



# **Gestão & Gerenciamento**

## **IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEMETRIA PARA MONITORAMENTO DE MÁQUINAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO**

*IMPLEMENTATION OF A TELEMETRY SYSTEM FOR MACHINERY  
MONITORING IN THE SUGAR-ENERGY SECTOR*

**Matheus Santos Bachini**

Engenheiro Agrícola, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;  
[matheussbachini@gmail.com](mailto:matheussbachini@gmail.com)

**Gustavo Naves do Reis**

Pós-Doutor em Agronomia (Sistemas Integrados de Produção Vegetal); Universidade Federal  
da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil;  
[gn\\_reis@yahoo.com.br](mailto:gn_reis@yahoo.com.br)

## Resumo

O presente artigo trata da implantação de um sistema de monitoramento via telemetria em máquinas agrícolas no setor sucroenergético, com foco em uma empresa do setor sucroenergético, localizada no Mato Grosso do Sul. A iniciativa visou aumentar a eficiência operacional e prevenir falhas mecânicas por meio do acompanhamento remoto de parâmetros críticos das máquinas, utilizando o *software* da Solinftec, que se conecta à rede CAN dos veículos. O projeto abrangeu 292 equipamentos agrícolas, incluindo colhedoras, tratores e pulverizadores, com testes iniciados em uma frente piloto antes da expansão para todas as unidades operacionais. A metodologia envolveu a estruturação do projeto com *Canvas*, definição de responsabilidades, gestão de riscos, cronograma e custos. O monitoramento foi feito por uma equipe dedicada na Central de Inteligência Automotiva, que abriu ordens de serviço com base nas falhas identificadas. Durante o período de quatro meses, foram registradas 327 ordens de serviço, majoritariamente em colhedoras e tratores. As principais falhas incluíram obstrução de filtros, superaquecimento e perda de potência. As ações corretivas geraram um potencial de economia (*savings*) entre R\$ 678 mil e R\$ 2,9 milhões na área de colheita e transporte, e entre R\$ 9 mil e R\$ 416 mil na produção agrícola. O projeto também apontou desafios como conectividade limitada, falhas de comunicação e baixa adesão inicial, solucionados com melhorias em processos, infraestrutura e treinamento.

**Palavras-chaves:** Telemetria; Máquinas agrícolas; Monitoramento remoto; Agricultura 4.0.

## Abstract

*The article discusses the implementation of a telemetry monitoring system for agricultural machinery in the sugar-energy sector, focusing on a company in the sugarcane energy sector, located in Mato Grosso do Sul, Brazil. The initiative aimed to increase operational efficiency and prevent mechanical failures through remote tracking of critical machine parameters using Solinftec software, which connects to the vehicle's CAN network. The project involved 292 agricultural machines, including harvesters, tractors, and sprayers, with initial tests carried out on a pilot front before expanding to all operational units. The methodology included project planning using a Canvas framework, defining roles, risk management, scheduling, and cost estimation. Monitoring was conducted by a dedicated team at the Automotive Intelligence Center, which issued service orders based on detected failures. Over a four-month period, 327 service orders were generated, mainly involving harvesters and tractors. The main issues included clogged filters, overheating, and power loss. Corrective actions led to estimated savings ranging from R\$ 678,000 to R\$ 2.9 million in the harvesting and transport area, and from R\$ 9,000 to R\$ 416,000 in the agricultural production area. Challenges such as limited connectivity, communication gaps, and initial low adherence were addressed through process improvements, infrastructure investments, and training.*

**Keywords:** Telemetry; Agricultural machinery; Remote monitoring; Agriculture 4.0.

## 1. Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cana de açúcar, sendo responsável por mais de 30% da produção global. Para a safra 2024/2025, o 4º boletim de acompanhamento da safra brasileira condensou um volume de 677 milhões de toneladas em uma área de colheita estimada em 8,77 milhões de hectares de cana de açúcar, sendo 5,2% superior à da safra anterior. A cultura desempenha papel fundamental na matriz energética e econômica do país, fornecendo matéria-prima para a produção de açúcar, etanol e bioenergia [1].

O processo de mecanização do setor sucroenergético torna-se primordial, aumentando as toneladas de cana colhidas, redução de tempo e otimização do uso de

máquinas e mão de obra. Podem-se esperar ganhos nítidos nos resultados e no aumento da capacidade operacional efetiva [2].

Nas últimas décadas, a colheita da cana-de-açúcar no Brasil passou por um intenso processo de mecanização, especialmente impulsionado por legislações ambientais que restringiram a queima da palha e pela necessidade de aumento da eficiência operacional. A mecanização é, nos dias atuais, uma realidade em todos os estados produtores, em menos de 20 anos, o número de colhedoras saltou de 1.221 na safra 07/08 para 4.965 em 24/25 [1].

Com esse aumento da mecanização, a tecnologia da agricultura 4.0 chega junto ao campo. Caracterizando-se pela completa automatização dos processos produtivos por meio de tecnologias digitais (Internet das Coisas - IoT; Big Data; Drones e imagens de satélite; Automação e robótica e, recentemente, inteligência artificial), ela representa a aplicação integrada de tecnologias avançadas no setor agrícola, com o objetivo de aumentar a produtividade e eficiência do campo [3].

Esse processo de mecanização trouxe consigo inúmeros avanços tecnológicos nas máquinas, em especial, o monitoramento das mesmas via telemetria. De acordo com Sichonany [4], a telemetria é um sistema de transmissão de dados em tempo real, que facilita a troca de informações, coleta e transmissão de diversas métricas. Podem incluir velocidade, posição geográfica, temperatura, umidade relativa, pressão do óleo, dados de sistemas de alarme de veículos, consumo e nível de combustível, entre vários outros.

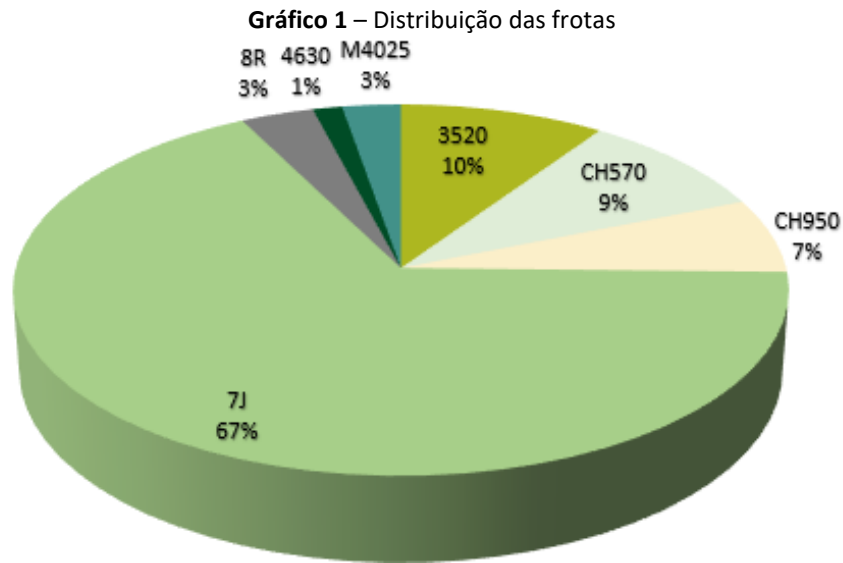
O rastreamento de veículos agrícolas pode trazer diversas vantagens para os produtores rurais, como a redução de custos operacionais, o aumento da produtividade e a melhoria da segurança dos veículos e dos trabalhadores [5].

Dessa forma, o presente artigo visa destrinchar o projeto de instalação do sistema de telemetria utilizando o software Solinftec, os parâmetros monitorados, e os resultados obtidos.

## **2. Metodologia E Métodos**

### **2.1. Empresa**

O projeto foi iniciado no ano de 2022 utilizando-se as instalações da empresa do setor sucroenergético anteriormente citada e seus equipamentos próprios. Ao todo foram 292 equipamentos agrícolas, dentre eles 74 colhedoras John Deere, sendo 27 CH 570, 19 CH950 e 28 3520, 202 tratores, sendo 196 John Deere da série 7200J, 10 da série 8345R e 12 pulverizadores, sendo 4 4630 e 8 M4025.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A empresa localiza-se nas cidades de Angélica e Ivinhema no estado do Mato Grosso do Sul, contando com 2 indústrias de moagem e processamento de cana, 180.000 hectares de terra para plantio e colheita para produção de açúcar, etanol, energia e biometano, mais de 5.000 funcionários distribuídos em diversas áreas administrativas, agrícolas e industriais. No ano de 2023, foram moídos, em torno de, 11.000.000 de toneladas de cana.

Figura 1 – Vista de satélite da unidade de Ivinhema



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Foi escolhida uma frente de operação (Frente 23) como piloto do projeto na operação de Colheita, Transbordo e Transporte (CTT). Segundo Toigo e Casagrande [6], a colheita mecanizada de cana de açúcar utiliza máquinas específicas com o intuito de cortar,

limpar e carregar os colmos da planta sem a necessidade de queima prévia, facilitando a secção e limpeza do produto, aumentando a eficiência da operação e quantidade bruta de cana colhida.

**Figura 2** – Colheita e transbordamento mecanizado



Fonte: Adecoagro, (2025).

A atividade de transbordamento realiza o transporte intermediário da matéria prima por meio de equipamentos. Ela realiza o transporte dentro do canavial até os caminhões canavieiros, iniciada no Brasil em meados da década de 80 por exigências agrônômicas de pisoteamento e compactação do solo causada por caminhões não adaptados para essa atividade. [7].

O transporte da cana até a usina envolve o deslocamento da matéria-prima do campo para as unidades de processamento. O transporte deve ser eficiente para preservar a qualidade da cana e reduzir perdas [8].

**Figura 3** – Transporte da cana para unidade de moagem



Fonte: Portal agronegócio, (2021).

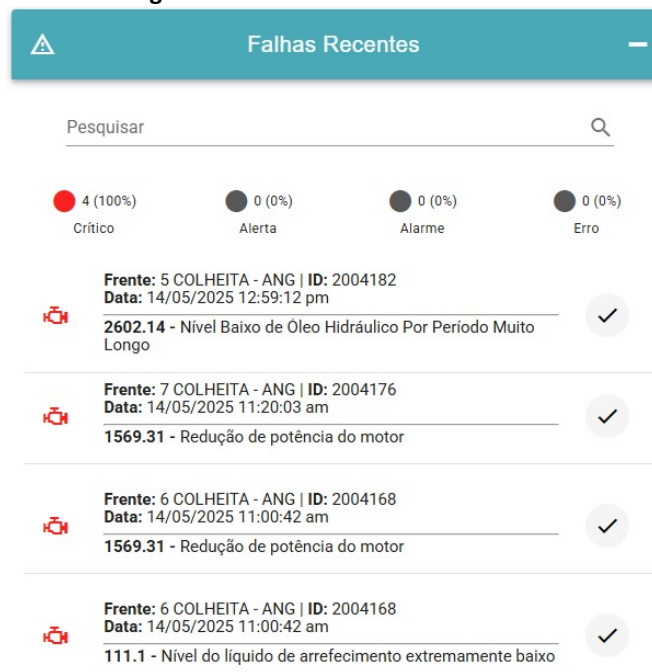
## 2.2. Software

Para o monitoramento, foi utilizado o *software* Telemetria, da Solinftec. A ferramenta disponibilizada dentro do ambiente oferece a possibilidade de mais de 2.000 parâmetros da máquina a serem monitorados virtualmente. Todos os parâmetros são disponibilizados pela própria plataforma da máquina e captados por meio da rede CAN (Controller Area Network), um protocolo de comunicação serial desenvolvido pela Bosch em 1980, projetado para permitir a troca confiável e eficiente de informações em diferentes módulos eletrônicos de veículos, destacando-se por sua robustez e alta velocidade na transmissão de dados [9].

Foi disponibilizada essa lista de parâmetros e feito um filtro inicial para os 30 parâmetros considerados mais críticos, pelo implantador do projeto, a serem monitorados, como temperatura do motor, pressão de óleo do motor, temperatura de óleo do motor, saturação do filtro de óleo motor, saturação do filtro de ar, etc. Esses parâmetros foram destacados como críticos dentro da plataforma, exibidos com a cor vermelha na tela de monitoramento, para facilidade de identificação quando são acusados pelas máquinas. O *software* faz a leitura desses dados, disponibilizados em rede CAN pelas fábricas John Deere e Case, e os expõem no ambiente de telemetria monitorado diariamente pelos colaboradores.

A telemetria tem se tornado uma tecnologia com reconhecido potencial na coleta remota de dados. Os sistemas de telemetria permitem que características de objetos, como tratores ou colhedoras, sejam obtidas e os valores transmitidos a uma estação distante, onde podem ser processados e analisados. O monitoramento remoto proporciona redução de custos com mão de obra e manutenção, além de aumentar a eficiência e vida útil do maquinário [4].

Figura 4 – Janela com as falhas críticas



### 2.3. Ambiente de monitoramento

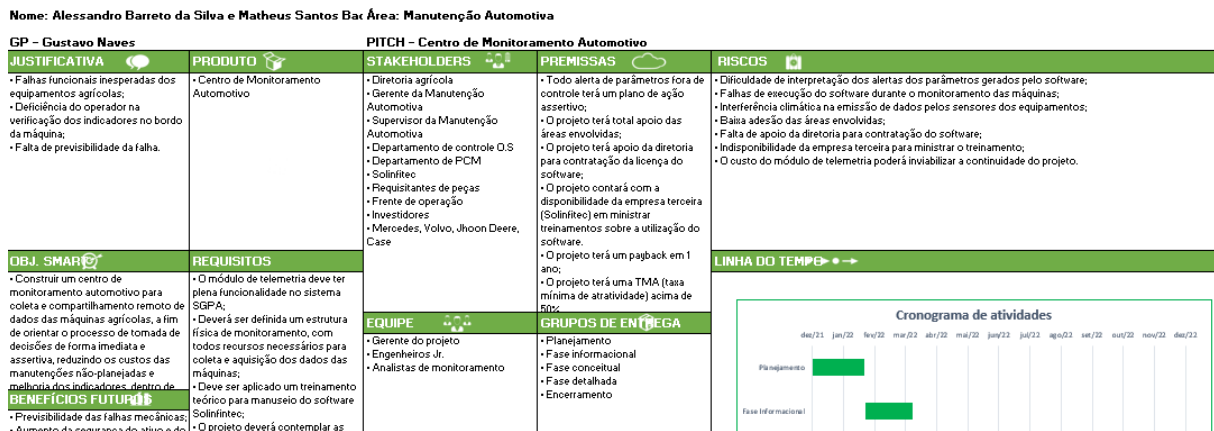
Os colaboradores, inicialmente locados no setor denominado como Central de Inteligência Automotiva (CIA), disponibilizaram de um monitor com a exposição constante da tela de telemetria. Durante o expediente de trabalho, a tela apontava as falhas das máquinas e os colaboradores tinham a função de detectá-las, abrir uma Ordem de Serviço (OS) para a máquina em questão e reportar ao líder da frente de trabalho para verificação do componente apontado. Confirmando a necessidade de substituição dele ou da correção da falha, o mecânico a realizava e deixava o equipamento apto para continuar a operação.

Toda OS gerada pelo monitoramento era registrada no *software* de Gestão Agroindustrial (GAtec), o qual é possível extrair planilhas eletrônicas com os registros de frota, data, componente que teve manutenção, seu custo e mão de obra utilizada.

### 2.4. Registros e desenvolvimento do projeto

O escopo do projeto contava com a fase de planejamento, onde foi elaborado o termo de abertura e o registro dos *stakeholders*. Elaborou-se um canvas para determinar o nome, justificativa do projeto, objetivo *SMART*, benefícios esperados, premissas, restrições, riscos, custos e prazos. Foram determinados os “papéis” de cada colaborador envolvido no processo, desde as atividades em campo até as atividades em escritório. Levantados os custos iniciais com aquisições necessárias e os custos para manter o projeto em andamento.

Figura 4 – Parte do *canvas* elaborado  
 CANVAS DE PROJETO



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Vale a pena ressaltar algumas etapas como o gerenciamento dos riscos, gerenciamento do cronograma e gerenciamento dos custos.

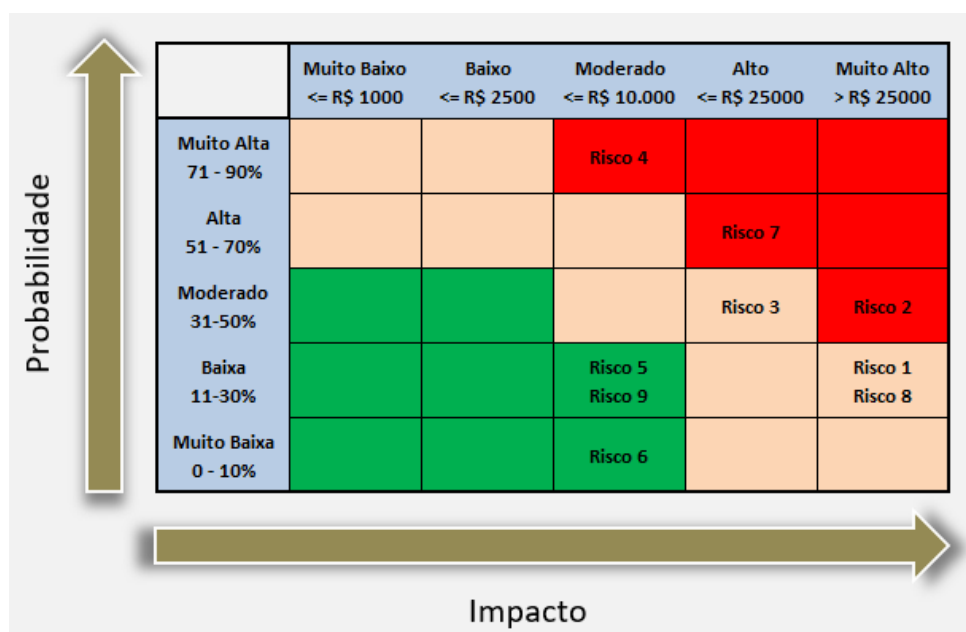
Todos os riscos identificados tiveram planos de ação elaborados para saná-los, a exemplo:

- Falha da execução do *software* para monitoramento: Foi firmado um acordo com a empresa prestadora de serviço de prioridade na resolução de possíveis problemas, além de utilizar um segundo *software* como *backup*. O *Operations Center*, da John Deere, permite essa função de monitoramento, porém, não era possível na época, a leitura em quadro gerencial das falhas em tempo real. Sendo assim, foi estipulado o

compilado de falhas do dia anterior extraído em planilha eletrônica e adicionado a planilha de controle geral.

- Dificuldade de interpretação dos alertas de falha: Foram estudados previamente e foi elaborada uma apostila com a definição de cada falha, possíveis causas e possíveis soluções, entregue a cada área como documento base.
- Baixa adesão das áreas ao novo projeto: Foram elaborados *workshops* e palestras identificando as principais vantagens e benefícios esperados pelo projeto, sendo revisitado sempre que notada uma queda na adesão durante o dia a dia de trabalho.

Gráfico 2 – Distribuição dos riscos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para o gerenciamento do cronograma, foram monitorados 2 meses na frente 23 e frente 03 (cada frente de uma unidade), avaliando todas as máquinas e captando todas as falhas. O período com a área piloto foi utilizado para entendimento da dinâmica do *software*, registro dos pontos de melhoria e levantamento das lições aprendidas na eficiência da atividade.

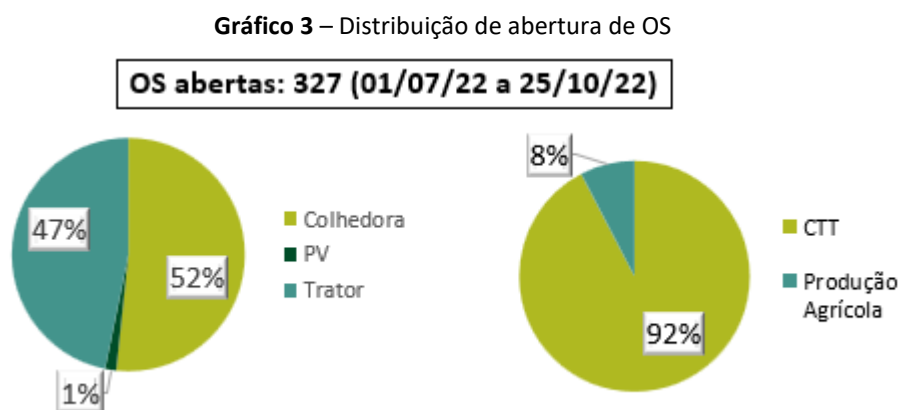
Em seguida, houve o escalonamento para as demais frentes de operação seguindo o cronograma elaborado no *canvas*. Com isso, após o período de 2 meses, foi possível cobrir a totalidade das áreas propostas: 15 frentes CTT e 35 frentes de produção agrícola (preparo de solo, plantio e fertirrigação) e o total de 292 máquinas.

O gerenciamento de custos contou com o levantamento inicial das despesas necessárias para aquisição dos equipamentos e montagem da sala de monitoramento. Ao todo, foram, aproximadamente, R\$ 3.000,00 com equipamentos e utilizados 6 colaboradores, distribuídos em duas unidades ao longo de três turnos de trabalho, totalizando R\$ 360,00 por dia de operação.

Inicialmente, o *software* foi disponibilizado sem custos para testes com o intuito de serem levantados pontos de melhoria na operacionalização e gestão visual. Durante a implementação do projeto não houve despesas com sua mensalidade, todavia, a título de curiosidade, após o período teste, o custo do *software* foi de R\$ 7.300,00, por mês, para monitoramento de todas as frotas possíveis.

### 3. Discussão dos resultados

O monitoramento de todas as 292 frotas foi realizado no período de 01/07/2022 a 25/10/2022 para contemplar 4 meses e obter um número suficiente de OS para avaliação das máquinas e posterior apresentação de resultados. No total, foram geradas 327 OS, dentre elas 52% foram de colhedoras, 47% tratores e 1% de pulverizadores. Pela divisão de área de trabalho, 92% foram no CTT e 8% na Produção Agrícola, conforme gráfico abaixo.



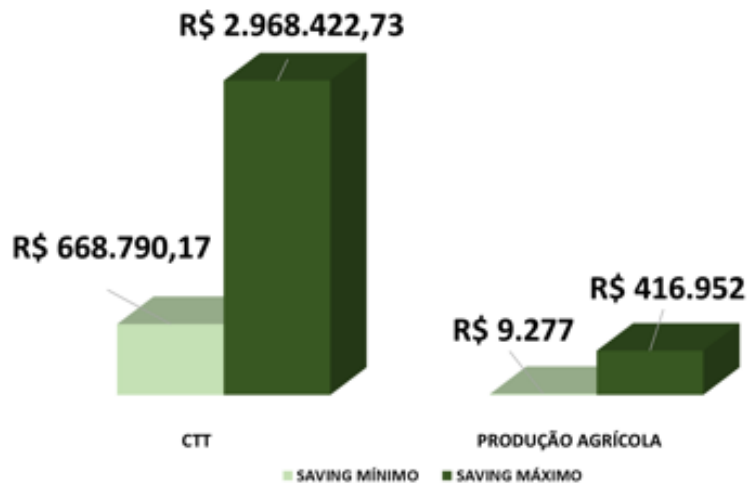
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Dentre as falhas apresentadas, pôde-se destacar a detecção de obstrução de filtros de óleo do motor, obstrução de filtro de óleos hidráulicos, aumento de temperatura do óleo do motor, baixo nível de óleo hidráulico, baixo nível do líquido de arrefecimento e perda de potência do motor. Estas falhas, dentro do gráfico de Pareto, foram as mais expressivas no período de monitoramento.

Com isso, pôde-se estimar os *savings* mínimo e máximo para cada área de operação com base nas intervenções efetivas (entende-se por intervenções efetivas as intervenções de manutenção que atuaram na falha e preveniram sua evolução para algo catastrófico). O *saving* mínimo foi estipulado em R\$668.790 e máximo de R\$ 2.968.422 para a área de CTT e de R\$ 9.277 mínimo e R\$ 416.952 máximo para a área de Produção Agrícola como demonstrado no gráfico a seguir (entende-se por “AVI” as duas unidades estudadas).

Gráfico 4 – Distribuição de abertura de OS

**Estimativas de ganhos com o projeto (AVI)**



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ou seja, as intervenções efetivas evitaram esse montante de despesas para as áreas caso a falha permanecesse e evoluísse para algo catastrófico. Podendo ser notável a eficiência do monitoramento e preservação dos ativos da empresa. Vale ressaltar que foi retirada uma amostra das falhas para elaboração dos cálculos, sendo os *savings* totais potencialmente maiores em valor.

Após o levantamento dos resultados, foi elaborado um Registro de Lições Aprendidas (RLA) apontando os principais problemas envolvidos no processo e o que foi feito para saná-los. Dentre esses problemas, destacam-se alguns dos principais encontrados:

- Demora ou ausência de feedback do líder da frente/coordenador de manutenção sobre a falha informada.
- A falta de conectividade de internet em certas áreas de operação atrasou o envio de informações para a central de monitoramento.
- Pelo desvio de atenção para atividades rotineiras, algumas falhas não foram apontadas no momento de sua aparição por parte da central.

Para sua resolução, foram elaborados/melhorados os processos, respectivamente, destacados a seguir:

- Melhora o fluxo de comunicação entre o controle automotivo e os líderes/coordenadores.
- Investimento na rede de internet para uma conexão 100% das áreas. Como paliativo, foi elaborado o fluxo de revisão diária das falhas apresentadas e verificação posterior por parte da manutenção das falhas que não tiveram intervenção no momento exato.
- Desenvolvimento de um alerta sonoro quando a falha é apontada no *software*.

#### 4. Considerações finais

Com base nos resultados apresentados, o monitoramento das falhas em tempo real apresentou-se eficiente no quesito de preservação dos ativos da empresa e de economia de despesas em manutenção por meio da atuação ativa nelas, antecedendo sua evolução para um cenário catastrófico.

As resoluções das falhas foram capazes de poupar fundos para a empresa com o objetivo de alocar esse dinheiro para investimento em novas máquinas ou na infraestrutura do ambiente de trabalho.

Além dos ganhos financeiros, a implantação do sistema de telemetria promoveu uma mudança estrutural na gestão da manutenção e operação das máquinas. A atuação da Central de Inteligência Automotiva, em conjunto com a plataforma de monitoramento Solinftec, mostrou-se essencial para estabelecer um controle proativo e centralizado das máquinas em campo. A visualização imediata dos dados críticos e a geração automatizada de ordens de serviço permitiram maior agilidade na tomada de decisão e reduziram a dependência de inspeções presenciais, otimizando o uso da mão de obra especializada.

Por fim, a adoção da telemetria no setor sucroenergético revela-se um caminho promissor para consolidar a Agricultura 4.0 como prática integrada à gestão produtiva. A união entre conectividade, automação e análise de dados representa uma ferramenta poderosa para empresas que buscam ganhos sustentáveis em produtividade, segurança operacional e competitividade de mercado.

#### Referências

- [1] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2024/25 – 4º levantamento**. Brasília, DF: Conab, v. 12, n. 4, abril 2025. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 14 de abr. 2025.
- [2] VEIGA FILHO, Alceu de Arruda. **Mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: uma fronteira de modernização tecnológica da lavoura**. 1998. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- [3] MASSRUHÁ, Silvia M. F. S.; LEITE, Maria A. de A. **Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. Controle & Instrumentação**, v. 235, p. 1-4, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1073150/2/AP-Agro4.0-2018.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- [4] SICHONANY, Oni Reasilvia de Almeida Oliveira. **Sistema de apoio à decisão para utilização no agronegócio (SADA): telemetria e tratamento de dados de desempenho de máquina de colheita**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- [5] WEYMAR, Rogério Ramos et al. **Agricultura 4.0: telemetria de veículos agrícolas para o aumento da eficiência no trabalho e redução de custos**. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307673237\\_Telemetria\\_na\\_transmissao](https://www.researchgate.net/publication/307673237_Telemetria_na_transmissao)

[de dados de desempenho de maquinas agricolas utilizando tecnologias GSMGP RS e ZigBee](#). Acesso em: 15 abr. 2025.

- [6] TOIGO, Roberto José; CASAGRANDE, Marcos Virgílio. **Colheita mecânica da cana-de-açúcar**: alguns parâmetros. Nucleus, v. 6, n. 1, p. 197–203, abr. 2009. DOI: 10.3738/1982.2278.144.
- [7] BANCHI, Ângelo D.; LOPES, José Roberto; XAVIER, Carlos E. O.; MARTINS, José Marcos S. **Análise da operação de transbordo de cana picada**. Revista AgriMotor, mar. 2012
- [8] BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. **Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 300-308, jan./abr. 2006.
- [9] COROLLA IMPORTADO. **O que é rede CAN e sua importância nos serviços automotivos**. Glossário Corolla Importado, [S. l.], [2021]. Disponível em: <https://corollaimportado.com.br/glossario/o-que-e-rede-can-importancia-servicos-automotivos/>. Acesso em: 14 abr. 2025.