

# Automation Systems in Agriculture: A Study on Detection and Combating Fires in Cotton Fields

## Sistemas de Automação na Agricultura: Um Estudo Sobre a Detecção e o Combate a Incêndios em Lavouras de Algodão

Guilherme Tabosa Lopes<sup>1</sup>, Thais Reggina Kempner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia de Várzea Grande - Univer. Federal de Mato Grosso (UFMT)

{gui.tabosa.gtl, thaisrgk}@gmail.com

**Abstract.** *The article examines the importance and economic viability of implementing automatic fire detection and combat systems in cotton fields, with an emphasis on the use of Wireless Sensor Networks (WSNs) in precision agriculture. The analysis focuses on a hypothetical medium-sized farm of 4,500 hectares in Mato Grosso. The study suggests that, despite the significant initial investment, the long-term financial and safety benefits make the implementation of these systems a prudent decision, especially considering the potential losses from uncontrolled fires.*

**Keywords:** *Fire Detection. Wireless Sensor Networks. Cotton Fields. Automation. Agriculture.*

**Resumo.** *O artigo analisa a importância e viabilidade econômica da implementação de sistemas de detecção e combate automático a incêndios em lavouras de algodão com destaque à utilização das Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs) na agricultura de precisão. A análise se concentra em uma fazenda hipotética de médio porte de 4.500 hectares em Mato Grosso. O estudo sugere que, apesar do investimento inicial significativo, os benefícios financeiros e de segurança a longo prazo tornam a implementação desses sistemas uma decisão prudente, especialmente considerando as perdas potenciais de incêndios descontrolados.*

**Palavras-chave:** *Detecção de Incêndios. Redes de Sensores Sem Fio. Lavouras de algodão. Automação. Agricultura.*

### 1. Introdução

As operações agrícolas modernas estão enfrentando desafios significativos, necessitando de abordagens inovadoras para lidar com as mudanças climáticas e maximizar a produtividade. A automação desempenha um papel crucial neste cenário, melhorando a eficiência dos sistemas de irrigação e de combate a incêndios [Oliveira 2013].

O risco de incêndios nas lavouras é uma ameaça constante, principalmente nas épocas de maior seca. Os sistemas automatizados podem identificar rapidamente sinais de fogo e iniciar a resposta de combate de maneira eficiente, protegendo não apenas as culturas, mas também os armazéns onde os produtos são armazenados. Para ilustrar como a implementação de sistemas de detecção a incêndios é essencial para prevenir perdas significativas, vamos citar dois exemplos reais de prejuízos ocorridos no dia 15/08/2020, em duas fazendas de algodão em Mato Grosso. Neste ano, o estado estava passando por

uma estiagem severa, com 11.770 focos de calor registrados nos primeiros dez dias de agosto, sendo que 81,5% ocorreram em propriedades particulares. Na Fazenda Três Lagoas, em Sapezal-MT, um incêndio de grandes proporções destruiu 1.800 fardos de algodão, causando prejuízo de aproximadamente R\$ 11,7 milhões. Outro incêndio ocorreu no Distrito de Deciolândia, em Diamantinom- MT, com uma perda .estimada em 3,5% da produção, com a destruição de três mil fardos de algodão e uma colheitadeira. O prejuízo estimado foi de R\$ 18 milhões [Agrolink 2020].

Esses incidentes destacam a importância crucial de implementar sistemas de automação robustos para mitigar os riscos e os impactos financeiros dos incêndios em fazendas de algodão. Portanto, a discussão apresentada neste artigo visa esclarecer a importância, as vantagens e custos de implementação dos sistemas de automação na agricultura, especificamente na rápida detecção dos focos de incêndio em culturas de algodão, para evitar a propagação dos incêndios e significativas perdas da produção. Destaca-se ainda que a adoção de tais sistemas não só oferece benefícios econômicos, como também promove a resiliência e sustentabilidade da produção agrícola.

## **2. Redes de Sensores Sem Fio na Agricultura**

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs) são sistemas compostos por múltiplos dispositivos de sensoriamento, chamados de nós sensores, que têm a capacidade de coletar, processar e transmitir informações de um ambiente para um ponto central de coleta, geralmente chamado de estação base [Dargie e Poellabauer 2010]. Estes nós sensores são geralmente pequenos, operam com baterias e utilizam comunicação sem fio para transmitir os dados coletados. Devido à sua natureza distribuída e capacidade de operar em ambientes hostis, as RSSFs têm se mostrado extremamente úteis em diversas aplicações, incluindo a agricultura.

Na agricultura, as RSSFs têm o potencial de revolucionar a maneira como os agricultores monitoram e gerenciam suas lavouras. Um estudo de Dampage *et al.* (2022) propõe um sistema que utiliza RSSFs em conjunto com modelos de aprendizado de máquina para detectar incêndios florestais em estágios iniciais. Este é um exemplo de como a combinação de RSSFs com outras tecnologias emergentes podem resultar em soluções robustas e eficazes para problemas complexos na agricultura. Além disso, Kadir, Irie e Rosa (2019) destacam a aplicabilidade das RSSFs na detecção de pontos quentes de incêndios florestais, especialmente em regiões tropicais. Estes estudos reforçam a versatilidade e eficácia das RSSFs em aplicações agrícolas, desde o monitoramento básico do ambiente até a detecção e prevenção de incêndios.

À medida que a tecnologia avança e os custos associados à implementação de RSSFs diminuem, é provável que vejamos uma adoção ainda maior desses sistemas na agricultura. A capacidade de coletar e analisar dados em tempo real, em escala e em ambientes desafiadores, torna as RSSFs uma ferramenta inestimável para os agricultores.

## **3. Detecção de Incêndios em Lavouras**

Incêndios em lavouras representam uma das maiores ameaças à produção agrícola, causando não apenas perdas econômicas significativas, mas também danos irreparáveis aos ecossistemas locais. A detecção precoce e a resposta rápida a esses incêndios são essenciais para minimizar os danos e garantir a segurança das áreas cultivadas e das comunidades circundantes.

Tradicionalmente, a detecção de incêndios em lavouras dependia em grande parte da vigilância humana e de sistemas rudimentares de alerta. No entanto, com os avanços tecnológicos, surgiram novas abordagens que utilizam sensores e sistemas automatizados para detectar e responder a incêndios em estágios iniciais. Por exemplo, Castro *et al.* (2018) descrevem um sistema baseado em lógica fuzzy e RSSFs que monitora vários fatores de risco dinâmicos, como variáveis meteorológicas, gases poluentes e níveis de oxigênio. Esta abordagem permite estimar riscos de incêndios florestais a curto prazo e detectar recentes surtos de incêndio, enviando alertas ambientais por meio de um serviço web.

Além disso, Dasari, Reddy e Gudipalli (2020) propuseram um sistema de detecção de incêndios florestais que utiliza RSSFs para alertar o usuário remotamente sempre que um incêndio é detectado. Este sistema é particularmente útil em regiões onde a vigilância humana é limitada ou inexistente, garantindo que os incêndios sejam detectados e combatidos em seus estágios iniciais.

É importante ressaltar que, enquanto a tecnologia desempenha um papel crucial na detecção e combate a incêndios, a prevenção continua sendo a abordagem mais eficaz. Práticas agrícolas sustentáveis, educação comunitária e planejamento adequado são essenciais para reduzir o risco de incêndios em lavouras. É indispensável pensar que uma integração ainda maior de sistemas avançados de detecção de incêndios nas práticas agrícolas, garantem uma produção mais segura e sustentável.

### 3.1. Custos de implementação para detecção automática de incêndios

Este estudo tem como objetivo estimar os custos de implementação de sistemas de automação para detecção e combate a incêndios em uma fazenda de algodão de médio porte, com 4.500 hectares. O intuito é avaliar qual seria o investimento necessário para a detecção dos focos iniciais de incêndio em relação ao potencial prejuízo causado pela perda da lavoura em situações incontroláveis de propagação do fogo.

Para a implementação do projeto de montagem de um sistema de detecção de incêndios em lavouras, foi realizada uma pesquisa de mercado, efetuada entre julho e junho do ano de 2023, para cotação dos sensores, alarmes, roteadores e repetidores necessários, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1. Custos do sistema de detecção de incêndio(R\$)**

Item	Fornecedor	Custo unitário	Instalação	Custo para 4,5 mil hectares
Sensor de Temperatura	Texas Instruments	150,00	1 a cada 200m	168.750,00
Alarme	Honeywell	300,00	1 por fazenda	300,00
Comunicador de Longa Distância	Anatel	2.000,00	1 por fazenda	2.000,00
Bateria recarregável	Neosolar	500,00	1 para cada sensor e alarme	562.500,00
Roteador	Cisco	2.500,00	1 por fazenda	2.500,00
Repetidor	Netgear	1.200,00	22 unidades	26.400,00
Custo total do sistema de detecção de incêndio				762.450,00

A compreensão do cálculo do custo e da quantidade de sensores e equipamentos necessários é baseada em uma área de 1 milhão de m<sup>2</sup> (1.000m x 1.000m). Para os

sensores de temperatura, a instalação ocorre a cada 200 metros. Dessa maneira, para abranger a área mencionada, seriam requeridos 25 sensores. Em uma extensão de 45 milhões de m<sup>2</sup>, a necessidade seria de 1.125 sensores. Com um valor unitário de R\$150,00, o investimento total para os sensores alcançaria R\$168.750,00.

É importante destacar que o sistema de combate automático depende da detecção precoce dos focos de incêndio. O custo de instalação pode variar dependendo da estrutura e especificidades de cada fazenda, região, fatores logísticos, mão de obra e disponibilidade de materiais. Ao considerar a implementação de um sistema de combate a incêndios com irrigação automática, é essencial levar em conta as variações de custo devido ao tamanho e complexidade do sistema, além das particularidades da instalação. Para uma visão mais detalhada, é recomendável consultar uma tabela de preços de automação atualizada. A Tabela 2, apresenta componentes necessários e uma estimativa aproximada para o estudo de caso analisado.

**Tabela 2. Custos para implementação do sistema de combate automático (R\$)**

Itens	Fornecedor	Custo unitário	Instalação	Custo para 4,5 mil hectares
Aspersores	Rain Bird	1.000,00	1 a cada 500m	180.000,00
Tubulação	Amanco	500,00	1 a cada 500m	90.000,00
Válvulas de controle e detecção	Tyco	1.500,00	1 a cada 500m	270.000,00
Sistema de detecção			-	762.450,00
Custo total do sistema automático de combate ao incêndio				1.302.450,00

Em relação aos aspersores, tubulações e válvulas de controle, a distribuição de cada equipamento é estipulada a cada 500 metros. Assim, em 1 milhão de m<sup>2</sup>, estima-se a utilização de 4 equipamentos. Ao multiplicar esse número pela extensão de 45 milhões de m<sup>2</sup>, a necessidade seria de 180 equipamentos. Salienta-se que os cálculos consideram uma distribuição baseada em dimensões quadradas (área). Isso indica a consideração da distribuição dos equipamentos em toda a extensão, não se limitando a uma direção única.

Pode-se perceber que a ideia de um sistema de combate automático, especialmente a instalação de tubulação por toda a extensão da lavoura, tem um custo associado bem maior. No entanto, o sistema instalado poderia ser aproveitado também para irrigação da lavoura em épocas de estiagem. Outra solução, com menor custo, seria priorizar a instalação do combate automático ao incêndio em torno de locais estratégicos, para proteção dos recursos mais valiosos da produção agrícola, como, por exemplo, a sede da fazenda, o armazém dos silos de algodão e locais de armazenamento de maquinários.

No contexto específico do algodão, a produção média em Mato Grosso é de 270 arrobas por hectare. Com cada arroba avaliada em cerca de R\$ 140,00, isto resulta em um custo total por hectare de R\$ 37.800,00. Neste caso, considerando a perda total da produção devido um foco de incêndio descontrolado em uma fazenda hipotética de médio porte de 4.500 hectares, o prejuízo estimado seria de R\$ 170.100.000,00.

Com base no estudo de caso, apesar de não ter sido cotado os custos operacionais com instalação e manutenção dos sistemas, considerando as perdas potenciais que os sistemas apresentados na Tabela 1 e 2 poderiam evitar, essas estimativas sugerem que a implementação de sistemas de automação para detecção/e ou combate a incêndios é um investimento estratégico viável e benéfico. Além de fornecer retornos significativos sobre o investimento, esses sistemas podem melhorar a eficiência das operações da fazenda e

mitigar os riscos associados a incêndios. A adoção dessas tecnologias representa uma etapa importante na transição para a agricultura 4.0, oferecendo uma abordagem mais sustentável e resiliente à produção agrícola.

#### 4. Conclusão

Com base nas análises apresentadas, observa-se a importância e a viabilidade econômica da implementação de sistemas de combate automático a incêndios em lavouras de algodão. O investimento em tais sistemas, embora significativo, é consideravelmente menor quando comparado com as perdas potenciais causadas por incêndios descontrolados. Pelos cálculos apresentados, considerando o caso real de incêndios em fazendas de Mato Grosso, com prejuízos estimados em milhões de reais, é evidente que a implementação de sistemas automatizados de detecção e combate a incêndios não é apenas uma estratégia de prevenção essencial, mas também uma decisão financeiramente prudente.

Assim, conclui-se que a incorporação dessas tecnologias emergentes em práticas agrícolas modernas é vital para garantir a sustentabilidade e lucratividade a longo prazo das lavouras de algodão. A prudência na gestão de riscos, inclusive de incêndios, pode determinar a continuidade e o sucesso das operações agrícolas, dada a crescente severidade e frequência dos eventos climáticos extremo.

#### Referências

- Agrolink (2020). Incêndio queima R\$ 30 milhões de algodão: Prejuízo ocorreu em plantação, máquinas e fardos já colhidos no Mato Grosso. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/incendio-queima-r--30-milhoes-de-algodao\\_438243.html#:~:text=Um%20incêndio%20de%20grandes%20proporções%20atingiu%20uma%20plantação,causado%20é%20de%20cerca%20de%20R%24%2011%2C7%20milhões](https://www.agrolink.com.br/noticias/incendio-queima-r--30-milhoes-de-algodao_438243.html#:~:text=Um%20incêndio%20de%20grandes%20proporções%20atingiu%20uma%20plantação,causado%20é%20de%20cerca%20de%20R%24%2011%2C7%20milhões). Acesso em: 2 set. 2023.
- Castro, J. T.; Gil, P. C.; Pérez, N. R.; González, I. S.; Goya, C. H.; Colomo, R. A. (2018). Forest Fire Prevention, Detection, and Fighting Based on Fuzzy Logic and Wireless Sensor Networks. Complexity. DOI: 10.1155/2018/1639715.
- Dampage, U.; Bandaranayake, L.; Wanasinghe, R.; Kottahachchi, K.; Jayasanka, B. (2022). Forest fire detection system using wireless sensor networks and machine learning. Scientific Reports, ano 46, n. 12. DOI:10.1038/s41598-021-03882-9.
- Dargie, W.; Poellabauer, C. (2010) Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice. 1. ed.: Wiley, 336 p. ISBN 0470997656.
- Dasari, P.; Reddy, G. K. J.; Gudipalli, A. (2020). Forest fire detection using wireless sensor networks. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, v. 13, ed. 1, p. 1-8. DOI <https://doi.org/10.21307/ijssis-2020-006>.
- Kadir, E. A.; Irie, H.; Rosa, Sri L. (2019). Modeling of Wireless Sensor Networks for Detection Land and Forest Fire Hotspot. International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC), Auckland, New Zealand.
- Oliveira, E. A. (2013). Análise do desempenho de redes de sensores sem fio para monitoramento de plantações irrigadas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) - Universidade Federal do Vale do São Francisco.