

CONFECÇÃO ALTERNATIVA DE PLUVIÔMETRO BASCULANTE UTILIZANDO MATERIAIS DE FÁCIL ACESSO

MATEUS CAVALCANTE ARAQUAM DE ARAÚJO¹, FRANCISCO JOSÉ COSTA ARAÚJO²

¹Graduando em Engenharia Eletrotécnica, Escola Politécnica UPE, Recife-PE, mateusaraquam@gmail.com;

²Dr. em Engenharia de Produção, Prof. Adj. Escola Politécnica UPE, Recife-PE, francisco.araujo51@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O presente trabalho teve como principal objetivo demonstrar a elaboração de um medidor de chuva utilizando componentes de fácil acesso, inclusive materiais de construção que seriam descartados, e de fácil manipulação. Para confecção do medidor, foram estudados modelos pluviométricos existentes e definido como base os pluviômetros basculantes. Um modelo virtual foi programado na interface de desenvolvimento do Arduíno, simulado no Proteus e, após validação dos testes, foi criado um protótipo. Foi verificada a capacidade de medição e averiguado que se podem medir, com o pluviômetro desenvolvido, volumes de chuva nos intervalos de 10 até 152 ml. Os dados mostraram que é possível desenvolver um pluviômetro de baixo custo econômico e energético e com boa confiabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo. Elaboração. Medidor de Chuva.

ALTERNATIVE MAKING OF A TIPPING RAIN GAUGE USING EASY GATHERING MATERIALS.

ABSTRACT: The present paper had as main objective to demonstrate the building of a rain gauge using easily accessible components, including construction materials that would be discarded, and easily handling. To make the measurer, existing pluviometer models were studied and defined as base like the tilting rain gauge. A virtual model was programmed on the Arduino development interface, simulated on Proteus and, after validation of the tests, a prototype was made. It was verified the capacity of measurement and ascertained that can be measured, with the developed rain gauge, rainfall volumes on the intervals of 10 to 152 ml. The data showed that was possible to develop a pluviometer of low economic and energetic cost and with a good reliability.

KEYWORDS: Model. Building. Rain Measurer.

INTRODUÇÃO

A chuva é um processo em que a água condensada nas nuvens se precipita na forma sólida ou líquida. Acerca da mesma, pode-se afirmar que é, provavelmente, a incógnita na climatologia que tenha maior importância para o balanço hídrico e exerce grande influência sobre as condições ambientais, devido às mudanças estacionais do volume de chuvas, como citam Mol (2005) e Silva et al. (2011).

Segundo Vila (1975), citado por Souza (2017), a chuva, fenômeno analisado desde os primórdios da civilização, é um fator que, comumente, molda e interfere na vida e no cotidiano do ser humano. Entender como e quando irá chover é uma tarefa de interesse comum, visto que sua ocorrência afeta a irrigação, transporte, obras de infraestrutura etc. A análise das chuvas é extremamente importante por permitir a previsão de catástrofes e, assim, evitá-las (Salgueiro & Montenegro, 2017).

Com a necessidade de monitoração, medidores de diversos tipos começaram a ser estudados e, então, desenvolvidos. Os primeiros pluviômetros de leitura manual, em que o processo de aquisição dos dados era feito sem nenhuma automatização, eram inviáveis para o acompanhamento detalhado de

dados pluviométricos. Os avanços na eletrônica permitiram com que a aquisição de dados fosse dada de uma forma mais eficiente utilizando-se dataloggers nos pluviômetros (Braga et. al., 2008).

Pluviômetros basculantes podem se tornar de custo elevado, dependendo dos componentes empregados em sua construção e sua eficiência (Voltan et. al., 2014). Uma maneira de contornar esse tipo de situação, visando permitir que possam ser instalados em situações de menor recursos financeiros, é a confecção do medidor de chuva com materiais de fácil acesso (Martins, 2009).

O presente artigo objetiva o desenvolvimento de um pluviômetro basculante alternativo, utilizando componentes que possam ser adquiridos com facilidade e que possa oferecer confiabilidade em suas medições, tendo em vista que muitos pluviômetros deste mesmo tipo padecem de erro, tanto devido às medidas físicas como também um erro determinístico que deve ser observado e corrigido.

MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver um pluviômetro alternativo, foi necessário, inicialmente, estudar os modelos já existentes e observar quais características eles apresentavam. Alguns mais simples, como os medidores de nível, são inviáveis de obter os dados quando se instala em lugares mais remotos ou de difícil acesso. Já os eletrônicos, são mais completos e exigem domínio de linguagens de programação, eletrônica, microcontroladores e circuitos. Os pluviômetros eletrônicos, no qual se enquadra este projeto, são de alta aplicabilidade, quando utilizados em situações que se precisa fazer medições de grandes durações e não há como fazer uma averiguação diária das medidas. São, também, extremamente vantajosos por poderem armazenar grandes quantidades de dados, por não serem susceptíveis a erros humanos, se instalados corretamente, e possuir alta confiabilidade. O pluviômetro desenvolvido, neste trabalho, é classificado como basculante por possuir internamente uma balança que muda de posição à medida que a água proveniente da chuva, armazenada em um captador, flui para um de seus lados, fazendo com que seu centro de gravidade mude e altere sua posição, assim repetindo o ciclo. Um pequeno ímã é colocado na base da balança, para que quando haja alteração da sua posição o circuito identifique, devido a mudança nas linhas do campo magnético, e contabilize que houve uma mudança de estado através de um sensor magnético.

Sabendo qual o volume eliminado, quando a balança alterar sua posição, facilmente pode-se saber a quantidade de água que foi computada ao todo. Foi utilizado o Arduino UNO similar neste projeto por ser compacto, utilizar poucos componentes eletrônicos, consumir pouca energia e armazenar grandes quantidades de dados quando utilizada a interface serial com o módulo SD. O Arduino é um circuito eletrônico que utiliza um microcontrolador AVR, com entradas e saídas embutidas, para fazer protótipos de hardware utilizando uma plataforma própria que utiliza, como base, C/C++ como linguagem de programação. Para melhor detalhamento do processo, foi separada a confecção do pluviômetro em quatro partes.

Na parte dos componentes, foi adquirido um Arduino Uno similar, um leitor micro SD, uma mini protoboard de cento e setenta furos, uma pilha de nove volts, um LED verde, um resistor de mil ohms que foi utilizado para função de pull down, um resistor de duzentos e vinte ohms para limitar a corrente elétrica que flui no LED, um reed switch, um botão de quatro pinos, nove jumpers e um cartão micro SD para fazer a parte eletrônica do pluviômetro.

A programação do Arduino foi feita com a plataforma original do Arduino de forma que fosse armazenada em um contador, em um intervalo de dez minutos, a quantidade vezes que fosse reconhecido um sinal proveniente de um reed switch, que nada mais é que um sensor que fecha o contato assim que há presença de campo magnético em intensidade suficiente, e gravasse esse contador, contendo a quantidade de pulsos, em um cartão micro SD, juntamente com o horário em que aqueles dados foram coletados. O sistema é sensível à descida dos níveis lógicos, ou seja, o contador só irá incrementar quando o switch for desmagnetizado e seu contato abrir, fazendo com que algum ruído exterior indesejado seja eliminado, dando precisão ao pluviômetro. Utilizando essa interface, pode-se adquirir uma grande quantidade de dados devido ao espaço de armazenamento do cartão micro SD ser bastante elevada. As simulações foram feitas utilizando o Proteus, como mostra a figura 1.

As conexões eletrônicas foram feitas na mini protoboard, ligando os pinos GND do módulo SD, o anodo do LED e o resistor de cem mil ohms, que está ligado no botão, no GND do Arduino. O VCC do módulo SD, um dos lados do switch, um dos lados do botão de cinco volts do arduino, um resistor de duzentos e vinte ohms foram conectados no catodo do LED e na saída quatro do Arduino.

A saída três ligada no botão, os pinos CS, SCK, MOSI e MISO ligados nas entradas dez, treze, onze e doze do arduino, respectivamente, e para alimentar o circuito, uma pilha de nove volts. O reed switch foi colocado na caixa de forma a coincidir com a mesma posição em que o ímã ficaria assim podendo reconhecer as variações de campo magnético. Foi colocado o LED no local do parafuso superior direito e, para que ele coubesse, foi removida a parte de plástico em que o parafuso ficaria A figura 2 mostra como o circuito foi montado dentro da caixa plástica.

Figura 1: Circuito montado no simulador Proteus.

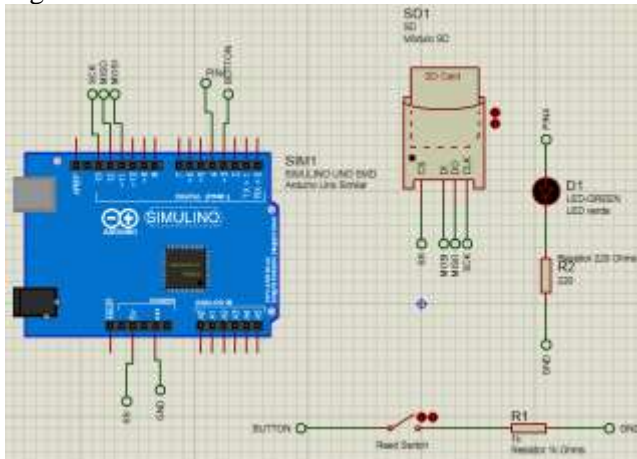
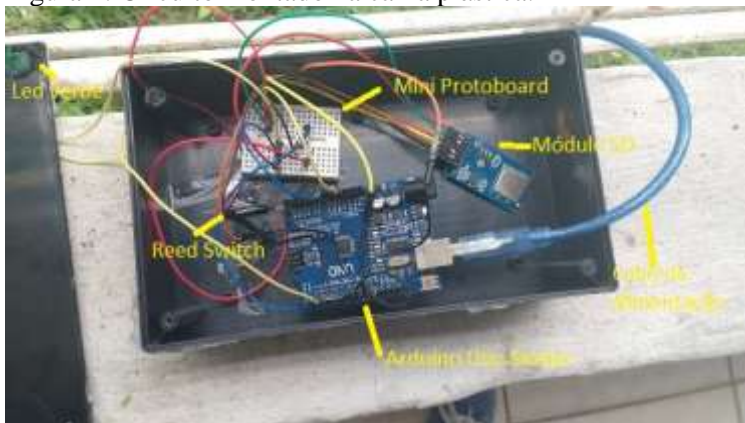


Figura 2: Circuito montado na caixa plástica.



Com exceção dos equipamentos eletrônicos, os componentes utilizados para confeccionar a parte estrutural do medidor foram de restos de materiais de construção que seriam descartados. Para montar a estrutura do pluviômetro, foi utilizado um cano de PVC de 200 mm de diâmetro para fazer a base e o captador, um parafuso infinito de 5 mm e 1 m de comprimento, seis porcas para as barras de mesmo diâmetro, um cano de 3/4 de polegada, uma caixa acrílica, quatro parafusos de um 1/8 de polegada, um ímã, um disco plástico de 3 polegadas, cola e uma caixa de plástico de 18 cm e 90 mm de comprimento, 11 cm de largura e 5,4 cm de altura.

Na confecção da base, cortou-se o cano de 200 mm para possuir um tamanho de, aproximadamente, 24,47 cm de altura. Foi desenhado, à mão, numa folha de ofício, dois retângulos de 7 cm de largura e 5 cm de altura com um ponto central situado a 3,5 cm das laterais e a 0,5 cm de altura em relação à base. Os retângulos foram colados, simetricamente, no topo, em lados opostos e, logo após, utilizando o parafuso infinito aquecido, foram furados os pontos situados nas extremidades inferiores do retângulo e o ponto central de modo a coincidir com os pontos na outra extremidade. Após a barra esfriar, foi cerrada em quatro partes iguais das quais três foram posicionadas atravessando a base nos pontos em que foram furados os orifícios. Na confecção do captador de água, foram cerrados dois canos: O primeiro cano em um tamanho de 19,5 cm de altura e o segundo 25 cm de altura. Foi pré-aquecido o forno a 225 °C por cinco minutos e colocado o segundo cano durante o mesmo tempo para aquecer e amolecer. Foi retirado do forno e colocado pela parte lateral em cima de uma mesa. Com uma tábua,

foi pressionado o cano até que ele ficasse totalmente plano. Após esfriar, usando o diâmetro interno do primeiro cano, de 19,7 cm, foi desenhada uma circunferência no segundo cano já planificado e, logo após, foi cerrado no formato desenhado e utilizando cola, uniu-se a circunferência em uma das aberturas do primeiro cano. Quando a cola secou, foi aquecido o cano novamente e moldado a parte fechada para que ficasse com um pequeno desnível esférico em que a água coletada ficasse armazenada. Um furo no centro da circunferência foi feito para que o líquido pudesse fluir para a base, local onde está a balança. Para fazer a parte superior da balança, foi cerrado o cano de três polegadas e meia num tamanho de 14 cm e feita a marcação de um ponto no meio, serrando paralelamente às extremidades até o centro do cano. Foram desenhadas duas retas paralelas de distância de 1,5 e logo após, a área compreendida entre as retas foi removida com uma serra. O disco plástico foi lixado para que coincidissem com o diâmetro interno do cano e, assim, foi introduzida em seu centro. Na base da caixa acrílica foi feito um furo dos dois lados com a quarta parte não usada do parafuso infinito já aquecido e, após esfriar, foi colada a parte de baixo da caixa, com cola para plástico, na parte superior da balança. O ímã foi colocado na parte inferior da caixa acrílica e deslocado para a extremidade esquerda, pois seu campo magnético não é uniforme, visto que seu formato é irregular. Quando a balança mudar de posição, o reed switch sofre ação das linhas de campo e envia sinal para o Arduino. A caixa de plástico veio de fábrica com duas alças nas extremidades que possuíam furos para serem parafusadas. A alça inferior da caixa impedia que ela coubesse dentro da base do pluviômetro e por isso foi necessário removê-la. Com o resto do plástico removido da alça inferior, foi feita uma solda plástica na alça superior para que ela ficasse em um tamanho maior, já que a alça original era pequena demais e não tinha como prender no parafuso infinito central. Após estender a alça superior, foi feito um furo de sessenta milímetros de diâmetro. O switch foi posicionado no interior da caixa e fixado com fita adesiva plástica. O circuito foi colocado dentro da caixa, que foi parafusado e colocado silicone em todas as aberturas possíveis para fosse vedado à umidade. A figura 3 ilustra a base do protótipo.

Figura 3: Base montada com a caixa dos circuitos e a balança.

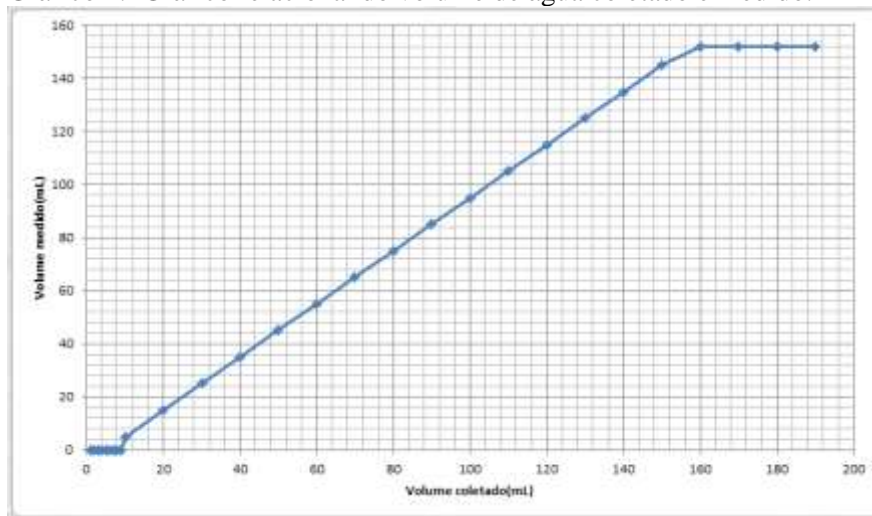


RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando medida sua capacidade com um copo graduado, colocando certo volume no captador e observando os volumes medidos, a balança, em repouso, altera sua posição depois de colocados 5 ml de água em um dos lados. Quando, efetivamente, colocado em funcionamento, sua capacidade de medição aumenta para 9 ml cada lado. Esse efeito se dá devido ao fluxo de água ser muito grande e contínuo fazendo com que a balança fique mais tempo virada do que ela ficaria se somente fosse colocado o volume inicial de 5 ml quando ela está parada. Devido ao seu formato e como a balança foi construída, considerando o diâmetro do cano e o diâmetro do furo do captador de água, o volume

mínimo que pode ser medido é de 10 ml, pois a água não flui totalmente para a balança. O pluviômetro faz a contabilização, sem distorções, num intervalo de 10 ml até 152 ml. O gráfico a seguir relaciona o volume coletado e medido de água no pluviômetro.

Gráfico 1: Gráfico relacionando volume de água coletado e medido.



CONCLUSÃO

Com este trabalho, pode-se concluir que é possível desenvolver um modelo alternativo para medidores de chuva. O trabalho aqui mostrado apresentou que é possível construir utilizando componentes de fácil acesso, como o cano PVC, consumindo pouca energia (pilha 9 volts), com dimensões físicas reduzidas, já que seu diâmetro máximo é de 20 cm, e uma alta capacidade de armazenamento de dados, pois utiliza um cartão micro SD. Depois de montado e colocado a testes, foi possível analisar que este método possui boa confiabilidade.

REFERÊNCIAS

- Braga, S. M.; Braga, A. S.; Scapulatempo, C. V.; Santos, I. dos. Avaliação da Performance de Pluviômetros de Balança: sub-medição durante eventos extremos e novos esquemas de medição. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 2, 2008, Porto Alegre.
- Salgueiro, J. H.; e Montenegro, S. M. Análise da distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Pajeú em Pernambuco segundo método geoestatístico. *Revista Tecnologia*, v.2, n.29, 174-185.
- Souza, R. R. de. Pluviômetro de Baixo Custo e a Variação da Chuva no Município de Barra do Garças – MT. *Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v.8, n.3, 107-125.
- Martins, J. E. P. Implementação de um Protótipo Eletrônico para Registros Diários de Dados Pluviométricos. In: Congresso de Meio Ambiente da AUGM, 6, 2009, São Carlos: UFSCar.
- Mol, J. M. D. Estimativa de Precipitação por Meio de Sensoriamento Remoto. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Distrito Federal: UnB/FT.
- Silva, V. P. R.; Pereira, E. R. R. P.; Azevedo, P. V.; Souza, F. A. S.; e Souza, I. F. Análise da Pluviometria e Dias Chuvosos na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.15, 131-138.
- Voltan, D. S.; Perea Martins, J. E. M.; Bassan, J. M. Desenvolvimento de Dispositivos Computacionais para Registro de Dados Pluviométricos e Análise Operacional de Pluviômetros Basculantes. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v.1, n.24, 22-39.
- Reda, A. G.; Uehara, D. M.; Reda, A. L. L. Pesquisa de Graduação: Calibração de Medição de Pluviômetro Automático de Balanças para Chuvas Intensas no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 36, 2008, São Paulo: SP.