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos monitorados por estações convencional e automática na região de Maringá, Estado do Paraná. *ACTA SCIENTIARUM. TECHNOLOGY*. Maringá, v. 25, no. 2, p. 203-207, 2003.
- SOUZA, I. F. et al. Comparação de dados meteorológicos obtidos em estações convencional e automática do Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis-GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2000, 11, Rio de Janeiro. CD-ROM. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.
- PEREIRA, L. M. P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; CAVIGLIONE, J. H. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática em Londrina – PR. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 299-306, abr./jun. 2008.
- ZAVATTINI, J. A. *O Paradigma do Ritmo na Climatologia Geográfica Brasileira* (Teses e dissertações dos programas paulistas de pós-graduação – 1971-2000). Rio Claro: UNESP/IGCE, 2001. Tese (Livre-docência em Climatologia).
- ZAVATTINI, J. A. *Estudos do Clima no Brasil*. Campinas: Alínea, 2004.