



## **CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO DE ARMADILHAS ELETRONICAS UTILIZADAS NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS**

Nicolas B. da Silva<sup>1</sup>; Pedro H. G. Marchi<sup>1</sup>, Paulo R. Ferreira Jr<sup>2</sup>, Júlio C. B. Mattos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Curso de Engenharia de Computação

<sup>2</sup> Centro de Desenvolvimento Tecnológico - UFPEl  
{nbdsilva, phgmarchi, paulo, julius} @inf.ufpel.edu.br

### **1. INTRODUÇÃO**

O avanço da indústria de microeletrônica produziu o desenvolvimento de circuitos em um único chip contendo diferentes sensores, capacidade de processamento e também de comunicação oportunizou a criação das Redes de Sensores Sem Fio (RSSF). As RSSFs tem uma ampla variedade de aplicações com o objetivo de realizar o monitoramento de locais a distância.

Essas redes oferecem diversas vantagens das redes convencionais como baixo custo, escalabilidade, flexibilidade e facilidade de aplicar nas mais diversas áreas. Com os avanços tecnológicos dos nodos sensoriais tornando-se cada vez menores e baixando seu custo, seu nicho de aplicação cresce em larga escala.

Tais redes podem ser empregadas nas mais diversas aplicações como: meio-ambiente para monitorar variáveis ambientais, monitoramento agrícola; monitoramento de tráfego em vias urbanas ou rodovias; segurança de locais como condomínios, complexos industriais e até cidades; uso militar para monitoramento de áreas em conflito entre outras (LOUREIRO, 2003).

Na agricultura, por exemplo, pode-se utilizar de RSSFs no Manejo Integrado de Pragas (MIP), o qual é um conceito utilizado para a otimização do controle de pragas agrícolas visando manter as pragas sempre abaixo do nível em que causam danos para as plantações. O MIP utiliza diversas ferramentas e uma dessas é o monitoramento das populações de pragas nas áreas de produção através do uso de armadilhas. Estas armadilhas tem por objetivo capturar os insetos e permitir a contagem do número de indivíduos capturados, sendo as mesmas podendo constituir os nodos de uma rede de sensores (FERREIRA JR., 2017).

As armadilhas possuem iscas com feromônios ou alimentos para atrair os insetos desejados. Ao entrar nas armadilhas, que são distribuídas na área da plantação, os insetos são incapazes de deixá-la, ficando capturados em seu interior. Assim, o sistema de monitoramento de pragas irá recolher periodicamente os dados de cada armadilha através da contagem do número de indivíduos capturados, utilizando de uma camera.

Este trabalho tem como objetivo a caracterização do consumo destas armadilhas constituindo uma rede de sensores. Cada armadilha é constituída de uma Raspberry Pi 3, uma camera de 8 megapixels e uma bateria. A comunicação entre as armadilhas foi feita por intermédio de Arduinos Uno juntamente com módulos Xbee.

### **2. METODOLOGIA**

Inicialmente houve uma etapa de planejamento de como fazer as medições, quais tipos de medições e em quais situações. Sendo assim foi decidido a realização de monitoramento em tempo real de corrente e tensão das armadilhas

nas seguintes etapas: ligando e obtendo a imagem, processando a imagem e enviando pela rede através dos Arduinos Uno (ARDUINO, 2016). Além da medição de tensão e corrente nas armadilhas, também foi realizado uma obtenção do consumo de tensão e corrente em tempo real dos Arduinos Uno juntamente com os módulos de comunicação sem fio Xbee (DIGI, 2017), os quais tem como função transmitir os dados obtidos pelas armadilhas pela rede.

As armadilhas são constituídas de placas Raspberrys Pi 3 (FOUNDATION, 2017), possuindo processador ARM Cortex-A53 quad-core 1.2Ghz 64bit, 1GB de memória RAM, 5V, entre outras características. Juntamente com cada Raspberry Pi 3, há uma camera de 8MPixels para a obtenção de imagens para a realização da contagem de pragas. Nos testes foi usado uma fonte de 5V de corrente continua como alimentação para as armadilhas e os arduinos. Abaixo, na figura 1, uma das armadilhas utilizadas.



Figura 1: Armadilha MIP.

Para a obtenção dos consumos, optamos por utilizar um circuito de shunt, feito por nós, para a medição de corrente. Essa decisão foi feita devido ao baixo consumo de energia que supomos que as placas Raspberry Pi3 e Arduino teriam e posteriormente tivemos a confirmação de que a escolha foi a correta. Abaixo, na figura 2, podemos ver o esquemático do circuito feito.

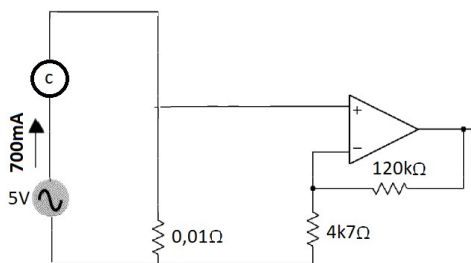


Figura 2: Circuito Shunt.

A medição da tensão foi desnecessária, pois controlávamos a tensão pela fonte de alimentação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas dez medições de consumo da Raspberry Pi processando a imagem, desde o momento em que foto é obtida até a geração dos resultados. A Tabela 1 apresenta os dados dessas dez rotinas de medição.

| Rotina | Segmentos | Consumo médio (mA) | Mé-<br>Tempo de exe-<br>cução (seg) | Consumo total<br>(mAh) |
|--------|-----------|--------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1      | 123       | 525,84             | 1002                                | 146,35                 |
| 2      | 158       | 538,96             | 1262                                | 188,94                 |
| 3      | 144       | 667,23             | 1170                                | 216,85                 |
| 4      | 157       | 597,69             | 1269                                | 210,69                 |
| 5      | 158       | 601,34             | 1279                                | 213,64                 |
| 6      | 101       | 616,29             | 832                                 | 142,43                 |
| 7      | 98        | 623,52             | 804                                 | 139,25                 |
| 8      | 107       | 634,22             | 880                                 | 155,03                 |
| 9      | 98        | 625,58             | 810                                 | 140,76                 |
| 10     | 96        | 632,23             | 773                                 | 135,75                 |

Tabela 1: Resultados das medições da Raspberry Pi 3.

Analisando a Tabela 1 podemos ver que o consumo médio do processamento completo da imagem é bastante regular, exceto pelas duas primeiras rotinas que obtiveram uma média menor de consumo, o qual é de 606,29mA. Também podemos perceber que o número de segmentos detectados influencia diretamente e linearmente no tempo de execução. Isso nos permite estimar para cada possível número de segmentos detectados, quanto tempo de execução será necessário para obter os resultados desejados. Somando-se o tempo total de execução das 10 rotinas, e dividindo pela soma de todos os segmentos detectados nos 10 testes, obtemos um valor de 8,130 segundos para processar cada segmento.

A parte inicial do gráfico da Raspberry Pi, aproximadamente nas primeiras 300 amostras, corresponde ao consumo para fazer a detecção dos segmentos, o qual é um pré processamento da imagem que deverá ser processada na etapa seguinte. O consumo nesse período é menor devido ao algoritmo usado nessa etapa ser inteiramente sequencial, usando apenas um núcleo de CPU da Raspberry Pi.

A Figura 3 apresenta um comparativo de consumo entre a Raspberry Pi 3, obtendo e processando as imagens, com o consumo do Arduino com módulos Xbee, realizando a transmissão das mesmas.

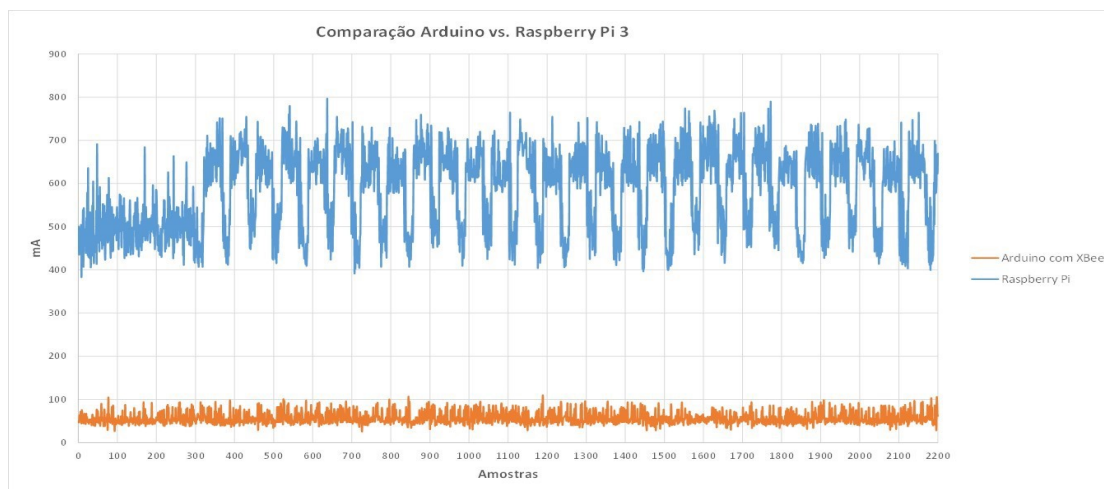


Figura 3: Comparação de consumo entre Arduino e Raspberry Pi 3



#### 4. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou os dados obtidos na caracterização do consumo energético de armadilhas eletrônicas utilizadas no manejo integrado de pragas, no nosso caso, armadilhas constituídas de Raspberry Pi3 com câmera de 8Mpixels, comunicando-se através de Arduinos Uno com módulos Xbee. O artigo descreveu a metodologia desenvolvida e o circuito de medição de consumo de energia desenvolvido para medição de corrente durante os testes.

Para trabalhos futuros, sugerimos o mesmo estudo com outros tipos de armadilhas e também a utilização de veículos aéreos não tripulados para coletar os dados, ao invés da utilização de uma rede.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Arduino Pro Mini**. 2016. Acessado em 15 de ago. 2016. Online. Disponível em <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>.

DIGI. **XBee S2C**. Jun. 2017. Acessado em 02 set. 2017. Online. Disponível em: <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/pdfs/90002002.pdf>

FERREIRA JR., P. R. **Sistemas Ciber-Físicos Inteligentes para o Manejo Integrado de Pragas**. [S.l.]: UFPel, 2017. Projeto de Desenvolvimento tecnológico e Extensão Inovadora.

FOUNDATION, R. P. **Raspberry Pi 3**. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org>.

LOUREIRO, A. A. F., NOGUEIRA, J. M. S., RUIZ, L. B., MINI, R. A. F., NAKAMURA, E. F., FIGUEIREDO, C. M. S. Redes de Sensores Sem Fio. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES**, Natal, RN, 2003.