

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE UMA RSSF PARA MANEJO DE PRAGAS: UMA SOLUÇÃO PERIÓDICA

ALEJANDRO DA SILVA PEREIRA¹; LISANE BRISOLARA DE BRISOLARA¹;
PAULO ROBERTO FERREIRA JÚNIOR¹

¹Universidade Federal de Pelotas – {adspereira, lisane, paulo.ferreira}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) têm sido empregadas em vários cenários de agricultura de precisão, principalmente em tarefas como fertilização, gerenciamento de irrigação e no controle de pragas. Estas redes são formadas por um conjunto de pequenos dispositivos autônomos que se comunicam por um meio não guiado e trabalham colaborativamente para atingir um objetivo comum. Os sensores são dotados de um pequeno processador, memória e uma fonte de energia limitada (normalmente uma bateria).

Dentre as aplicações citadas de RSSF na agricultura, o manejo de pragas recebe destaque, pois a proporção de safras perdidas por conta de pragas é grande, se não for usado meio de combate (ZANINI et al. 2021). Geralmente são montadas armadilhas ao redor das lavouras, e a coleta de dados é feita manualmente, logo não é possível garantir a precisão dos dados e a periodicidade necessária. Assim, uma RSSF baseada em armadilhas eletrônicas pode ser utilizada para realizar esse monitoramento de forma automatizada (FREITAS et al. 2022).

Antes da implementação física da RSSF é fundamental utilizar simuladores computacionais para estimar o consumo energético e o tempo de vida da rede. Um desses simuladores é o Eboracum (EBORACUM 2015), usado na modelagem e simulação de RSSF em alto nível de abstração e com foco na estimativa de consumo. Em (ZANINI et al. 2021), o Eboracum foi empregado para avaliar uma solução reativa para manejo de pragas. Embora a solução reativa possa ser implementada, ela acarreta maior consumo pois requer um sensor infravermelho constantemente ativo para detectar a presença do inseto na armadilha. Enquanto, que uma solução periódica, poderia fazer a captura da imagem com um período predefinido. Neste trabalho, uma solução periódica do cenário é modelada e simulada no Eboracum, demonstrando como empregar essa infraestrutura para modelar esta solução dedicada de RSSF com captura periódica de eventos.

2. METODOLOGIA

Para a modelagem do cenário um estudo do Eboracum foi realizado, principalmente para compreender seu funcionamento e estrutura de classes. A classe *PeriodicEvent* foi criada para melhor representar a captura periódica das armadilhas, como principal adicional a classe possui associada ao evento um

identificador único que serve para diferenciar dentre os múltiplos gatilhos que um mesmo evento terá durante a simulação.

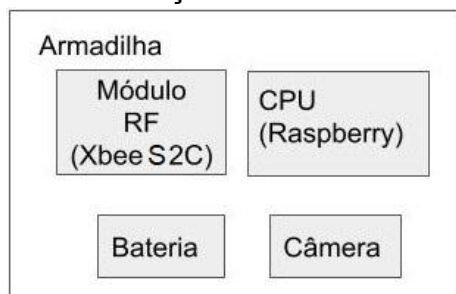


Figura 1: Diagrama de blocos da armadilha

As armadilhas consideradas neste trabalho seguem a estrutura ilustrada na Figura 1, sendo compostas de um módulo rádio-frequência (RF), CPU, bateria e uma câmera. Foi utilizado o módulo de comunicação XBee S2C, a CPU é composta por uma Raspberry Pi III, que é utilizada para executar as técnicas de processamento de imagem necessárias para detectar as regiões de interesse (ROI) e também uma rede neural responsável por contar e identificar os insetos presentes na imagem (FREITAS, L.C. et al. 2022).

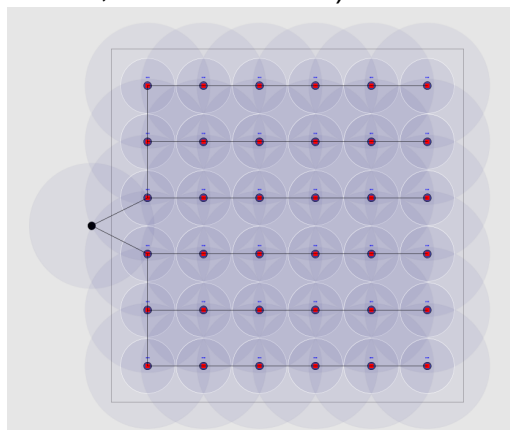


Figura 2: RSSF com captura periódica dedicada ao manejo de pragas

Na modelagem das armadilhas eletrônicas tomou-se como base o cenário definido em (ZANINI et al. 2021). Conforme ilustrado na Figura 2, utilizou-se um grid composto por 36 nodos sensores onde cada nodo representa uma armadilha eletrônica. Os nodos foram distribuídos de forma uniforme em uma área de 810.000 m² (900 m x 900 m). Uma estação base (sink) na parte esquerda do cenário, esta estação é uma instância da classe *NetworkMainGateway* que tem como função receber os dados do processamento dos eventos para melhor analisá-los. Já os nodos sensores (ou armadilhas) são instâncias da classe *SimpleWSNNode* capazes de detectar e processar eventos.

O raio de alcance do rádio foi definido em 160 metros, considerando o uso de um rádio modelo XBee S2C. E o raio de sensoriamento, que somente os nodos sensores possuem, esse alcance foi definido em 70 metros, considerando dados obtidos com especialistas da Partmon que sugerem uma armadilha a cada um hectare. Uma bateria de lítio 25200000 mAs foi empregada nas armadilhas, assim este valor é usado como carga inicial dos nodos. Nos experimentos, os nodos param de funcionar quando alcançam 50% da sua capacidade de bateria.

Para a modelagem dos custos energéticos dos nodos, os valores apresentados na Tabela 1 foram empregados. No CPUCost, tem-se o custo

relativo ao processamento de 4 regiões de interesse (NROI=4) pela Raspberry, o que corresponde a 3,6 segundos consumindo 800 mA. Este valor representa um custo médio de processamento, considerando que se tivermos 10 insetos na armadilha, a rede já deveria ter alertado e o controle da infestação aplicado. O idleCost, representa a descarga do nodo quando este não está processando e nem comunicando e o comCost quando o nodo está enviando uma mensagem de 36 Bytes em uma taxa de 250 Kbps com corrente de 33 mA. Os custos de idle e de transmissão foram definidos com base no datasheet do XBee S2C.

Tabela 1: Custos energéticos do modelo de simulação

Parâmetro	Custo (mAs)
CPUCost	2880
ComCost	0,038016
IdleCost	28

Nos experimentos avaliou-se os impactos de tempo de vida da rede e número de eventos detectados configurando as armadilhas para realizarem leituras de 12 em 12, 8 em 8 e de 6 em 6 horas. Além disso, experimentos adicionais investigaram o impacto da diminuição do idle, essa redução seria viabilizada caso os nodos estivessem em um modo de sleep quando não estiverem realizando nenhum processamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de experimentos, o desempenho da RSSF dedicada para manejo de pragas com captura periódicas modelada neste trabalho foi avaliada usando três diferentes periodicidades. A Figura 3 apresenta os resultados em termos de número de eventos detectados por dia para as periodicidades de 12h, 8h e 6h. Pode-se observar que a duração de vida da rede se manteve fixa em 11 dias em ambos experimentos, porém a porcentagem de detecção de eventos foi significativamente diferente. Ao diminuir o período de capturas de 12 para 8 horas tivemos um aumento de 47,62% de detecção. Além disso, ao reduzir a periodicidade para 6 horas foi observado um aumento de 95,24% se comparado com capturas de 12 em 12 horas e de 32,24% comparado com capturas de 8 em 8 horas.

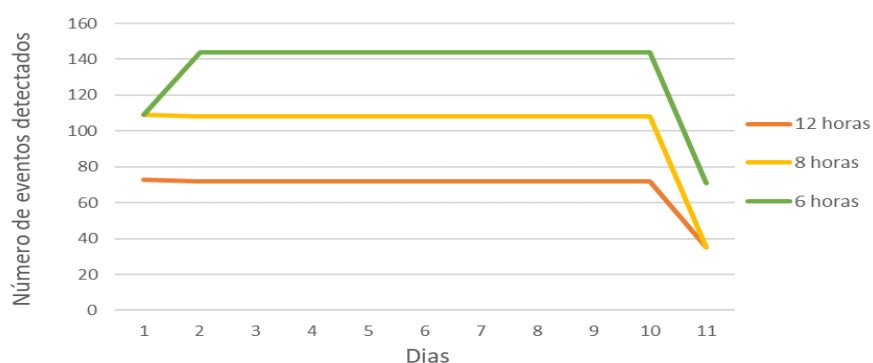


Figura 3: Número de eventos detectados por dia sem redução no idle.

Ao reduzir o custo de *idle* de 28 para 10 mAs. O tempo de vida da rede aumentou 18 dias, conforme ilustrado na Figura 4. Além disso, observou-se um aumento na média de eventos detectados de 4,78%, 6,5% e 5,46%, respectivamente, nas periodicidades de 12h, 8h e 6h se comparado com os resultados anteriores sem a redução do custo de *idle*.

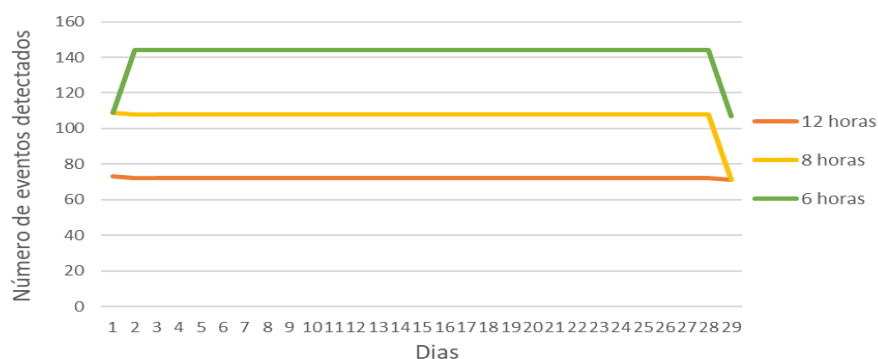


Figura 4: Número de eventos detectados por dia com redução no *idle*.

4. CONCLUSÕES

Este artigo apresenta a modelagem e simulação de uma RSSF dedicada ao manejo de pragas em lavouras frutíferas, onde cada nodo da rede representa uma armadilha eletrônica responsável por identificar insetos. Este modelo foi caracterizado baseado em um protótipo da armadilha desenvolvido no grupo e dados de experimentos e de datasheet de equipamentos.

Experimentos avaliaram a eficiência da solução de RSSF considerando diferentes periodicidades de captura de imagem. Os resultados indicaram que as periodicidades não impactaram significativamente no tempo de vida da rede, que se manteve em 11 dias. Assim, para estender o tempo de vida da rede é preciso investigar técnicas que possibilitem a redução do consumo.

Como trabalhos futuros, pretendemos ao invés de usar uma carga de processamento média, incluir no modelo uma variação do número de regiões de interesse na imagem, que aumente a precisão das simulações. Outro aspecto que poderia ser explorado é a extensão do modelo para que permita o rádio reduzir seu consumo quando não está realizando nenhuma tarefa permitindo reduzir a corrente consumida consideravelmente deixando os rádios no modo *sleep*. Esta estratégia é sobretudo interessante quando considerada a aplicação de manejo de pragas com leituras periódicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS L. C., MARTINS V. A., AGUIAR M. S., BRISOLARA L. B. e FERREIRA P. R. Deep Learning Embedded into Smart Traps for Fruit Insect Pests Detection. **ACM Trans. Intell. Syst. Technol.** Just Accepted, p. 1-8, 2022.

ZANINI, F. F., SCHIAVON, W. S., BRISOLARA L. B. e FERREIRA P. R. Modelagem de uma RSSF para manejo de pragas em pomares usando o simulador Eboracum. in: **SBIAGRO**, 2021, **Anais...** [S.l.]: SBC, 2021.

Eboracum. 24 feb. 2015. Acessado em 10 ago. 2022. Online. Disponível em: <https://sourceforge.net/projects/eboracum>.